

Distribution des *Anolis* dans la canopée de la forêt ombrophile en cœur du Parc National de la Guadeloupe et réseaux trophiques

Mission du 22/05/2017 au 04/06/2017

Pierre LEGRENEUR ^{1,†}, François MEURGEY ² et Jérémie THOMAS ³

¹ Université Claude Bernard Lyon 1, pierre.legreneur@univ-lyon1.fr

² Muséum d'Histoire Naturelle de Nantes

³ Association EnQuête d'Arbres

† Contact : pierre.legreneur@univ-lyon1.fr



SOMMAIRE

1	REMERCIEMENTS	4
2	PRESENTATION DE LA MISSION	4
2.1	OBJECTIFS GENERAUX DU PROJET	4
2.2	OBJECTIFS SPECIFIQUES DE LA MISSION	6
2.3	AUTORISATIONS	6
3	METHODES	6
3.1	PRESENTATION DES 3 SITES D'ETUDES	6
3.1.1	BRAS DAVID	7
3.1.2	CARBET	8
3.1.3	BAINS JAUNES	10
3.2	METHODE D'EXPLORATION DES ARBRES	11
3.3	DONNEES CLIMATIQUES	12
3.4	DONNEES HERPETOLOGIQUES	13
3.5	COLLECTE ENTOMOLOGIQUE	14
3.5.1	PIEGEAGE	14
3.5.2	BATTAGE	15
3.5.3	FILET	15
3.6	PLANNING DE TRAVAIL	16
4	RESULTATS PRELIMINAIRES	16
4.1	BRAS DAVID	16
4.1.1	DONNEES CLIMATIQUES	16
4.1.2	OBSERVATIONS HERPETOLOGIQUES	22
4.1.3	OBSERVATIONS ENTOMOLOGIQUES	27
4.2	CARBET	27

4.2.1	DONNEES CLIMATIQUES	27
4.2.2	OBSERVATIONS HERPETOLOGIQUES	33
4.2.3	OBSERVATIONS ENTOMOLOGIQUES	35
4.3	BAIN JAUNES	36
4.3.1	DONNEES CLIMATIQUES	36
4.3.2	OBSERVATIONS HERPETOLOGIQUES	42
4.3.3	OBSERVATIONS ENTOMOLOGIQUES	42
5	CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	42
5.1	METHODOLOGIE D'ACCES A LA CANOPEE	42
5.2	CLIMATOLOGIE	43
5.3	HERPETOLOGIE	44
5.4	ENTOMOLOGIE	45
5.5	CONCLUSION GENERALE	46
5.6	PERSPECTIVES	47

1 REMERCIEMENTS

Nous souhaitons remercier tous les organismes qui ont financé cette mission et qui ont contribué à ce qu'elle soit un succès, à savoir :

- La DEAL de la Guadeloupe, et tout particulièrement Fabien Barthelat, chef du pôle biodiversité, et Béatrice Galdi, chargée de mission biodiversité terrestre, CITES et chasse ;
- Le Parc National de la Guadeloupe, et tout particulièrement Hervé Magnin (et son matelas), chef du service patrimoines et Guy van Laere, chargé de mission « écosystèmes forestiers ».
- La Fondation Petzl.

2 PRÉSENTATION DE LA MISSION

2.1 Objectifs généraux du projet

Sur le territoire de la Basse Terre de Guadeloupe (ainsi que sur la Grande Terre), il n'existe qu'une seule espèce d'anoles, à savoir *Anolis marmoratus* syn. *Ctenonotus marmoratus*, de son nom vernaculaire anolis marbré de la Guadeloupe. Cette espèce se décline sur ce territoire en 5 sous-espèces, à savoir *A. m. speciosus* au nord, *A. m. setosus* au nord-ouest, *A. m. girafus* au sud-ouest, *A. m. marmoratus* à l'est et *A. m. alliaceus* en cœur de parc. En réalité, cette répartition quelque peu artificielle correspond à des pics phénotypiques entre lesquels s'intercalent des variations phénotypiques continues (individus variants) entre chaque pic. Ces variations ont fait l'objet de 2 rapports précédents qui détaillent précisément ces répartitions¹.

La densité des individus dépend énormément de l'anthropisation des milieux. Ainsi, nous avons constaté au cours des études précédentes, que le nombre d'observations était positivement corrélé à la présence humaine. En d'autres termes, en forêt primaire de cœur de parc, à l'écart des voies de communication, les observations d'*Anolis* entre le sol et les troncs sont extrêmement rares. Ce résultat pose dès lors la question des mécanismes de radiation de l'espèce dans un environnement tel que la forêt ombrophile en cœur de parc, et, de manière générale, la radiation dans des milieux non anthropisés.

D'un point de vue écophysologique, les *Anolis* subissent diverses pressions de l'environnement :

1. les *Anolis* sont des vertébrés tétrapodes ectothermes et qui dépendent donc de l'accès à des sources de chaleur pour maintenir leur chaleur corporelle à une température adéquate à la réalisation de formes diverses de locomotion dans le cadre de leurs interactions intra- et interspécifiques.

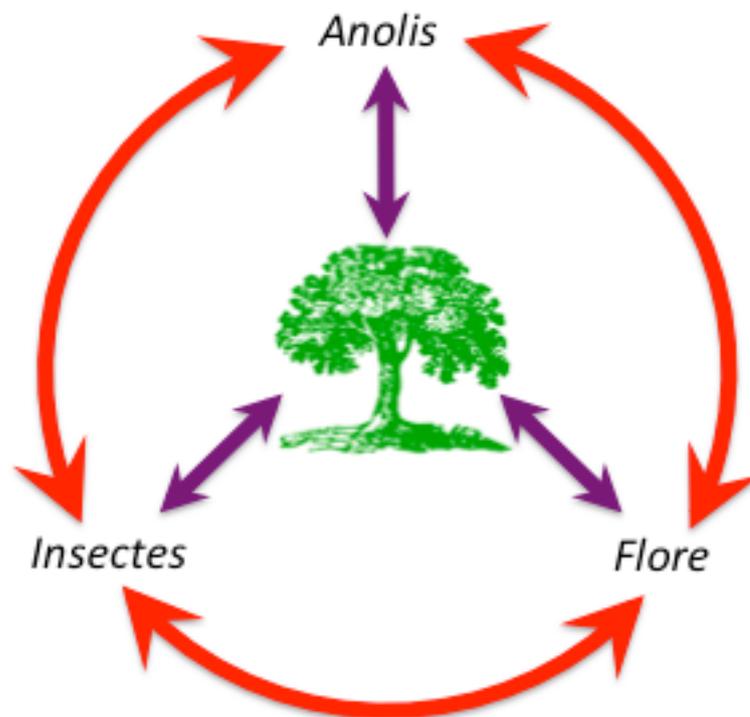
¹ P. Legreneur, "Répartition des anoles de la Guadeloupe. I. Basse-Terre, Grande-Terre, îlets Pigeon et îlets à Kahouanne.," (Parc National de la Guadeloupe, 2013).

P. Legreneur, "Répartition et statut des *Anolis* de la Guadeloupe. Cas des îles de la Désirade, de Petite Terre et des Saintes en comparaison avec la Grande-Terre et la Basse-Terre. Analyse écomorphologique et formes de locomotion." (DEAL de la Guadeloupe, 2015).

2. Nécessité d'avoir accès à une ressource alimentaire continue, tout en profitant de manière opportuniste de ressources autres telle que la variation saisonnière des fleurs et des fruits ;
3. Nécessité de se prémunir des prédateurs qui peuvent être soit terrestres (rats par exemple) ou aériens (oiseaux).

Au regard de ces données théoriques, nous avons posé l'hypothèse selon laquelle les *Anolis* de la forêt ombrophile du cœur de parc, et en particulier *A. m. alliaceus*, devait vivre dans la canopée pour répondre à ces contraintes, ce qui expliquerait la rareté des observations au niveau du sol.

Dès lors, l'objectif général du projet canopée est de proposer un modèle heuristique des chaînes trophiques constituées autour des *Anolis*, et en particulier les interactions avec la flore et les insectes qui vivent sur un même support, les arbres de la forêt ombrophile en cœur de parc national de la Guadeloupe.



Cependant, à ce jour, il n'existe pas d'études relatives à la canopée de la Guadeloupe. Dès lors, l'année 2016-2017 a été consacrée à l'évaluation et la validation de procédures expérimentales nécessaires à notre objectif d'étude principal.

En Décembre 2016, au cours d'une mission de 2 semaines², nous avons exploré les différentes placettes forestières gérées par le PNG et l'ONF, de manière à identifier des sites d'études sur lesquels valider les protocoles expérimentaux.



² P. Legreneur, « Mission Guadeloupe 2016 », 33 pp., Décembre 2016.

2.2 Objectifs spécifiques de la mission

La mission de mai 2017 s'est voulue, dès son conception, pluridisciplinaire. Pour ce faire, outre Pierre Legreneur pour les *Anolis*, François Meurgey a participé activement, en tant qu'entomologiste spécialiste de la Guadeloupe et président de la Société d'Histoire Nature l'Herminier, à la rédaction du projet et à la réussite de la mission. Par ailleurs, de manière intermittente, nous avons été rejoints sur le terrain soit par Maguy Dulormne, soit Alain Rousteau, tous deux enseignants-chercheurs à l'Université Antilles Guyane, pour la partie botanique.

Enfin, nous avons été accompagnés par Jérémie Thomas, de l'association EnQuête d'Arbres, pour la partie logistique d'installation des sites d'étude en canopée en partant du sol.

Au cours de cette mission qui s'est déroulée sur trois sites d'étude (Bras David, Carbet et Bains Jaunes), nous avons testé les méthodes d'observation et d'étude des *Anolis* et d'évaluation de la biomasse entomologique. Par ailleurs, de manière à inscrire ces résultats dans le contexte microclimatique des sites, les données hygrométriques et de température ont été acquises tout au long de la mission.

2.3 Autorisations

Arrêté DEAL/RNn°971-5017-05-22-001 portant autorisation de capture et de destruction de spécimens de l'espèce animale protégée d'*Anolis* de la Guadeloupe (*Anolis marmoratus*).

Arrêté PNG n°2017-14 relatif à la capture, au prélèvement et à l'export hors du cœur de parc, de spécimens d'*Anolis* de la Guadeloupe (*Anolis marmoratus*).

Arrêté PNG n°2017-45 relatif à l'autorisation de survol par drone et de prises de vue aériennes en cœur de parc.

Arrêté PNG n°2017- relatif à l'entomologie 

3 MÉTHODES

3.1 Présentation des 3 sites d'études

Chaque placette est constituée de 25 placeaux (Figure 1), chacun ayant une dimension au sol de 20 m x 20 m. Il est à noter que ces dimensions ne sont pas celles de la projection horizontale. Dès lors, les placeaux, selon la configuration du terrain, ont rarement la forme d'un carré quand ils sont tracés sur une carte sur la base de leurs coordonnées GPS. Les placeaux 1, 2, 3, 4 et 5 forment le bord Est. Les placeaux 21, 22, 23, 24 et 25 forment le bord Ouest. Les placeaux 1, 6, 11, 16 et 21 forment le bord Sud. Les placeaux 5, 10, 16, 20 et 25 forment le bord Nord.

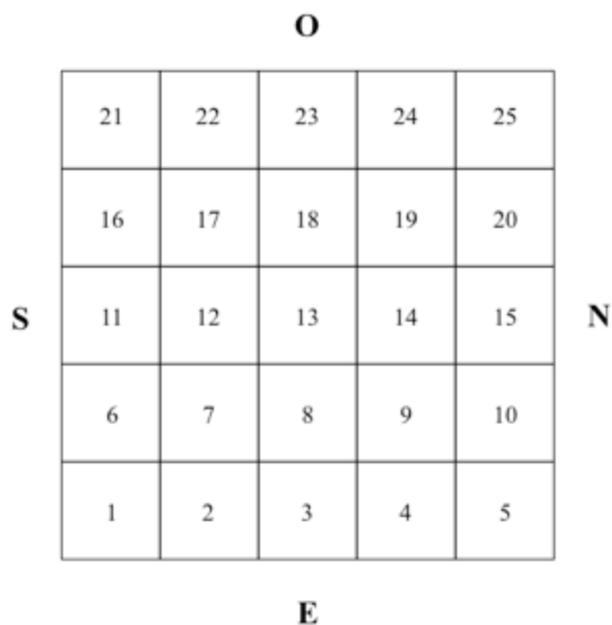


Figure 1. Plan général des placettes

3.1.1 Bras David

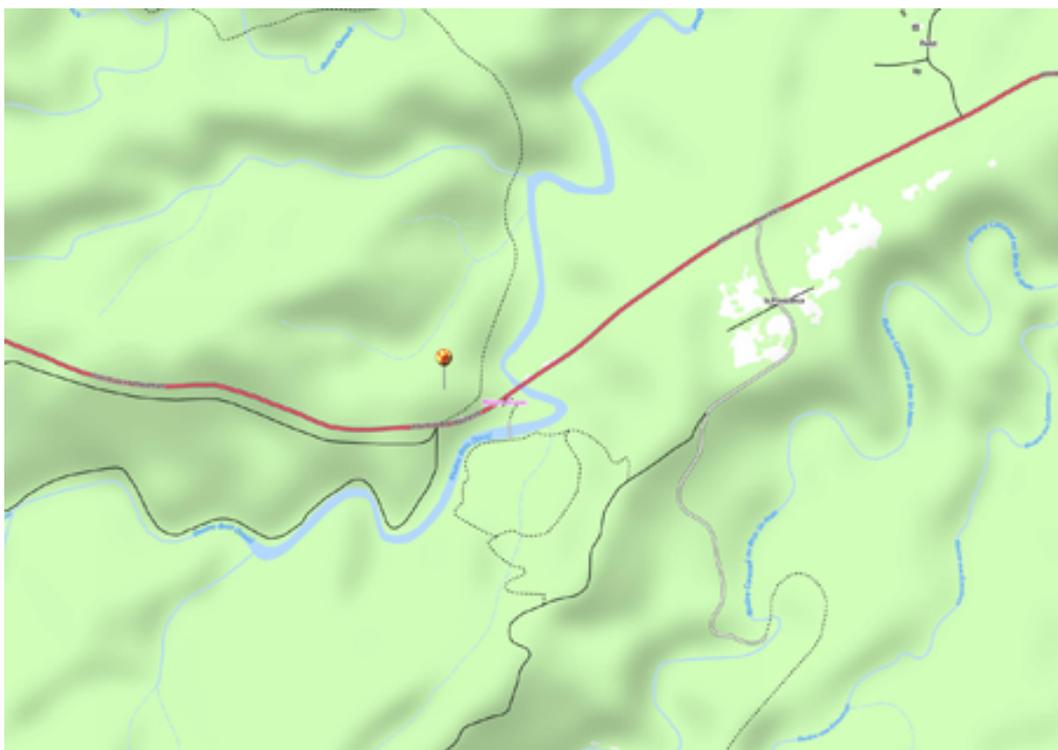


Figure 2. Carte IGN de la placette Bras David (modifier)

Coordonnées GPS de l'entrée de la placette : 16,17588N ; 61,69481O (Figure 2).

L'arbre sélectionné est le n° 4974. Il est localisé sur le plateau n°12 (16,17608N ; 61,69548O) à une altitude de 251 m : *Amanoa caribaea* (bois rouge) d'une circonférence de 180 cm, et d'une hauteur de 22 m (Figure 3).



Figure 3. Arbre n° 4974 (Bois rouge).

