



Année universitaire 2017-2018

ETUDE DU SIGNAL INCENDIE DE LA SEQUENCE DE VALKANAERS (GOURBEYRE, GUADELOUPE) : RECONSTITUTION DE L'HISTOIRE DES FEUX ET LEURS IMPLICATIONS EN GUADELOUPE ET DANS LES CARAÏBES.

Présenté par Margaux Rivier

Sous la direction de Didier Galop, Directeur de recherche CNRS UMR 5602

et le tutorat de Gwenaël Magne, Doctorant à l'ISEM (UMR 5554).

Mémoire présenté le 26/06/2018. devant le jury du Master

Mémoire de **Master 2** mention **Histoire, Arts et Archéologie**

Spécialité *Arts et Cultures de la Préhistoire et de la Protohistoire : Europe, Afrique*

Sommaire

Remerciements	3
Introduction	4
Cadre géographique et paléoenvironnemental	4
L'Archéologie dans les Caraïbes	6
Cadre chrono-culturel	6
Le signal incendie	9
I/ Matériel et Méthodes	11
I.1/ Etude de la carotte sédimentaire Valkanaers (Basse-Terre, Guadeloupe)	11
I.2. L'étude de la fréquence des feux.	13
II. Résultats	16
II.1/ Datations et données brutes	16
II.2/ Description stratigraphique des niveaux sédimentaires	16
II.3/ Contenu en micro-charbons	17
II.4/ Pics d'incendies et fréquences des feux.	19
III. Discussion	23
III.1/ Le signal incendie de Valkanaers : analyse des données	23
III.2/ Le signal incendie de Valkanaers : un signal climatique ?	25
III.3/ La part de l'anthropisation dans le signal incendie de Valakanaers.	28
III.4/ Les dynamiques de colonisations humaines et le paléoenvironnement dans les Caraïbes.	31
Conclusion	33
Liste des Figures	35
Bibliographie	37
Annexe I : Détails et justification des paramètres sélectionnés pour le traitement des données par le logiciel CharAnalysis	49
Annexe II : Photographies et caractéristiques des microcharbons de la carotte de Valkanaers.	50

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mon directeur de recherche Didier Galop, qui m'a accueillie à bras ouverts, mais qui m'a aussi confié un sujet passionnant. Merci pour ta patience, ton temps, ta confiance et ton entrain.

Un grand merci également à mon tuteur Gwenaël Magne. Tu as toujours été là lorsque j'en avais besoin, tu m'as accueillie au court de mes périples (Aix-en-Provence, Montpellier) et tu m'as formée avec patience, pédagogie et bonne humeur. Pour tout cela, merci.

Je remercie le laboratoire Géode et ses occupants pour leur accueil, et plus particulièrement : Guillermo, William, Léonel, Sylvie Guillaume, Guirec Ollivier, Florence Mazier qui m'ont souvent « ouvert des portes » au sens littéral et qui n'ont pas hésité à m'aider.

Je tiens également à remercier le laboratoire ISEM de Montpellier et ses membres, qui m'ont accueillie pendant quelques jours avec beaucoup de gentillesse.

Un grand merci à ma mère qui m'a toujours soutenue et a également corrigé l'intégralité de ce mémoire, ainsi qu'à mon frère pour son soutien, sa grande philosophie et sa bonne humeur permanente. Un grand merci à Pascal pour son soutien sans failles. Merci également à mon père et Fanny pour ces bons moments.

À présent, merci à mes amies et colocataires Marie et Alizé. Votre gaité, vos rires, votre soutien et vos conseils ont été pour moi des