3.1.2 Carbet

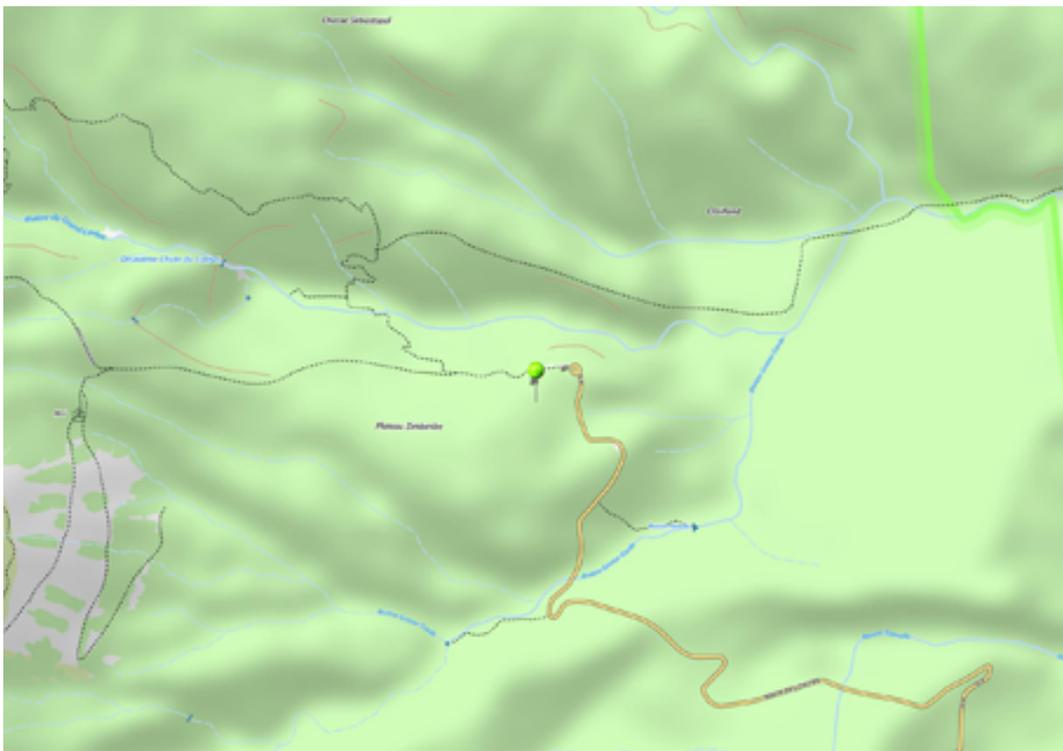


Figure 4. Carte IGN de la placette Carbet

Coordonnées GPS de l'entrée de la placette : 16,04128391 ; 61.638843660 (Figure 4).

L'arbre sélectionné est le n° 1996. Il est localisé sur le plateau n°7 (16,04072N ; 61,63858O) à une altitude de 612 m : *Amanoa caribaea* (bois rouge) d'une circonférence de

110 cm, et d'une hauteur de 19 m (Figure 5). Il est à noter que l'arbre initialement prévu était le n°1289 (*Tapura latifolia* d'une circonférence de 145 cm). Cependant, la présomption d'un nid de pigeons nous a amené à en changer.

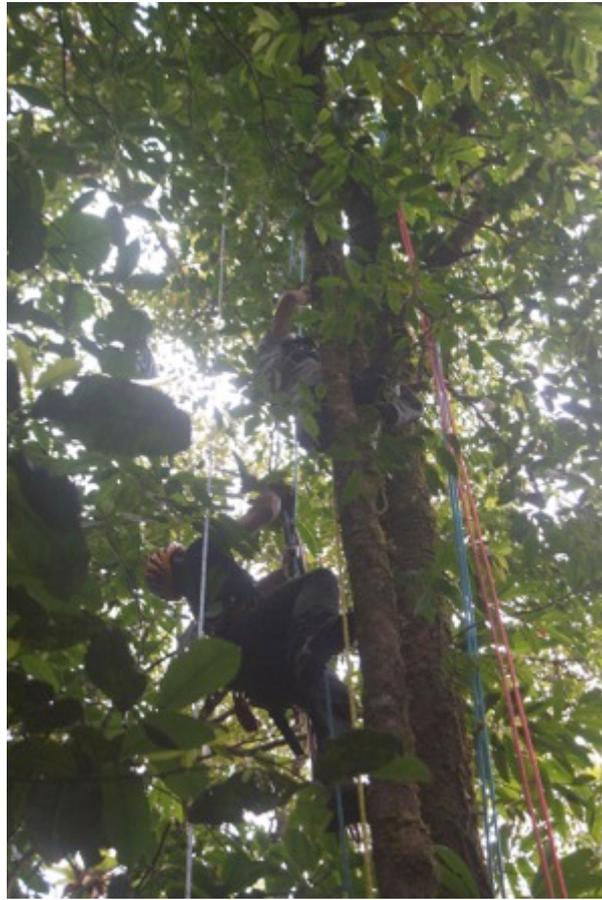


Figure 5. **Arbre n°1996 (bois rouge)**

3.1.3 Bains Jaunes



Figure 6. Carte IGN de la placette Bains Jaunes

Coordonnées GPS de l'entrée de la placette : 16,03091N ; 61.67552O (Figure 6).

L'arbre sélectionné est le n° BJ94. Il est localisé sur le plateau n°22 (16,03084N ; 61,67538O) à une altitude de 841 m : *Sloanea caribaea* (boucan acomat) d'une circonférence de 150 cm, et d'une hauteur de 18 m (Figure 7).



Figure 7. Arbre n°BJ94 (boucan acomat)

3.2 Méthode d'exploration des arbres



Figure 8. Technique d'exploration de la canopée

Dans le cadre de cette mission exploratoire, nous nous sommes associé avec une association, *EnQuête d'Arbres*, un réseau d'arboristes au service des scientifiques qui souhaitent explorer la canopée (<http://www.enquetedarbres.org/index.php>). Cette association, représentée au cours de cette mission par Jérémie Thomas, a pour objectif d'aider les chercheurs à explorer les arbres en utilisant des techniques spécifiques d'arboristes, notamment liées à la notion de sécurité du travail en hauteur (Figure 8). Cette méthode nous a permis de mener une exploration de l'ensemble des strates des arbres, avec un impact environnemental minimal, puisque à l'issue de l'exploration, aucune trace n'a subsisté.

3.3 Données climatiques



Figure 9. Capteur Madgetech RH Temp 1000 installé sur la placette de Bras David.

Sur chaque site d'étude, nous avons enregistré sur la durée de la mission les paramètres de température et d'hygrométrie entre le sol et la canopée. Pour ce faire, ont été placés dans chaque arbre 3 capteurs : à 1,5 m du sol, au milieu de la hauteur de l'arbre, et proche de son sommet (Figure 9). Ces capteurs sont ceux de l'ANR MoveClim (Capteurs Madgetech RH Temp 1000) dont le PNG est dépositaire.

Voici la répartition des capteurs :

N° capteur	ID capteur	Placette	Hauteur (m)
N79906	BJ2	Bains Jaunes	1,50
N79903	BJ1	Bains Jaunes	8,00
N79904	BJ3	Bains Jaunes	16,00
N79907	CA2	Carbet	1,50
N79905	CA1	Carbet	8,00
N79902	CA3	Carbet	16,00
P64609	BD2	Bras David	1,50
P64623	BD3	Bras David	10,00
P64618	BD1	Bras David	20,00

Après analyse des résultats, il s'avère que certains capteurs sont défectueux. En voici le bilan :

N° capteur	ID capteur	Température	Hygrométrie
N79906	BJ2	Requalibrer	OK
N79903	BJ1	Défectueux	OK
N79904	BJ3	OK	OK
N79907	CA2	Défectueux	Défectueux
N79905	CA1	OK	OK

N79902	CA3	OK	Défectueux
P64609	BD2	OK	OK
P64623	BD3	OK	OK
P64618	BD1	OK	OK

3.4 Données herpétologiques

Nous avons pour ambition initiale de capturer des *Anolis* sur les sites d'études de manière à les caractériser phénotypiquement ainsi que d'en analyser leurs contenus stomacaux.



Figure 10. Observation d'un *Anolis* depuis le sommet de l'arbre sur la placette de Bras David

Il s'est avéré, pour des raisons que nous discuterons ultérieurement, que nous n'avons observé aucun *Anolis* sur les arbres que nous avons sélectionnés. Par contre, des individus ont été observés dans d'autres arbres (Figure 10). Dès lors, nous nous sommes essentiellement concentrés sur l'observation comportementale des spécimens dans la canopée sur des périodes longues au sommet des arbres sélectionnés. Des images ont systématiquement été acquises pour chaque individu observé, ou comportement remarquable de ces individus.

3.5 Collecte entomologique

3.5.1 Piégeage



Figure 11. Piégeage sous la canopée à Bains Jaunes

Le piégeage s'est fait à l'aide de pièges passifs non sélectifs suspendus dans la canopée (Figure 11). Il s'agit du fameux piège banane qui consiste en une bouteille transparente ouverte sur un coté et remplie au tiers d'un mélange banane fermentée, bière et vin. Cet attirail attire les insectes qui passent à portée et permet un inventaire relativement complet des espèces qui fréquente les lieux. Il est à noter qu'il n'existe pas de technique de piégeage en canopée, notamment à cause *(i)* de la difficulté d'accès, *(ii)* du problème de fréquence de relevé et *(iii)* de l'absence de véritable « support pour poser les pièges ». Il semble donc que le piège aérien soit le meilleur compromis.

3.5.2 Battage



Figure 12. Battage dans la canopée sur la placette de Bains Jaunes

Le battage se pratique à l'aide d'un «parapluie japonais», toile de tissu blanc tendue, qui reçoit les insectes délogés des feuilles et des branches qui sont frappées à l'aide d'un bâton (Figure 12). Cette technique est très efficace pour capturer les insectes dans la végétation.

3.5.3 Filet



Figure 13. Installation d'un filet sur le tronc sur la placette de Bains Jaunes

Le filet consiste en une toile cryldée, qui fonctionne bien dans les milieux à végétation dense et qui consiste à poser une toile d'araignée synthétique (magasin de farces et attrapes) dans les branches (Figure 13). Les insectes qui se déplacent se coincent dans les fibres et peuvent être ainsi capturés.

Il est à noter que préalablement à la pose de filets, nous avons testé s'ils pouvaient piéger les *Anolis*. Il s'avère que les filets n'entravent aucunement la locomotion de ces squamates. D'ailleurs, de manière générale, aucun vertébré tétrapode n'a été capturé par ce moyen (ni aucun autre d'ailleurs).

3.6 Planning de travail

Date	Climatologie	Herpétologie	Entomologie
23/05/2017	Pose capteurs BJ	Observation au sol BJ	Pose pièges & filets BJ
24/05/2017	Pose capteurs CA	Observation au sol CA	Pose pièges & filets CA
25/05/2017	Pose capteurs BD	Observation au sol BD	Pose pièges et filets BD Relève pièges BJ Pose pièges BJ
26/05/2017		Observation canopée CA	Relève pièges CA
27/05/2017		Observation canopée BD	Relève pièges BD Pose pièges BD
28/05/2017		Pluie	Relève pièges BJ
29/05/2017	Repos		
30/05/2017		Observation canopée BJ	
31/05/2017		Observation canopée BD	
01/06/2017		Pluie	
02/06/2017	Relève capteurs CA Relève capteurs BJ Relève capteurs BD		Relève pièges BD
03/02/2017		Analyse des résultats	

BJ = Bains Jaunes ; CA = Carbet ; BD = Bras David.

4 RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

4.1 Bras David

4.1.1 Données climatiques

Les capteurs ont été installés le jeudi 25 Mai 2017 à 8h00. Ils ont été retirés le vendredi 02 Juin 2017 à 12h15. Les résultats présentés sont ceux des capteurs installés à 1,5 m, 10 m et 20 m au dessus du sol pour les données de température et d'hygrométrie.

Le graphique ci-dessous (Figure 14) présente les résultats bruts de température et d'hygrométrie du 25/5/2017 09h00 au 2/6/17 08h30.

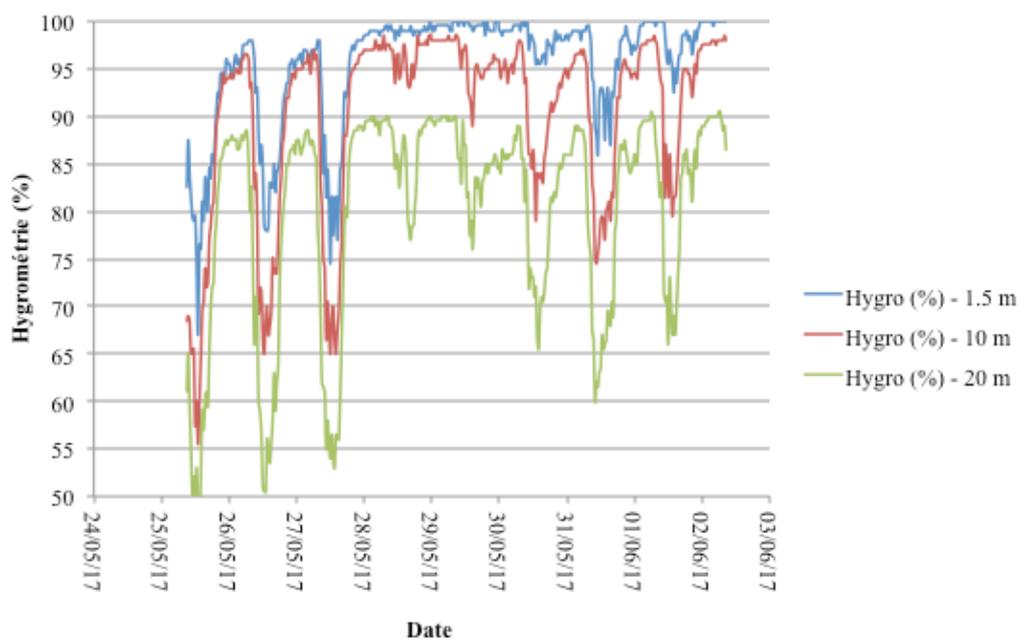
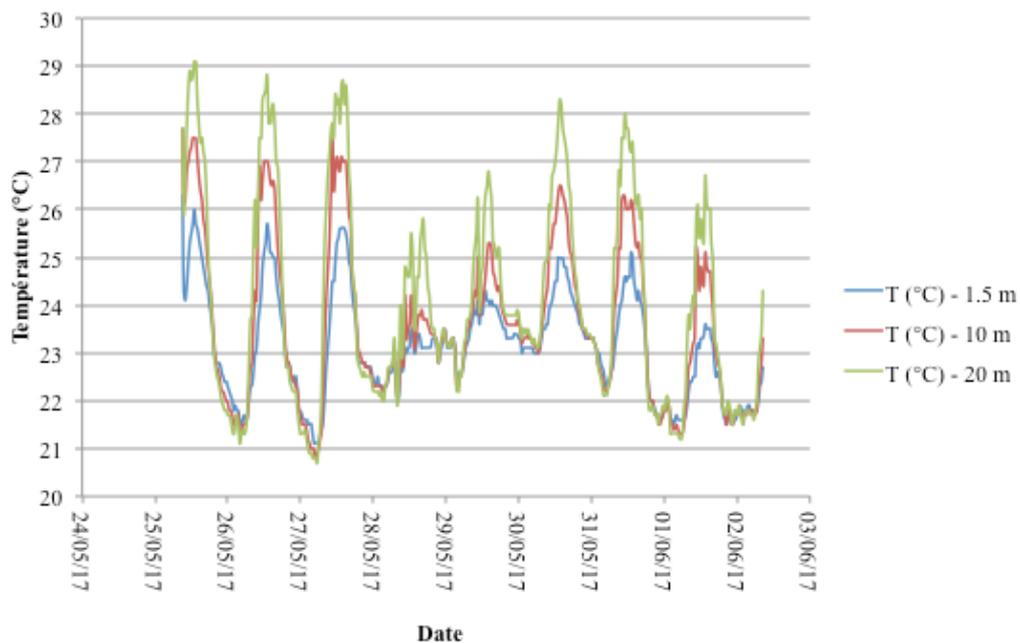


Figure 14. Relations entre la date de mesure est la température (haut) et l’hygrométrie (bas) à 1,5 m, 10 m et 20 m au dessus du sol sur la placette de Bras David.

Le graphique ci-dessous (Figure 15) présente la moyenne des températures diurnes et nocturnes sur 8 jours d’enregistrement.

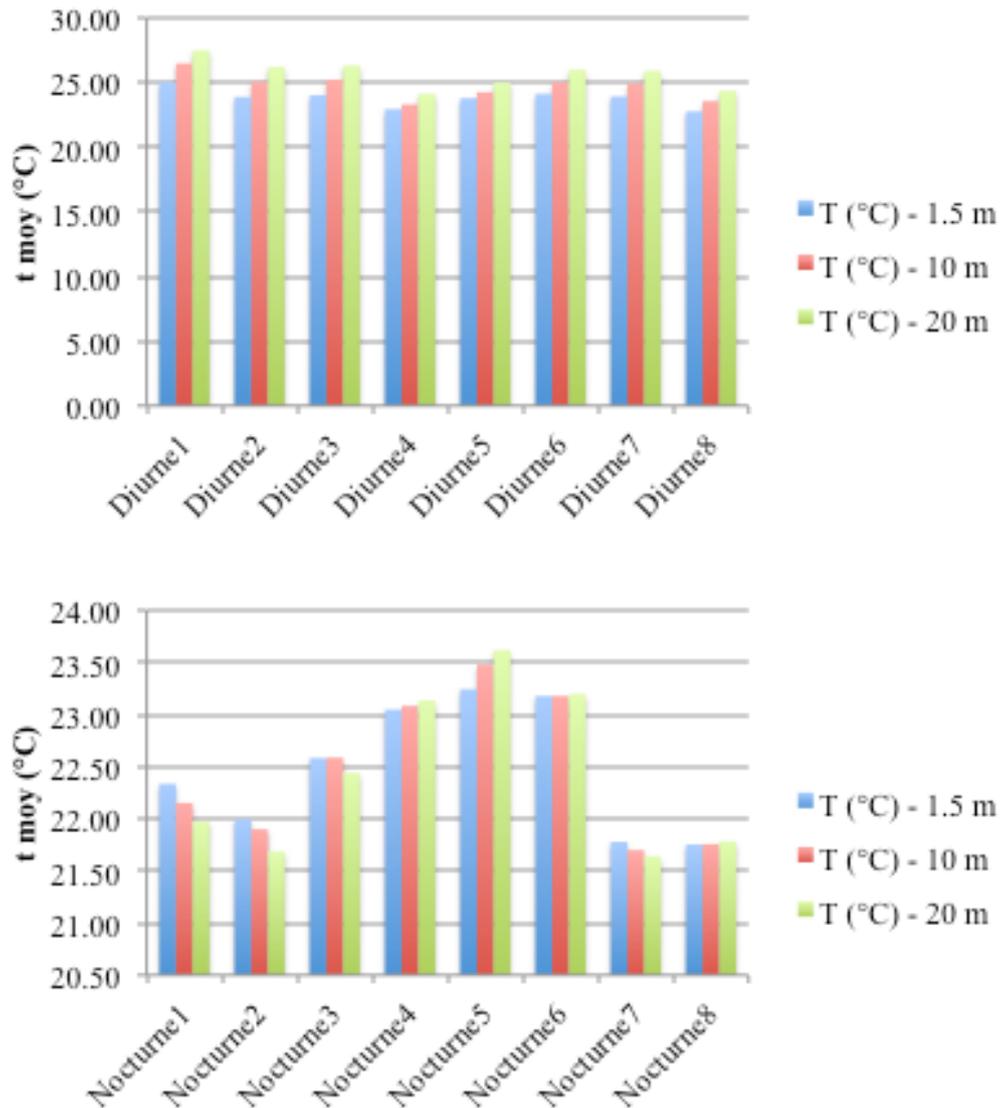


Figure 15. Températures moyennes diurnes (haut) et nocturnes (bas) à 1,5 m, 10 m et 20 m au dessus du sol sur la placette de Bras David.

Le graphique ci-dessous (Figure 16) présente les hygrométries moyennes diurnes et nocturnes sur 8 jours d'enregistrement.

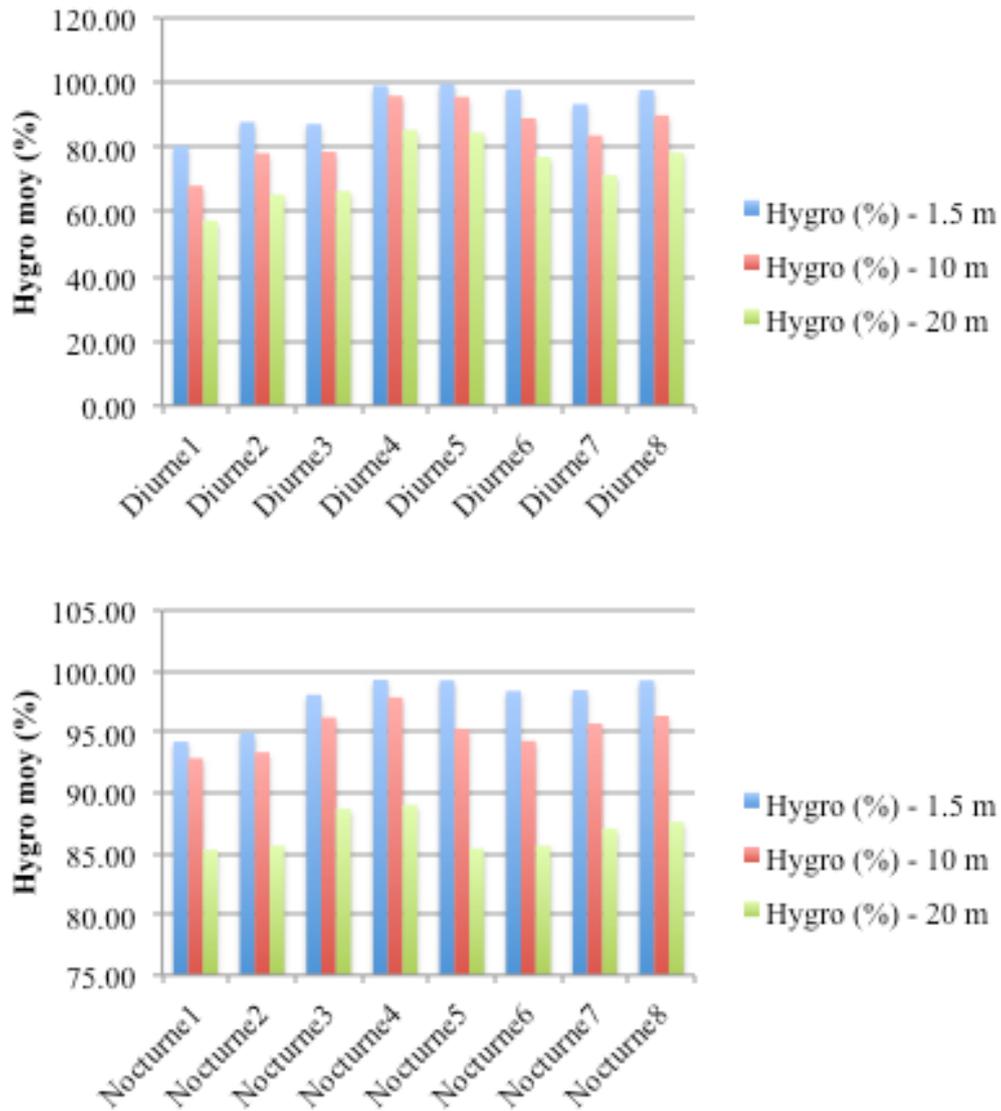


Figure 16. Hygrométries moyennes diurnes (haut) et nocturnes (bas) à 1,5 m, 10 m et 20 m au dessus du sol sur la placette de Bras David.

Le graphique ci-dessous (Figure 17) présente les températures et hygrométries maximales au cours de la journée sur 8 jours d'enregistrement.

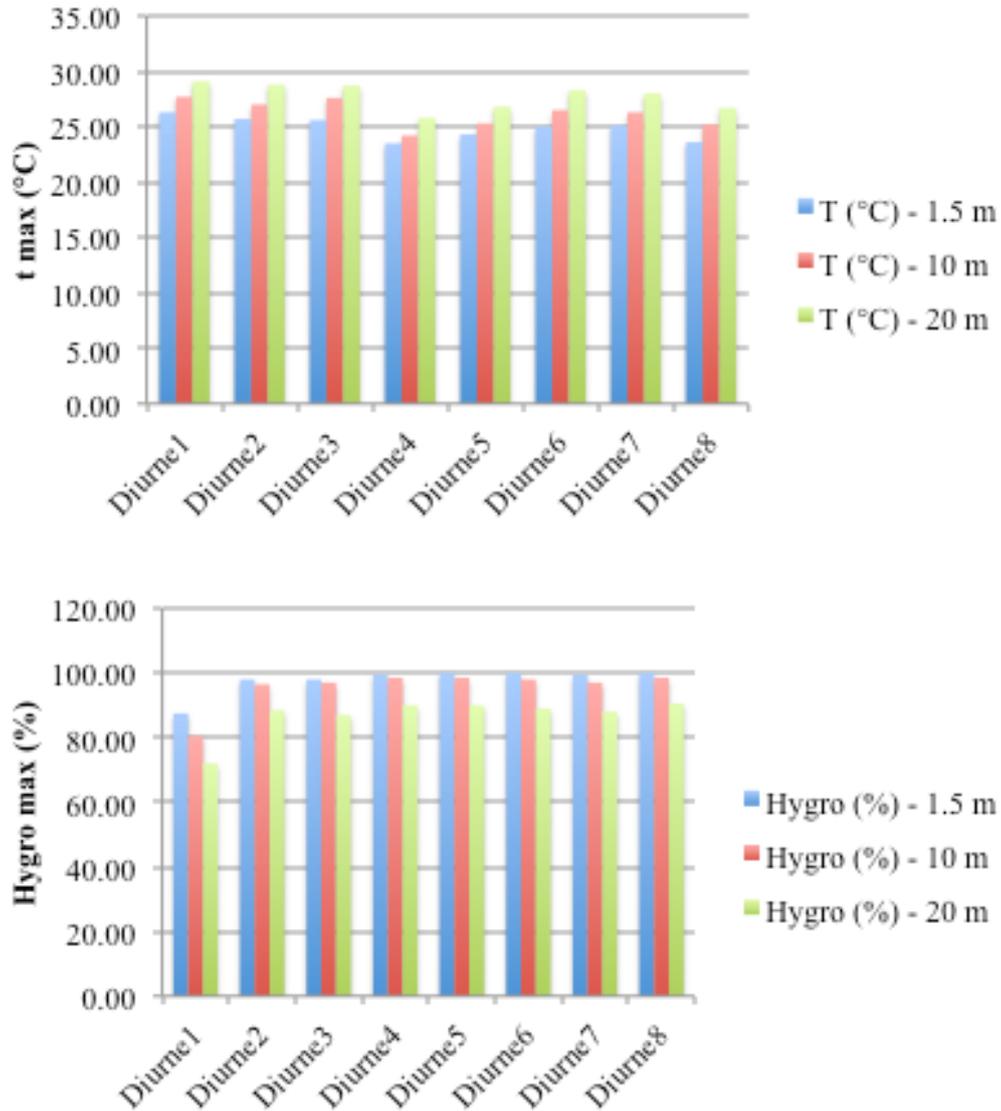


Figure 17. Températures (haut) et hygrométries (bas) maximales au cours de la journée à 1,5 m, 10 m et 20 m au dessus du sol sur la placette de Bras David.

Le graphique ci-dessous (Figure 18) présente les températures et hygrométries minimales au cours de la nuit sur 8 jours d'enregistrement.

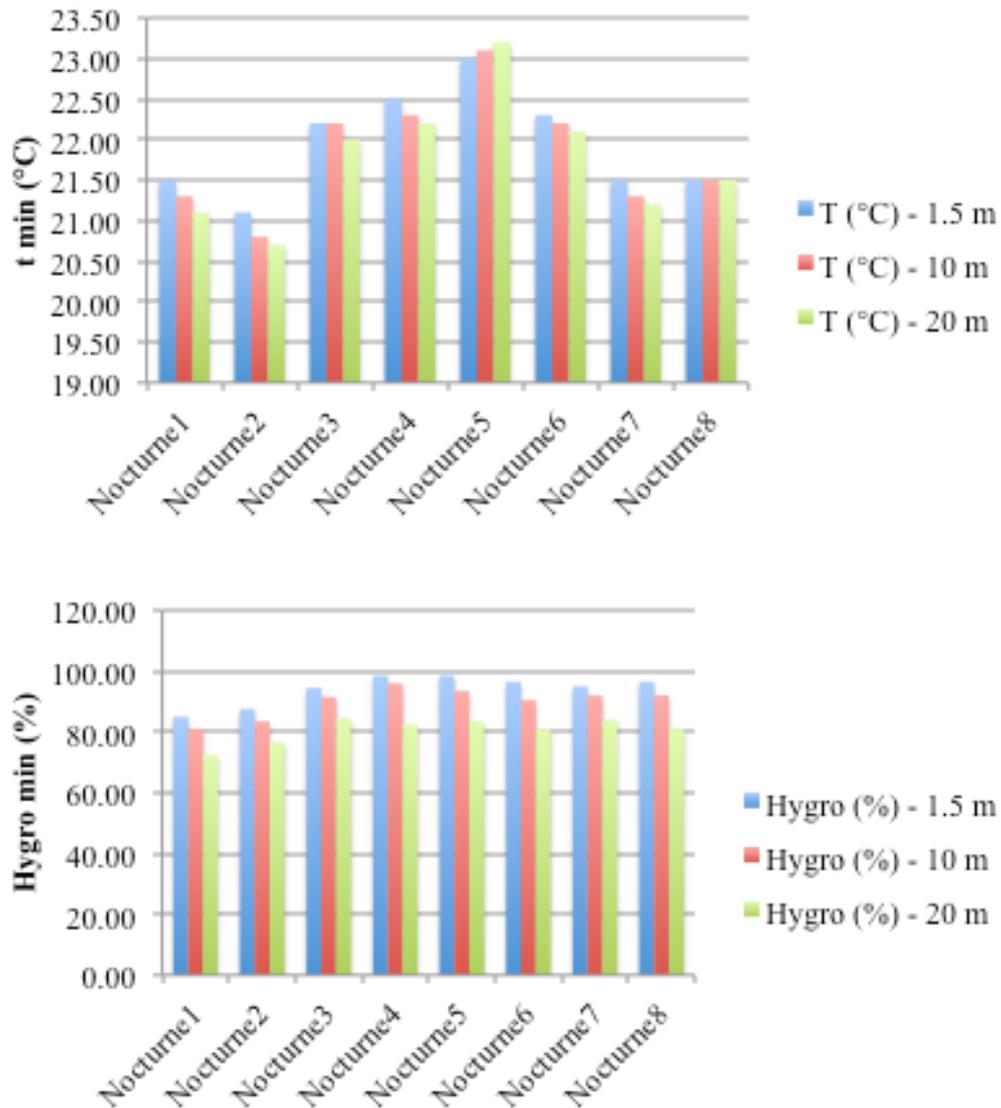


Figure 18. Températures (haut) et hygrométries (bas) minimales au cours de la nuit à 1,5 m, 10 m et 20 m au dessus du sol sur la placette de Bras David.

Enfin, le graphique ci-dessous (Figure 19) présente les amplitudes de température et d'hygrométrie entre le jour et la nuit sur 8 jours d'enregistrement.

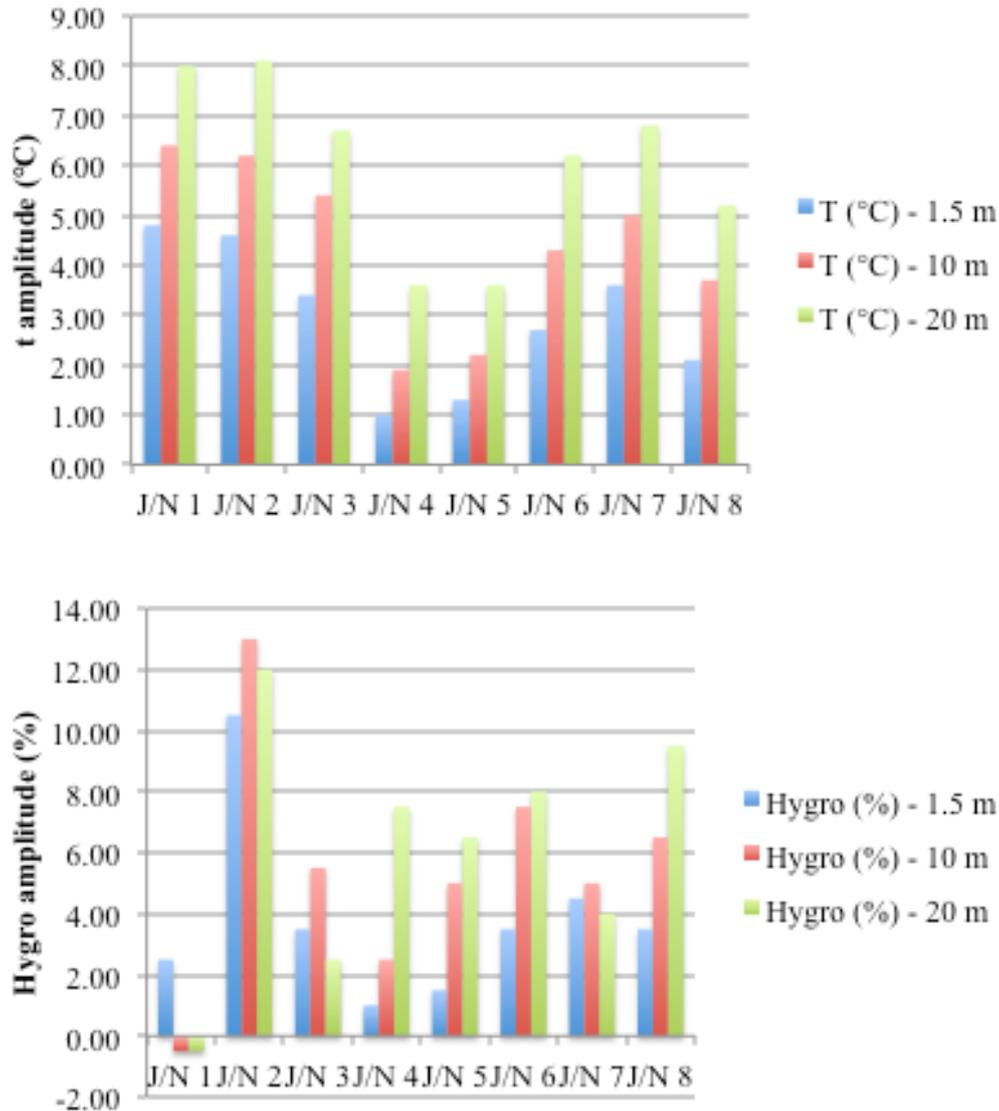


Figure 19. Amplitudes de température (haut) et d'hygrométrie (bas) entre le jour et la nuit à 1,5 m, 10 m et 20 m au dessus du sol sur la placette de Bras David.

4.1.2 Observations herpétologiques

La placette de Bras David a été la plus riche en observations herpétologiques. Deux journées ont été consacrées à ces observations, à savoir le samedi 27 Mai et le mercredi 31 Mai 2017.

Samedi 27 Mai 2017

Le temps est beau, le vent est faible. L'observation au sommet de l'arbre commence à 09h06. L'observation se fait avec des jumelles.

10h10 : observation d'un *Anolis* mâle à l'envers sur une branche inclinée à 30° avec l'horizontale (Figure 20). La hauteur par rapport au sol est d'environ 14 m. La distance par rapport à l'observateur est à peu près équivalente. L'arbre est le n°3342 (*Amanoa caribaea*

d'une circonférence au sol de 54,3 cm). 1 mn après cette observation, il se laisse tomber dans le feuillage 1,50 m en contrebas et disparaît.



Figure 20. *Anolis* mâle. 27/05/2017 – 10h10 – Placette Bras David

10h20 : observation d'un second mâle (Figure 21), dans le même arbre que précédemment, mais sur une fourche située au-dessus à droite à environ 17 m du sol (l'arbre a une hauteur approximative de 20 m). L'individu disparaît rapidement en tournant de l'autre côté de la branche à la faveur d'une rafale de vent.

Plus aucune observation n'est faite après la précédente, sauf que l'activité des oiseaux dans la canopée devient plus importante. En terme de morphologie, les spécimens d'*Anolis* semblent être de tailles supérieures à celles des individus que observé usuellement à proximité du sol.

Hypothèse : Les *Anolis* montent vers la canopée **vers** en début de matinée pour accéder à une source de chaleur. En effet, il semblerait que les anoles soient thermo-conformes en forêt ombrophile³ de manière à éviter de dépenser une trop grande consommation d'énergie nécessaire pour compenser les amplitudes thermiques journalières. Puis, la pression de prédation des oiseaux devenant trop prégnante, ils descendraient sous le couvert du feuillage dans des étages moyens des arbres (environ à 10 m de hauteur), sans toutefois descendre plus bas.

³ <http://www.anoleannals.org/2014/01/07/sicb-2014-micro-landscape-variation-in-reproduction/>



Figure 21. *Anolis* mâle. 27/05/2017 – 10h20 – Placette Bras David

De retour au sol, nous observons à 12h00 sur l'arbre 00777 (*Calyptranthes forsteri* d'une circonférence au sol de 45,8 cm) deux *Anolis*, l'un mâle et l'autre femelle en interaction (communication par extension du fanon) (Figure 22). Le mâle est de petite taille et localisé à 2 m du sol. La femelle est localisée 2,5 m au dessus du précédent. Suite à cette interaction, les deux individus remontent à 10 m de haut.



Figure 22. *Anolis* mâle et femelle. 27/05/2017 – 12h00 – Placette Bras David

Mercredi 31 Mai 2017

Le temps est au clair. Les rafales de vent sont plus importantes que le 27 Mai. L'observation au sommet de l'arbre commence à 9h00 et se termine à 12h15.

09h10 : accouplement de deux individus *A. m. alliaceus* (le mâle présente deux tâches noires à l'arrière de l'épaule droite). Aucune photo de l'accouplement, mais des prises de vues

individuelles ont été faites (Figure 23). Cette interaction s'est tenue sur l'arbre 3329, un *Amanoa caribaea* d'une circonférence de 54,3 cm et d'une hauteur d'environ 20 m. Les individus sont localisés à 15 m du sol et environ 20 m de distance de mon affût. Le mâle semble être d'une taille supérieure à la moyenne. Il remonte alors, à la suite de la femelle dans la canopée, puis disparaît.



Figure 23. *Anolis* mâle et femelle. 31/05/2017 – 09h10 – Placette Bras David

09h30 : Un *Anolis* mâle est observé dans l'arbre 3342 (celui des observations du 27/05/2017) sur la branche inclinée. Il fait des extensions du fanon à 09h44 (Figure 24). Je pense que c'est celui qui a sauté la fois précédente. Il disparaît à la faveur d'une rafale de vent.



Figure 24. *Anolis* mâle. 31/05/2017 – 09h44 – Placette Bras David

10h30 : Le mâle de l'arbre 3329 réapparaît sur cet arbre et fait des extensions du fanon. Il monte vers une fourche juste sous le sommet de l'arbre, puis redescend, parcourt une

branche horizontale jusqu'aux rameaux terminaux et ... saute en contrebas dans le feuillage de l'arbre 3342 à 10h40 (Figure 25).



Figure 25. Déplacement du mâle entre les arbres 3329 et 3342. 31/05/2017 – 10h30 – Placette Bras David

10h20 : un mâle est observé sur la branche à 30° sur l'arbre 3342. Il s'avère qu'il présente exactement le même patron de couleur que celui que nous avons observé en début de matinée sur l'arbre 3329 (Figure 26). Il est donc raisonnable de poser l'hypothèse selon laquelle tous les mâles observés depuis de départ ne forment qu'un seul et même individu. Il disparaît dans le feuillage 10 mn plus tard.

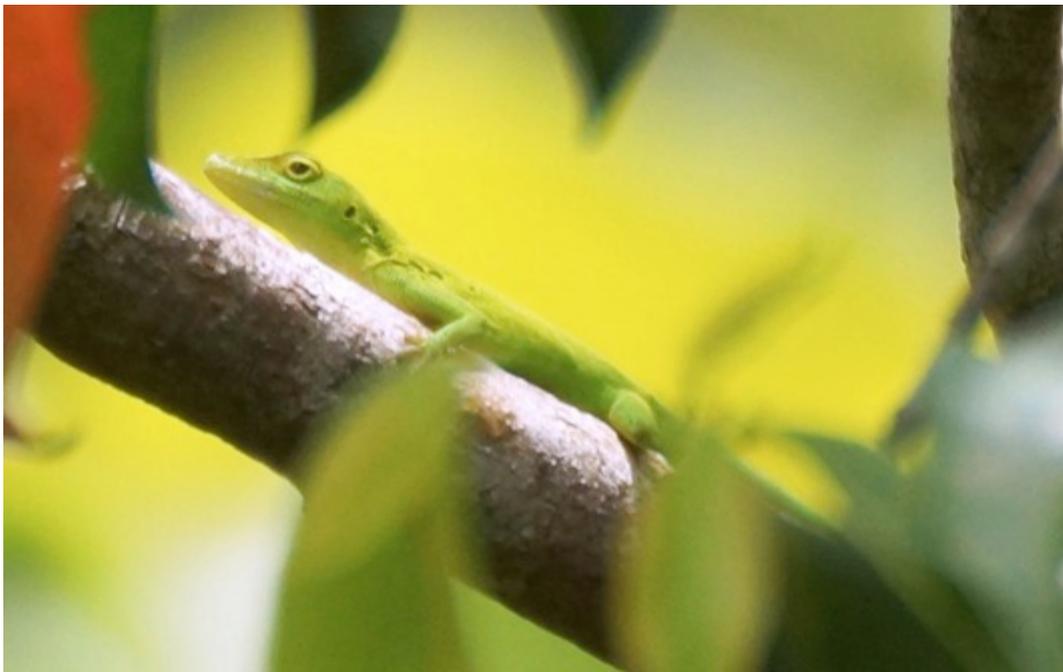


Figure 26. *Anolis* mâle. 31/05/2017 – 10h20 – Placette Bras David

11h50 : le mâle réapparaît sur l'arbre 3329.

En conclusion de cette matinée d'observation, il semble que nous ayons assisté à la « patrouille » d'un mâle *A. m. alliaceus* sur l'ensemble de son territoire. Ce dernier ne serait pas constitué, comme cela est l'usage sur la côte, d'un arbre unique, mais d'un espace tridimensionnel localisé entre 10 m du sol et le sommet de la canopée, constitué de plusieurs arbres (ici au moins 2) dont les branches sont adjacentes ou accessibles par des sauts en contrebas.

17h10 : à la tombée du jour, alors que la pluie commence à tomber, une jeune femelle est observée sur les racines de l'arbre 3360 (*Sloanea dentata* d'une circonférence de 48,5 cm) (Figure 27). Elle saute au sol sur le substrat constitué de feuilles mortes, se saisit d'une proie, puis ressaute sur les racines (30 cm au dessus du sol).



Figure 27. *Anolis* femelle. 31/05/2017 – 17h10 – Placette Bras David

4.1.3 Observations entomologiques

Deux sessions de piégeage d'insectes ont été réalisées sur ce site, avec peu de résultats. Seul l'ordre des Diptères avec deux espèces est recensé sur ce site. Le battage n'a donné aucun résultat.

4.2 Carbet

4.2.1 Données climatiques

Les capteurs ont été installés le mercredi 24 Mai 2017 à 11h00. Ils ont été retirés le vendredi 02 Juin 2017 à 10h30. Les résultats présentés sont ceux des capteurs installés à 8 m et 16 m au dessus du sol pour les données de température et du capteur installé à 8 m du sol pour les données d'hygrométrie.

Le graphique ci-dessous (Figure 28) présente les résultats bruts de température et d'hygrométrie du 25/5/2017 09h00 au 2/6/17 08h30.

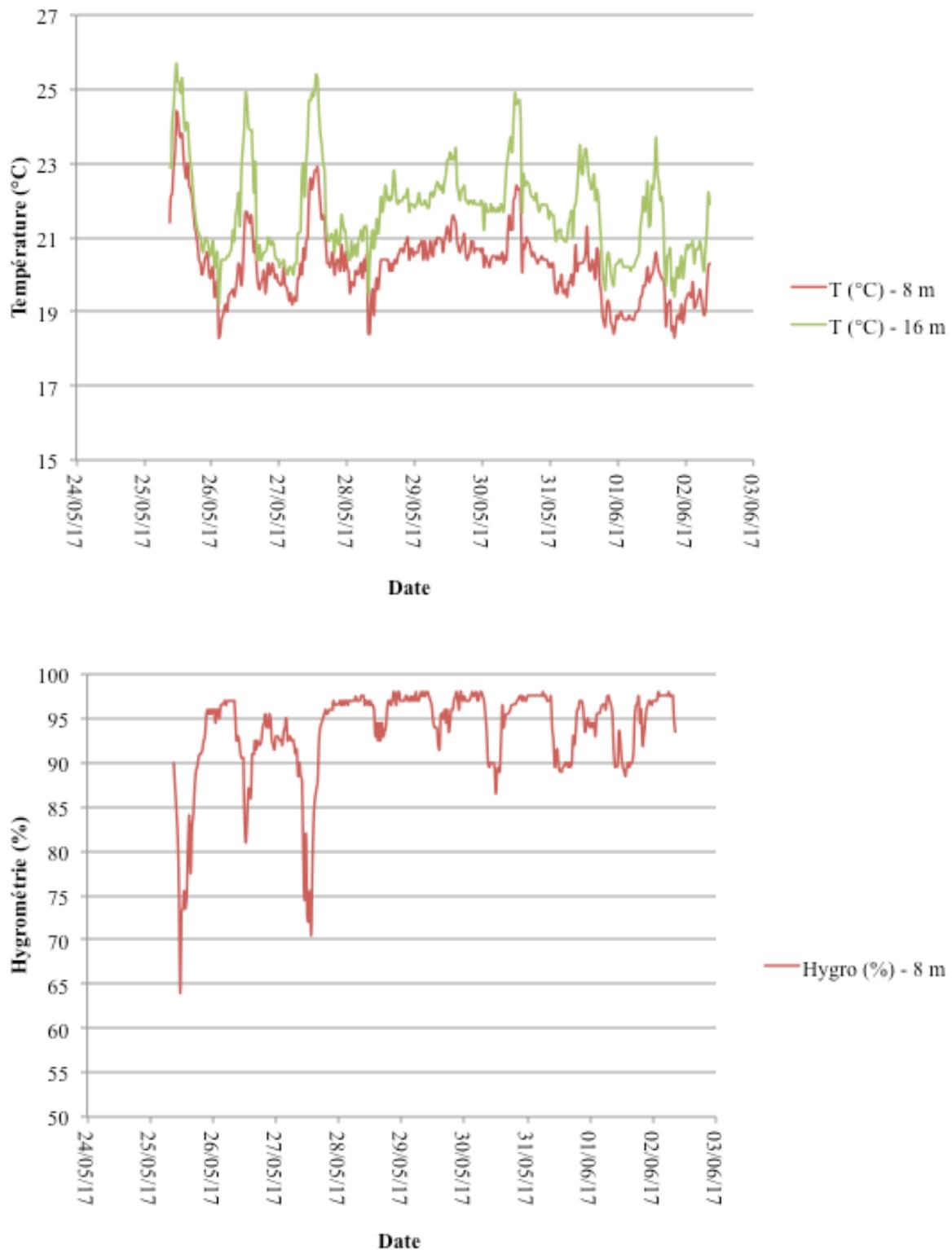


Figure 28. Relations entre la date de mesure est la température (haut) et l'hygrométrie (bas) à 1,5 m, 8 m et 16 m au dessus du sol sur la placette de Carbet.

Le graphique ci-dessous (Figure 29) présente la moyenne des températures diurnes et nocturnes sur 8 jours d'enregistrement.

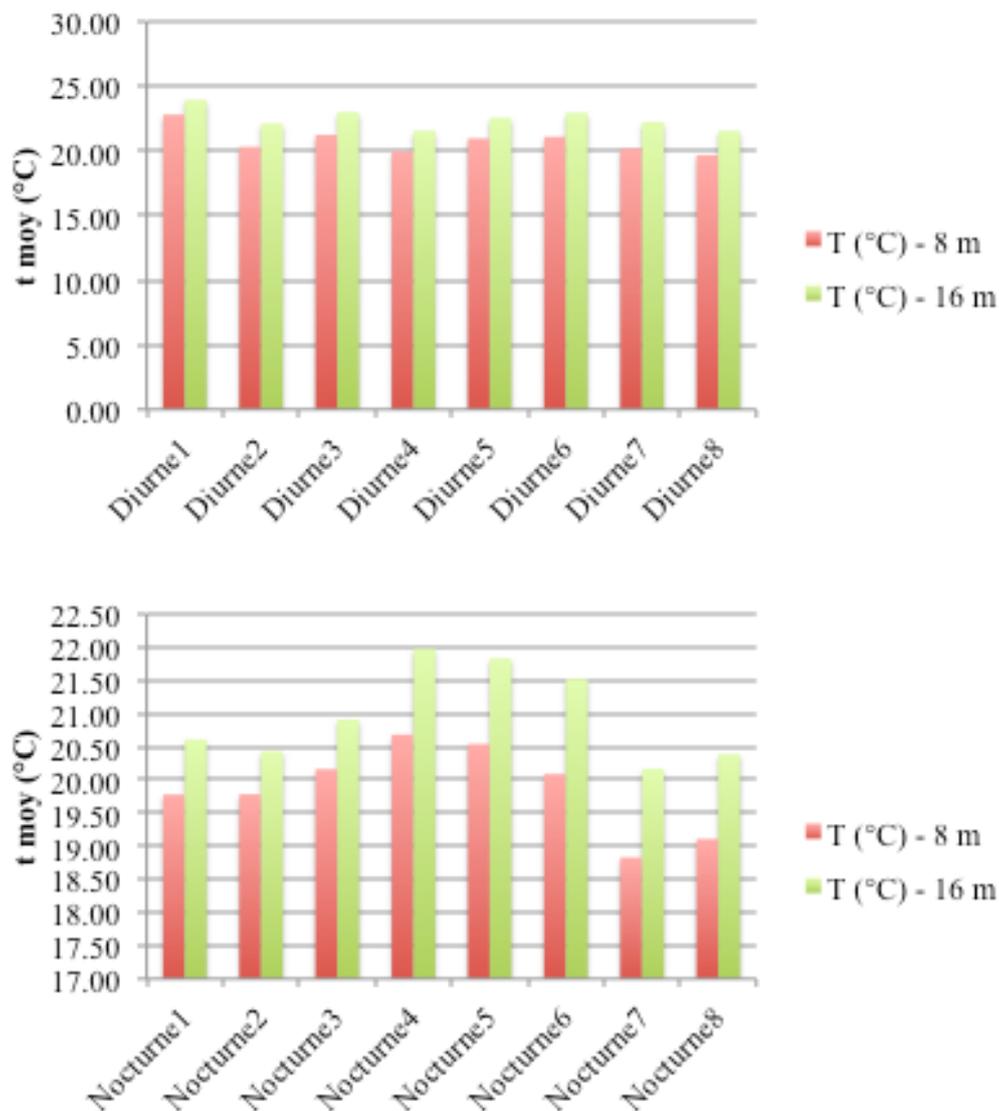


Figure 29. Températures moyennes diurnes (haut) et nocturnes (bas) à 1,5 m, 8 m et 16 m au dessus du sol sur la placette de Carbet.

Le graphique ci-dessous (Figure 30) présente les hygrométries moyennes diurnes et nocturnes sur 8 jours d'enregistrement.

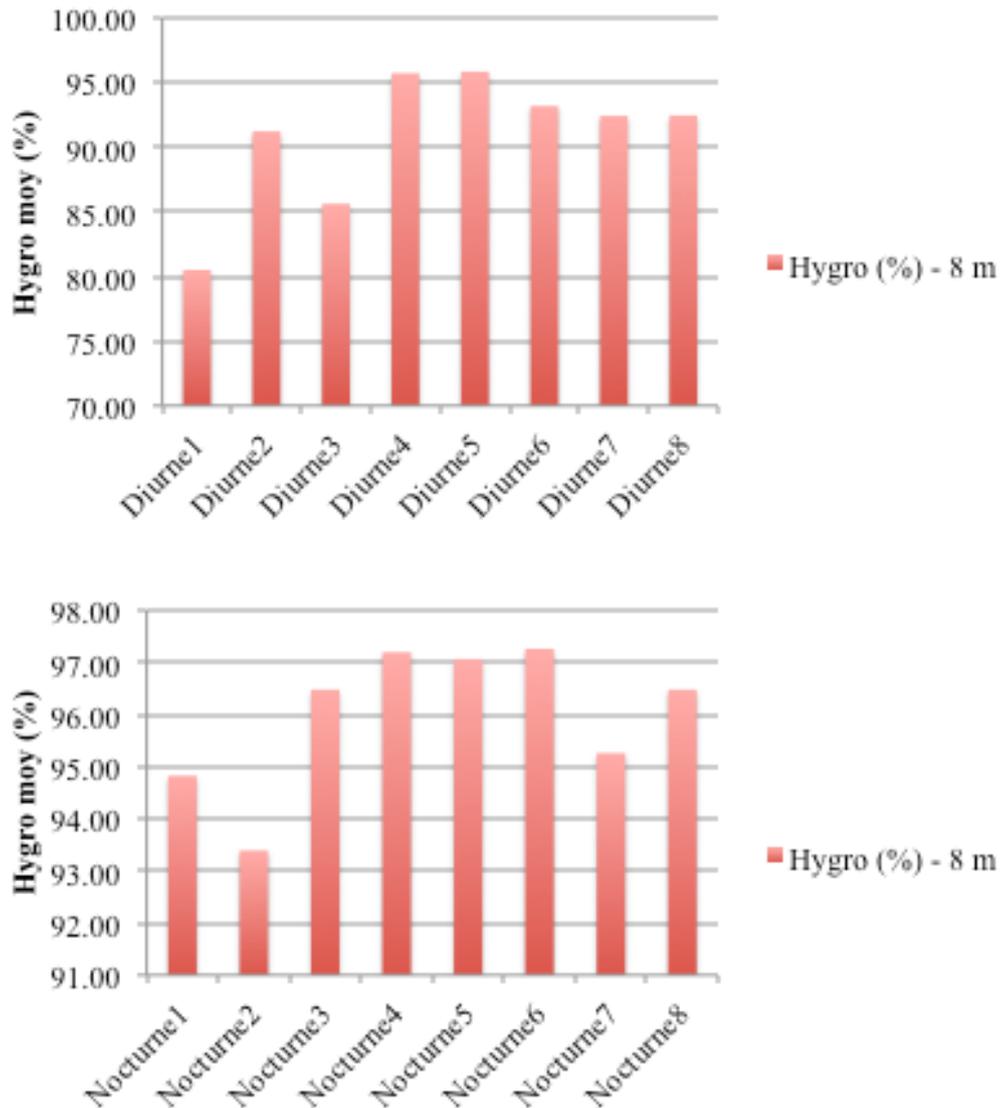


Figure 30. Hygrométries moyennes diurnes (haut) et nocturnes (bas) à 1,5 m, 8 m et 16 m au dessus du sol sur la placette de Carbet.

Le graphique ci-dessous (Figure 31) présente les températures et hygrométries maximales au cours de la journée sur 8 jours d'enregistrement.

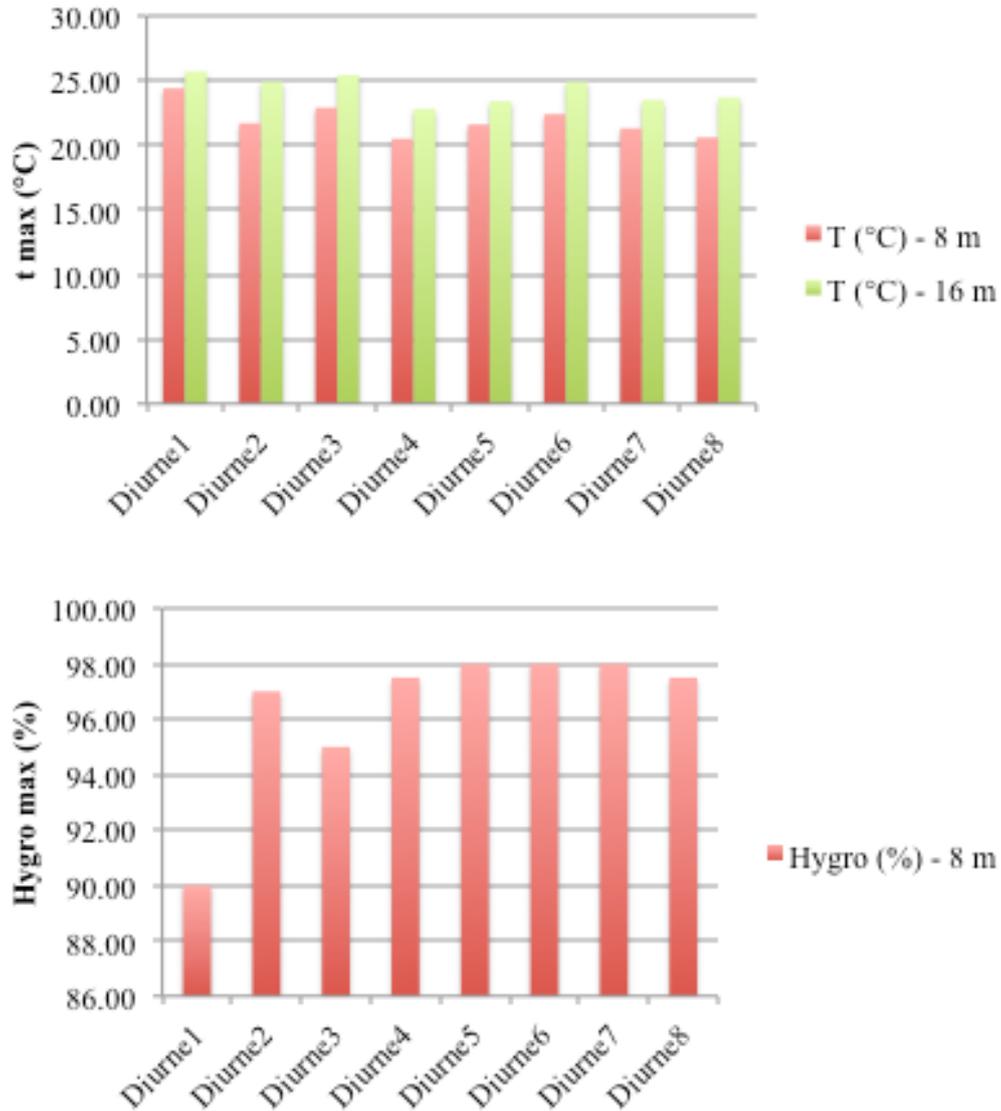


Figure 31. Températures (haut) et hygrométries (bas) maximales au cours de la journée à 1,5 m, 8 m et 16 m au dessus du sol sur la placette de Carbet.

Le graphique ci-dessous (Figure 32) présente les températures et hygrométries minimales au cours de la nuit sur 8 jours d'enregistrement.

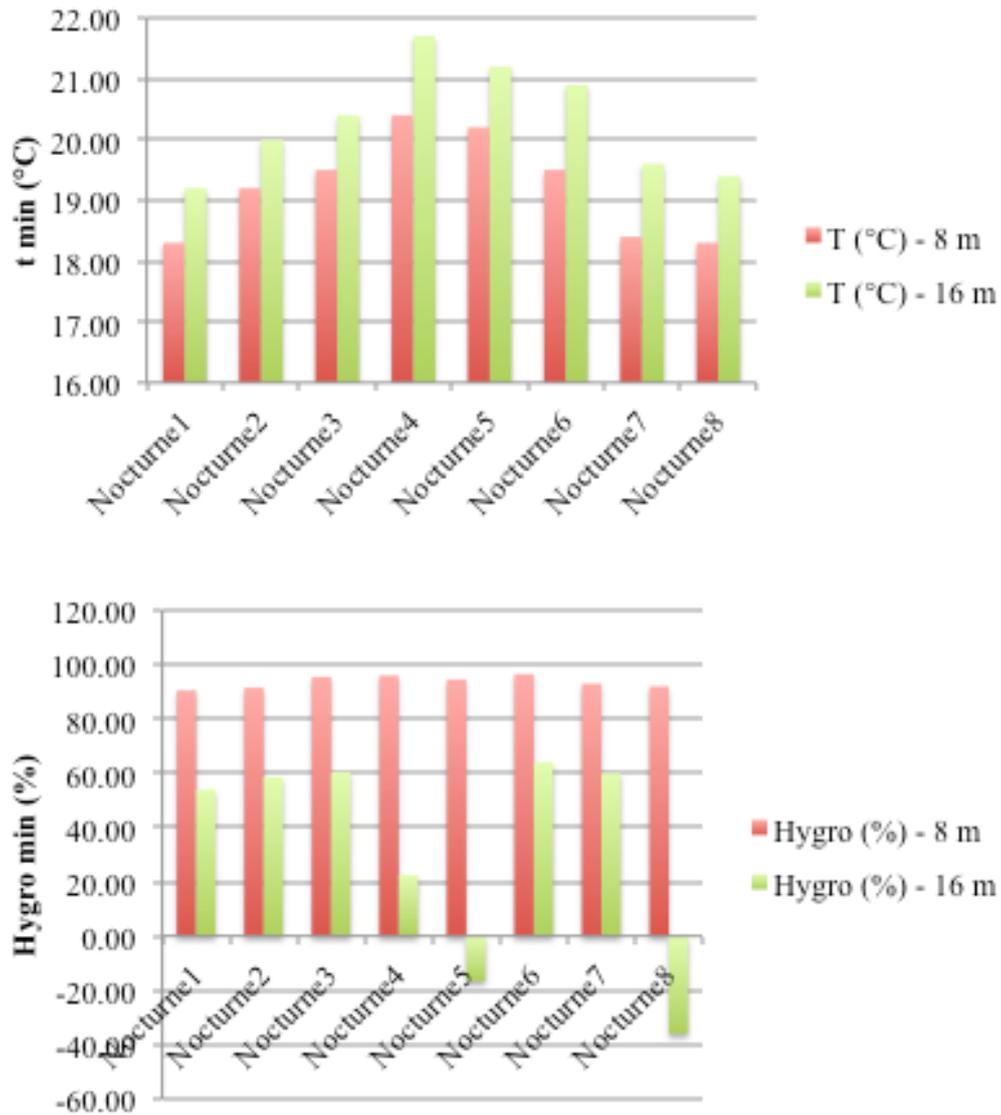


Figure 32. Températures (haut) et hygrométries (bas) minimales au cours de la nuit à 1,5 m, 8 m et 16 m au dessus du sol sur la placette de Carbet.

Enfin, le graphique ci-dessous (Figure 33) présente les amplitudes de température et d'hygrométrie entre le jour et la nuit sur 8 jours d'enregistrement.

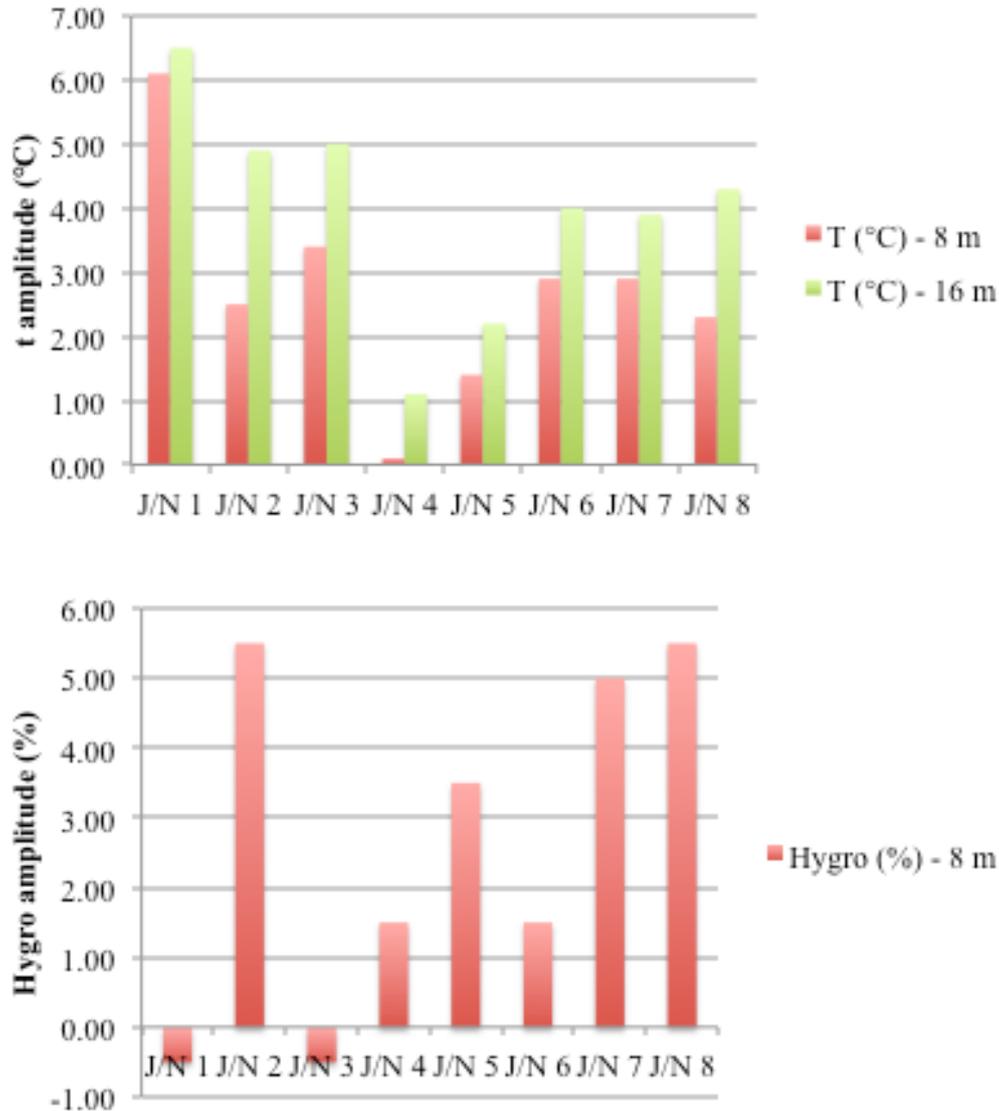


Figure 33. Amplitudes de température (haut) et d'hygrométrie (bas) entre le jour et la nuit à 1,5 m, 8 m et 16 m au dessus du sol sur la placette de Carbet.

4.2.2 Observations herpétologiques

Une journée a été consacrée à ces observations, à savoir le vendredi 26 Mai 2017. Une seconde journée avait été planifiée le jeudi 1^{er} Juin 2017. Les observations ne pourront se faire pour cause de pluie. Cependant, les observations du 26 Mai sont significatives si elles sont mises en corrélation avec celles, au sol, du 24 Mai, date à laquelle ont été installés les capteurs.

Mercredi 24 Mai 2017

10h31 : Communication entre un mâle *A. m. alliaceus x marmoratus* (Figure 34) à 3,50 m du sol et une femelle (Figure 35) localisée 50 cm au dessus. Ces deux individus sont tout d'abord sur un arbre de faible circonférence localisé à 30 cm de l'arbre n° 1990 (*Amanoa caribaea* d'une circonférence de 103 cm). Les interactions sont nombreuses : extension du

fanon, head bobbing. Suite à ces interactions, le mâle saute sur l'arbre 1990 et la femelle remonte le petit.



Figure 34. *Anolis* mâle. 24/05/2017 – 10h31 – Placette Carbet



Figure 35. *Anolis* femelle. 24/05/2017 – 10h31 – Placette Carbet

Vendredi 26 Mai 2017

Il a énormément plu dans la nuit. A l'arrivée sur site (08h25), le ciel est couvert et le taux d'hygrométrie très élevé (environ 85%).



Figure 36. *Anolis* mâle. 26/05/2017 – 09h41 – Placette Carbet

08h45 : début des observations au sommet de l'arbre.

09h41 : le mâle du mercredi précédent est observé sur l'arbre n° 1990 à une hauteur d'environ 16 m (Figure 36). Après 10 mn passées à cette hauteur, il monte dans la canopée sur des brindilles de faibles diamètres et disparaît.

L'observation se termine à 12h00 sans que l'individu (ou d'autres) soit observé.

En conclusion, il semble que le mâle occupe le même territoire représenté par un ou deux arbres qui forment une entité territoriale.

4.2.3 Observations entomologiques

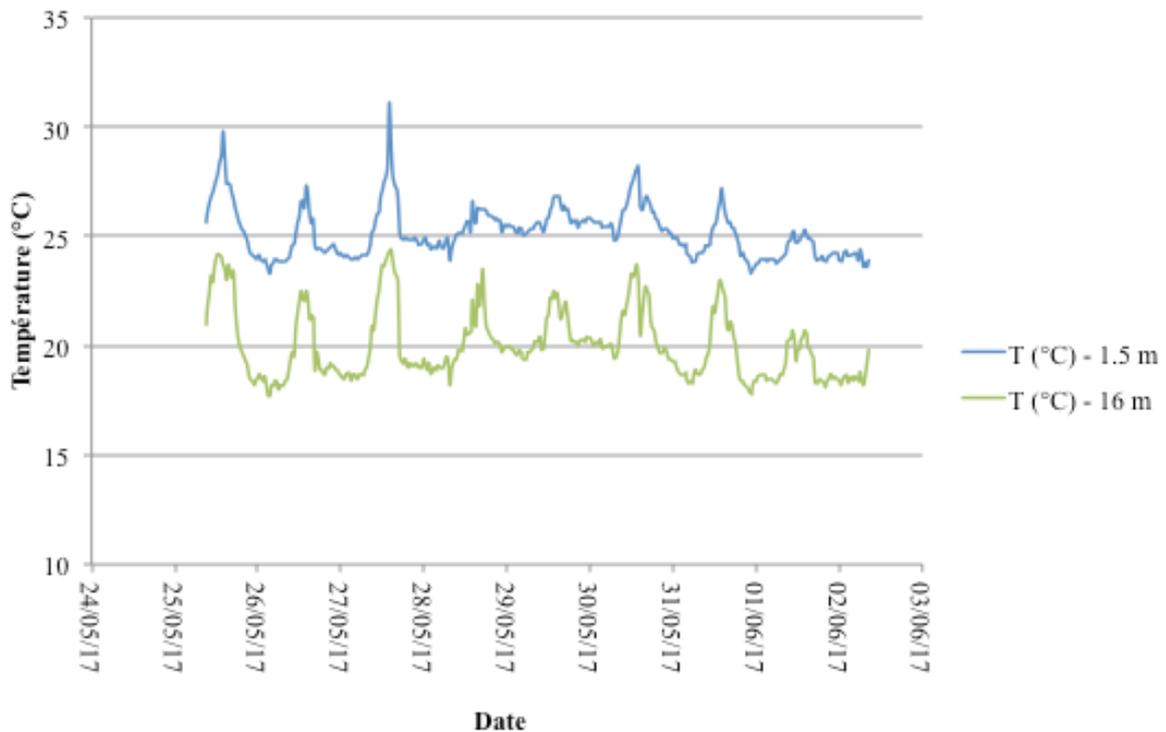
Deux sessions de piégeage d'insectes ont été réalisées sur ce site, avec peu de résultats. Seul l'ordre des Diptères avec deux espèces est recensé sur ce site. Le battage n'a donné aucun résultat. La pose de toile crylée s'est révélée inefficace et le battage également.

4.3 Bain Jaunes

4.3.1 Données climatiques

Les capteurs ont été installés le mardi 23 Mai 2017 à 11h35. Ils ont été retirés le vendredi 02 Juin à 09h00. Les résultats présentés sont ceux des capteurs installés à 1,5 m et 16 m au dessus du sol pour les données de température et des capteurs installés à 1,5 m, 8 m et 16 m du sol pour les données d'hygrométrie.

Le graphique ci-dessous (Figure 37) présente les résultats bruts de température et d'hygrométrie du 25/5/2017 09h00 au 2/6/17 08h30.



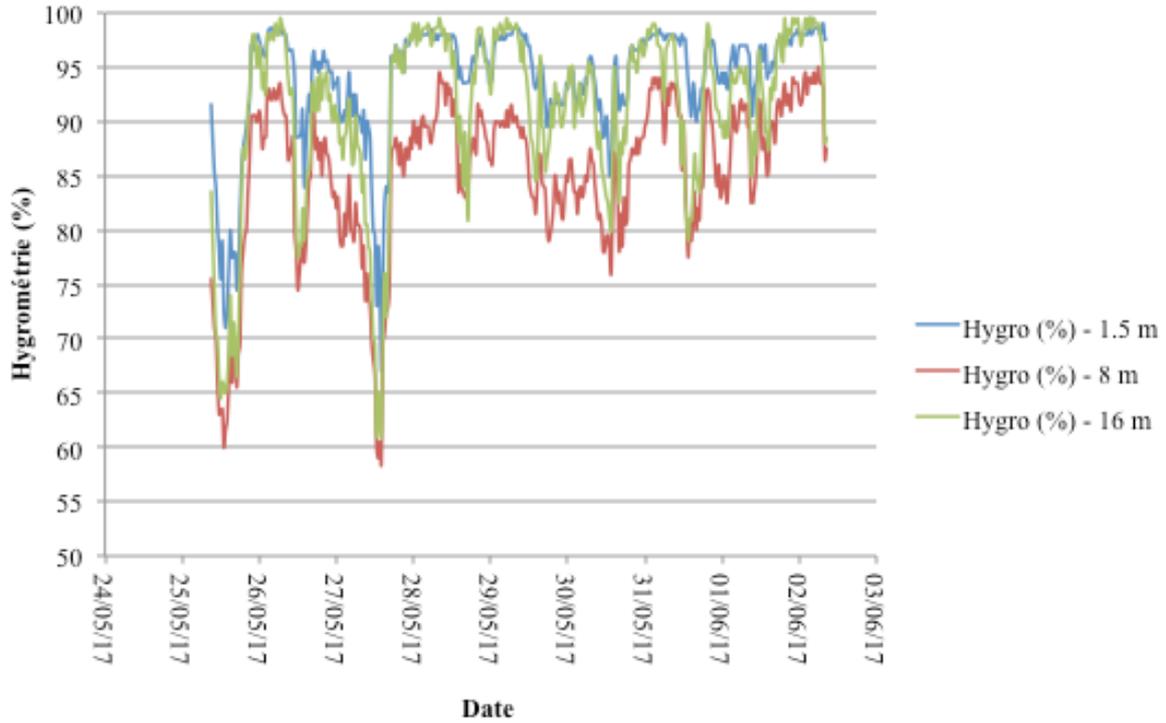
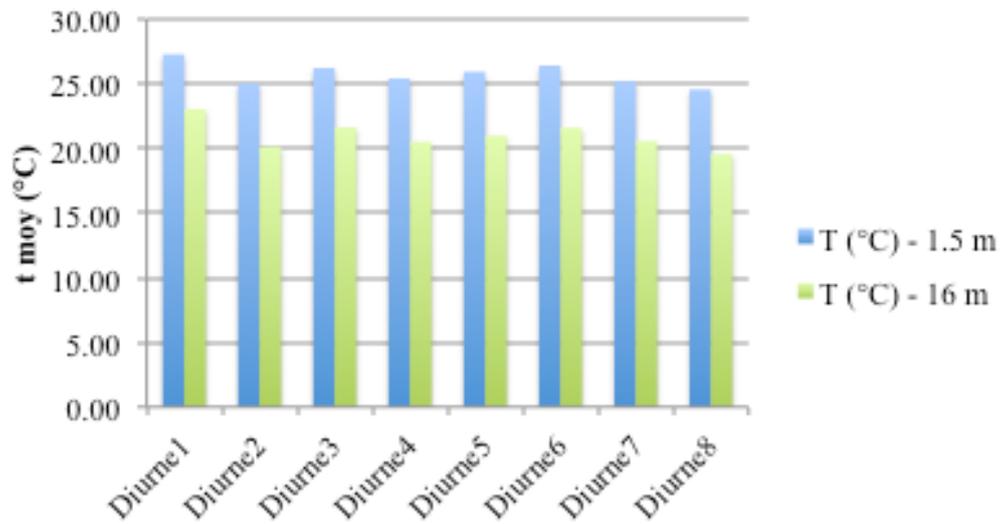


Figure 37. Relations entre la date de mesure est la température (haut) et l'hygrométrie (bas) à 1,5 m, 8 m et 16 m au dessus du sol sur la placette de Bains Jaunes.

Le graphique ci-dessous (Figure 38) présente la moyenne des températures diurnes et nocturnes sur 8 jours d'enregistrement.



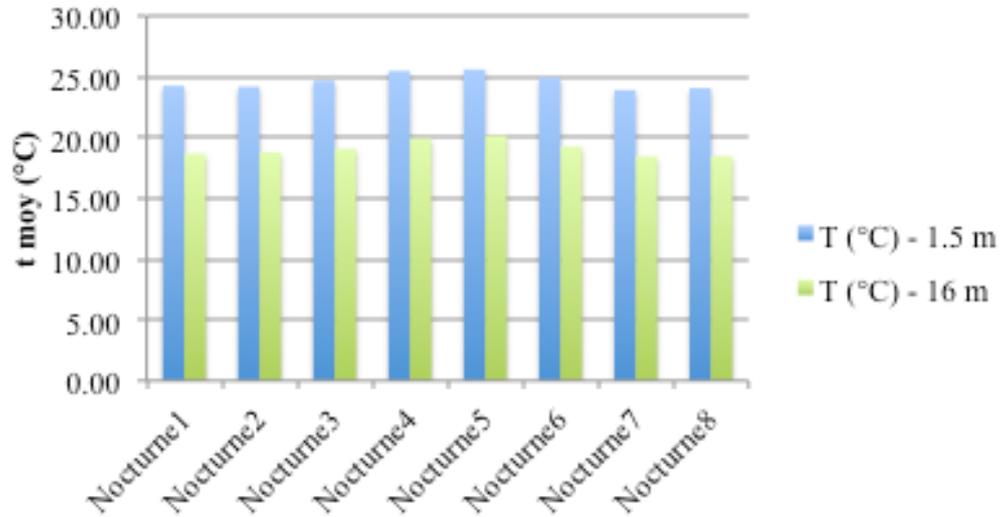
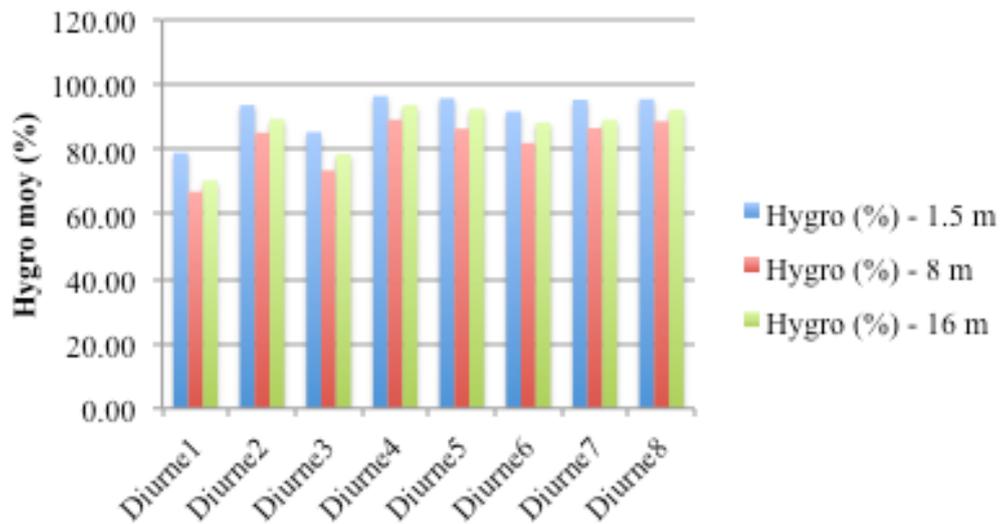


Figure 38. Températures moyennes diurnes (haut) et nocturnes (bas) à 1,5 m, 8 m et 16 m au dessus du sol sur la placette de Bains Jaunes.

Le graphique ci-dessous (Figure 39) présente les hygrométries moyennes diurnes et nocturnes sur 8 jours d'enregistrement.



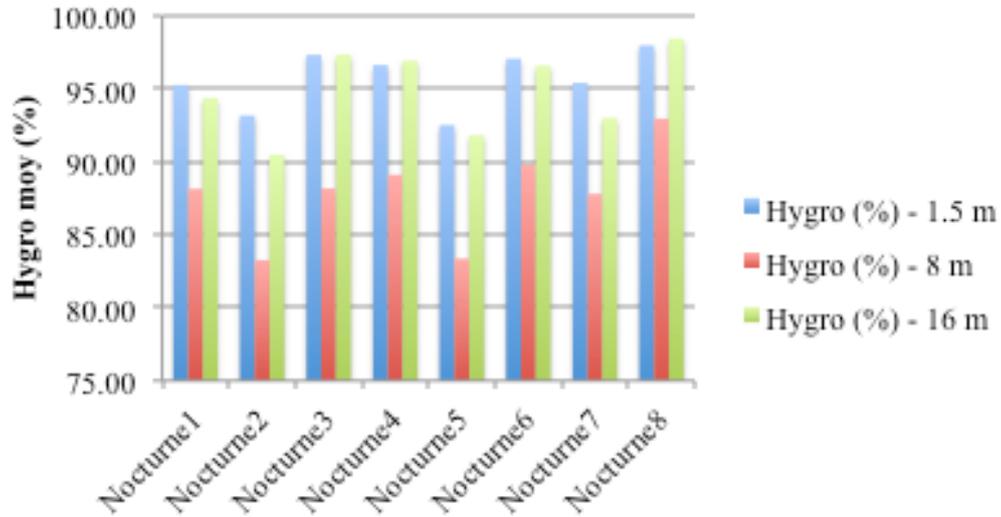
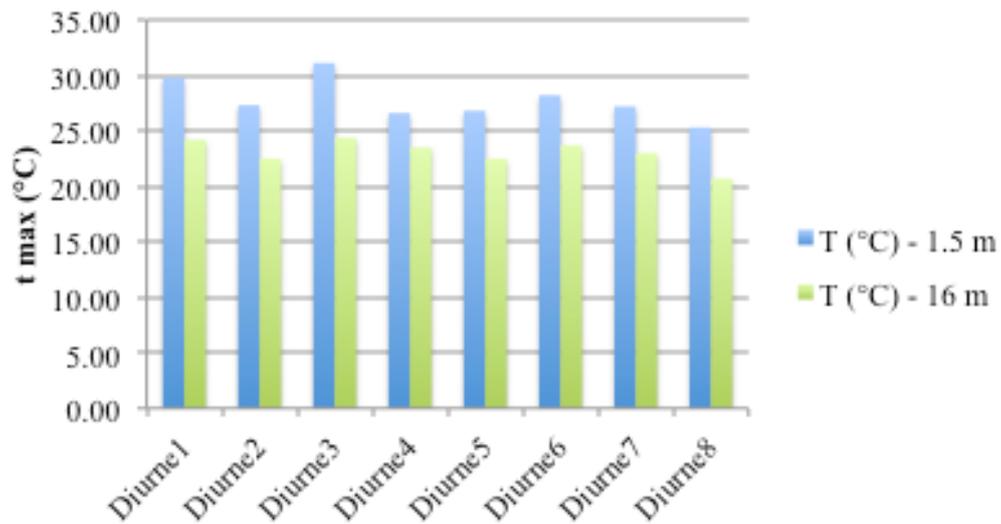


Figure 39. Hygrométries moyennes diurnes (haut) et nocturnes (bas) à 1,5 m, 8 m et 16 m au dessus du sol sur la placette de Bains Jaunes.

Le graphique ci-dessous (Figure 40) présente les températures et hygrométries maximales au cours de la journée sur 8 jours d'enregistrement.



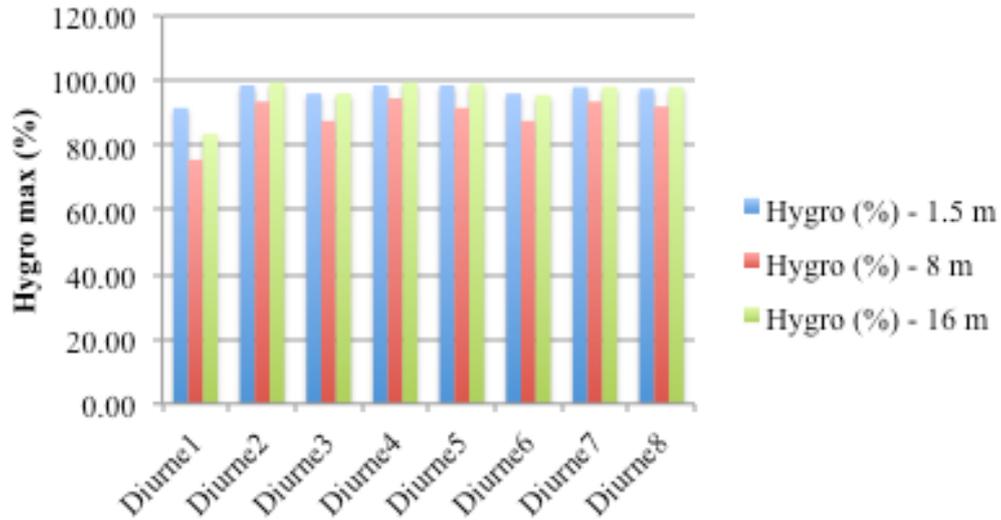
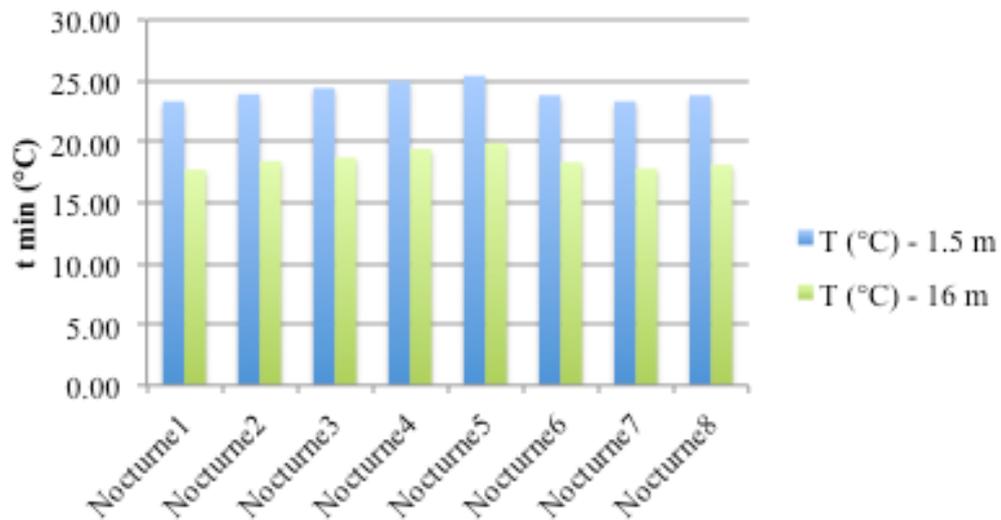


Figure 40. Températures (haut) et hygrométries (bas) maximales au cours de la journée à 1,5 m, 8 m et 16 m au dessus du sol sur la placette de Bains Jaunes.

Le graphique ci-dessous (Figure 41) présente les températures et hygrométries minimales au cours de la nuit sur 8 jours d'enregistrement.



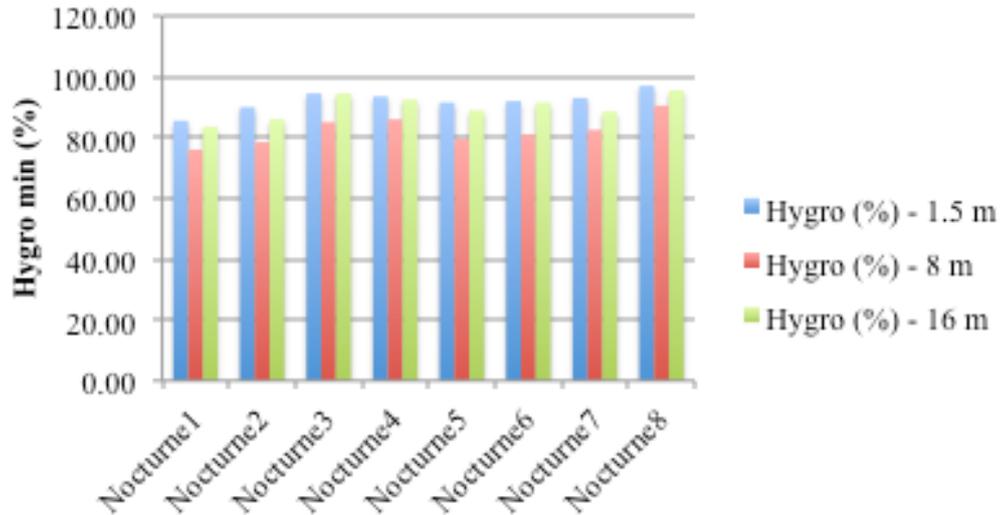
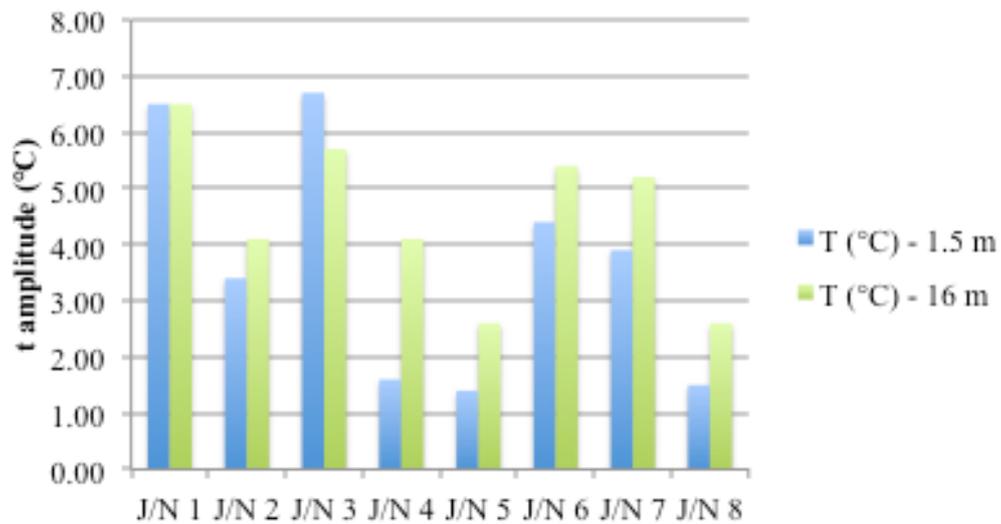


Figure 41. Températures (haut) et hygrométries (bas) minimales au cours de la nuit à 1,5 m, 8 m et 16 m au dessus du sol sur la placette de Bains Jaunes.

Enfin, le graphique ci-dessous (Figure 42) présente les amplitudes de température et d'hygrométrie entre le jour et la nuit sur 8 jours d'enregistrement.



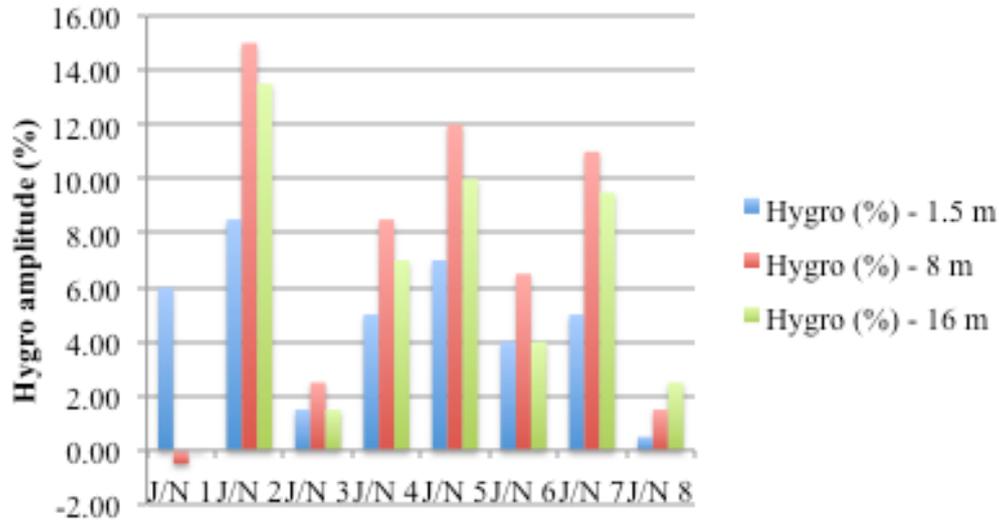


Figure 42. Amplitudes de température (haut) et d'hygrométrie (bas) entre le jour et la nuit à 1,5 m, 8 m et 16 m au dessus du sol sur la placette de Bains Jaunes.

4.3.2 Observations herpétologiques

Une journée a été consacrée à l'observation des *Anolis*, à savoir le mardi 30 Mai 2017. L'installation au sommet de l'arbre a été finalisée à 9h00. La redescente s'est faite à 12h00. Le temps était sec avec des rafales de vent très importantes. Aucun individu n'a été observé.

Une autre journée d'observation avait été planifiée le dimanche 28 Mai 2017. Cependant, des pluies abondantes nous ont obligé à nous replier.

4.3.3 Observations entomologiques

Cette station a fait l'objet de deux sessions de piégeage aérien, un essai de toile cryldée sur le tronc et battage. Le piégeage avec bouteille a été de loin le plus productif avec 5 ordres collectés : Diptera, Neuroptera, Orthoptera, Coleoptera, Thysanoptera.

Au total, 36 insectes ont été capturés sur ce site dont peut-être deux nouvelles espèces pour la science : un Grillon du genre *Orocharis* et un Neuroptère du genre *Chrysopa*.

5 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

5.1 Méthodologie d'accès à la canopée

Cette partie a été le premier succès de la mission. En effet, nous avons démontré de la faisabilité d'accéder à la troisième dimension de la forêt, la verticalité, par une méthode d'exploration simple et non invasive pour les arbres, l'exploration par le biais de cordes amovibles posées à partir du bas (Figure 43). D'une part cette méthode permet, pour tout individu formé à ces techniques, d'accéder au sommet d'un arbre en moins d'une demi-heure. D'autre part, elle permet, à partir d'un point d'ancrage, d'explorer d'autres arbres aux alentours, voire, par une exploration de proche en proche, l'ensemble des arbres sur un placeau.



Figure 43. Installation d'une corde d'accès au sommet de la canopée

Si nous osions une comparaison, c'est comme si auparavant, en milieu marin, on explorait cet environnement en palme-masque et tuba pour passer à la plongée en combinaison autonome. L'analyse scientifique change de dimension et tout un univers s'ouvre à nos yeux en offrant une infinité de perspectives scientifiques nouvelles.

Donc, en ce qui concerne l'accès à la canopée dans l'optique d'études scientifiques, cette mission a montré que les techniques employées par les arboristes sont très efficaces, souples et permettent d'adapter la grimpe aux problématiques des chercheurs. Ces techniques permettent également de s'adapter aux contraintes imposées par les arbres eux-mêmes. Nous pouvons, à l'issue de cette étude et grâce à la formation dispensée par Jérémie Thomas (EnQuête d'Arbres), conclure que la technique d'arboriste est la mieux adaptée à une exploration fonctionnelle de la canopée de la Guadeloupe.

5.2 Climatologie

La méthodologie de pose des capteurs s'est avérée être un succès. En effet, le retrait intégral du bouchon protégeant le capteur a permis d'acquérir des données d'hygrométrie en cohérence avec la réalité du terrain (et non des valeurs avoisinant le 100% comme cela a été le cas pour des acquisitions antérieures). Par contre, la limite est la valeur absolue des

résultats. En effet, ces capteurs nécessitent une procédure régulière de calibration en usine pour corriger l'effet du temps sur la dérive du signal. Or, cette calibration n'ayant pas été faite depuis 2016, il est difficile d'accorder un crédit scientifique aux valeurs absolues obtenues. C'est pourquoi nous nous sommes essentiellement intéressés aux variations des valeurs, intra- ou inter-capteurs.

Enfin, il s'avère qu'au moins 3 capteurs sont défectueux (N79902, N79903, N79907). Il n'y a que pour la station de Bras David que nous avons réussi à obtenir un jeu complet de données sur l'ensemble de la période d'acquisition.

Sur la placette de **Bras David**, les amplitudes thermiques entre le jour et la nuit sont toujours plus importante au sommet de l'arbre (20 m) qu'au pied (1,5 m). Il fait donc plus chaud dans la canopée le jour, avec un gradient qui diminue avec la hauteur, et globalement plus froid la nuit. Cependant, pour la nuit, le gradient est moins important, et peut même s'inverser (nuit 5).

En ce qui concerne l'hygrométrie, ces résultats sont globalement inversés, avec cependant une hygrométrie qui reste proche de 100% en bas de l'arbre, et qui présente de grandes variations au milieu et au sommet avec des différences pouvant atteindre 12%.

Donc, à Bras David, plus on monte dans l'arbre la journée, plus il fait chaud et sec. La nuit, la température est plus faible en haut, avec une hygrométrie qui reste également plus faible. Les paramètres climatiques restent donc plus stables en bas avec une très forte hygrométrie, et présentent des variations qui augmentent avec la hauteur.

Sur la placette **Bains jaunes**, nous retrouvons ces résultats en ce qui concerne le paramètre température. Par contre, si l'on observe les mêmes variations pour l'hygrométrie entre le bas et le milieu de l'arbre, il y a une inversion au sommet. Ces résultats peuvent être interprétés par des pluies récurrentes à la tombée de la nuit qui induisent une hygrométrie importante au sommet. Par contre, la canopée protégeant relativement les strates inférieures, nous y retrouvons les mêmes résultats qu'à Bras David.

Enfin, en ce qui concerne la placette de **Carbet**, le nombre de capteurs défectueux (2) nous empêche de procéder à la même analyse. Cependant, si l'on ne s'intéresse qu'à la température, les mêmes gradients que précédemment sont observés.

5.3 Herpétologie

Comme nous l'avons expliqué précédemment, nous n'avons, au cours de cette mission, opéré à aucune capture d'individus. En effet, il s'avère que la population est très faible au regard de nos observations. Par contre, les individus observés (essentiellement des mâles) semblent occuper des territoires qui occupent des volumes très importants. Ces volumes sont essentiellement inscrits dans des hauteurs comprises entre 10 et 20 m par rapport au sol, avec des incursions exceptionnelles en dessous. Il est à noter que contrairement à ce que nous avons observé dans les autres biomes de la Guadeloupe, le territoire ne concerne pas uniquement un arbre avec une répartition classique des mâles entre le tronc et les premières branches, les femelles entre le tronc et le sol et les juvéniles sur les racines. Même si nous avons retrouvé de manières exceptionnelles des juvéniles et des femelles proches du sol, le territoire concerne un espace végétal interconnecté dans lequel les individus peuvent se déplacer en marchant ou courant sur le tronc et les branches, ou en sautant en

contre-bas sur des feuilles. Nous n'avons d'ailleurs observé des sauts vers le haut que pour se déplacer du sol vers le tronc (1 femelle). Les sauts vers le haut semblent donc exceptionnels dans la canopée. Dès lors, le territoire ne concerne plus qu'un seul arbre, mais un ensemble d'arbres qui créent cet espace interconnecté.

Ces territoires peuvent être mis en corrélation avec les données climatiques, puisque c'est dans ces zones que l'hygrométrie est moindre, et que la température est la plus importante. En effet, il ne faut pas perdre de vue que les anoles de la forêt ombrophiles sont thermo-conformes, contrairement à ceux des espaces plus ouverts de la côte qui seraient thermo-régulateurs. En forêt, les sources de chaleur sont rares. Les anoles ne peuvent donc compter sur un « approvisionnement » continu comme dans des espaces plus ouverts pour maintenir une température corporelle constante.

Il est à noter que cette ressource énergétique est d'autant plus rare qu'elle est accessible dans des espaces ouverts dans la canopée (espaces auxquels accèdent les rayons du soleil). Ces espaces sont des lieux qui sont donc également accessibles par les oiseaux, dont certains sont des prédateurs naturels des anoles. Ainsi, ces derniers se trouvent contraints entre la nécessité d'accéder à une source de chaleur, tout en se prémunissant de la pression de prédation des oiseaux.

Nous avons expliqué précédemment que le territoire des anoles se définit dans un espace végétal interconnecté qui commence au milieu de la hauteur des arbres et se termine au sommet. La question est dès lors de déterminer ce qui limite cet espace d'un point de vue horizontal, puisque la densité importante de la forêt (environ 1000 arbres par placette) induit une interconnexion quasiment complète du couvert végétal. Une hypothèse de la limite de ces territoires serait la biomasse disponible, et en particulier d'un point de vue entomologique, puisque disponible en continu. En effet, même si les anoles sont également frugivores, cette ressource végétale reste discontinue (nectar des fleurs, fruits) et ne peut assurer un apport énergétique continu et suffisant aux individus.

5.4 Entomologie

Les méthodes employées dans cette étude sur la canopée se sont révélées peu efficaces, mis à part l'emploi de pièges aériens appâtés à la banane, à la bière et au vin. Au total, 54 individus appartenant à 5 ordres ont pu être collectés, ce qui est très inférieur aux populations collectées par les mêmes méthodes en zone ouvertes ou boisements secs.

Malgré cela, et nous le présagions, des espèces nouvelles ont pu être capturées. Au moins deux sont concernées, dans les ordres Neuroptera et Orthoptera. Ces genres sont des importants dans le fonctionnement des écosystèmes forestiers. En effet, les neuroptères sont carnivores et les orthoptères herbivores et folivores. L'examen ultérieur des autres individus capturés permettra sans doute de découvrir d'autres espèces nouvelles dans les diptères et les coléoptères. C'est une des réussites majeures de cette mission. Ainsi, la découverte d'espèces nouvelles d'insectes justifie selon nous d'envisager la poursuite du programme, (i) dans l'optique de l'amélioration des connaissances de la biodiversité en cœur de Parc, (ii) de contribuer à définir les proies potentielles des *Anolis* en canopée et (iii) de contribuer à une meilleure connaissance des réseaux trophiques dans ce milieu.

Bien entendu, les résultats définitifs des identifications seront donnés ultérieurement. Les différents insectes seront envoyés aux différents spécialistes des ordres concernés pour

identification. Puis, ces identifications donneront lieu à des publications dans des revues scientifiques.

Malgré ces intéressantes découvertes, il est indispensable, dans l'optique de la poursuite de cette étude sur les réseaux trophiques dans la canopée, de faire évoluer les techniques de capture, mais également leur fréquence. Ainsi, nous suggérons que les inventaires entomologiques puissent être poursuivis **de manière** dans le cadre d'une étude longitudinale d'au moins un an.

En outre, nous avons envisagé de tester la possibilité de pratiquer les captures de nuit à l'aide d'un drap blanc dans la canopée. S'il n'y a aucune difficulté technique pour cette procédure, la météorologie a été un facteur limitant, puisque la pluie, fréquente dans ces sites à la tombée de la nuit, ne permet pas la pratique du drap.

Pour ce qui est des interactions avec les *Anolis*, il conviendrait de procéder à l'étude des contenus stomacaux et de comparer les restes aux espèces qui sont recensées dans la canopée. Nous pourrions ainsi orienter les recherches soit vers les proies occasionnelles rencontrées au cours des déplacements dans les arbres, soit vers les proies offrant une ressource à peu près constante (fourmis ou termites).

5.5 Conclusion générale

La forêt ombrophile en cœur de parc est une forêt où les arbres présentent tous une hauteur maximale de 20 m. Il n'y a donc pas d'émergents  raison essentielle est le vent qui est continu toute l'année, avec des périodes cycloniques récurrentes. Même si la structure des arbres leur permet d'y résister, le cyclone Hugo (1989) a fait des ravages assez importants. Ainsi, il est étonnant de voir que contrairement à ce que nous attendions, il n'existe pas de corrélation entre la circonférence des arbres et leur hauteur. 

Dans cette forêt ombrophile particulière et caractéristique des milieux insulaires, le climat dépend de la hauteur à laquelle on se trouve, avec des gradients de température et d'hygrométrie importants entre le bas et le sommet des arbres. De manière générale, le climat est relativement stable au sol avec une hygrométrie très importante et souvent proche de 100%. Plus on monte dans la canopée, plus l'hygrométrie diminue et plus les gradients de température augmentent : il y fait plus chaud le jour, et plus froid la nuit.

Ces conditions favorables entre le milieu et le sommet des arbres font que les *Anolis*, et en l'occurrence ici *Anolis marmoratus alliaceus* y ont établi leurs territoires, en utilisant différentes formes de locomotion telles que la marche, la course et le saut en contrebas, tout en utilisant énormément le camouflage pour se prémunir des prédateurs.

Cependant, nos observations herpétologiques et entomologiques montrent que les populations, contrairement aux milieux anthropisés, sont très faibles et se déplacent sur de grands territoires. Ainsi, il semblerait que l'anthropisation soit un facteur important d'augmentation de la biomasse, voir de biodiversité, même si ici nous n'avons à faire qu'à une seule espèce d'*Anolis* sur le territoire de la Guadeloupe.

En conclusion, les anoles sont présent dans la forêt ombrophile du cœur de parc, et vivent, comme nous en avons posé l'hypothèse, dans la canopée de la forêt. Il importe de préciser que nous entendons par canopée un espace tri-dimensionnel et interconnecté, qui

présente une géométrie architecturale complexe comprise entre le milieu et le sommet des arbres. Le territoire des anoles semble être une réponse à des compromis entre différentes contraintes intra- et inter-individuelles :

- Thermorégulation et donc accès à des sources de chaleur ;
- Se prémunir des prédateurs et en particulier des oiseaux qui accèdent aux espaces ouverts dans la canopée ;
- Accéder à une biomasse qui compense les dépenses énergétiques des individus au cours de leurs locomotions.

5.6 Perspectives

Cette étude préliminaire nous a ouvert un champ infini de perspectives, uniquement par le fait d'avoir démontré la faisabilité de mener des études scientifiques dans une nouvelle dimension de la forêt tropicale, la dimension verticale.

Cependant, pour aller au-delà, il semble nécessaire de développer des études longitudinales pour suivre l'évolution des différentes populations animales en corrélation avec la structure de la forêt et des conditions climatiques. Ces études, intégrant des observations de terrains et des aspects plus fondamentaux (modélisation 3D de la structure de la canopée, évaluation biomécanique de la consommation énergétique des individus, etc.), nécessitent des moyens humains et financiers sans aucune mesure avec les moyens mis en œuvre depuis 2006 et le début des études que j'ai pu mener sur la répartition des *Anolis* sur la Guadeloupe et ses dépendances.

Chabeuil, le 05 Juin 2017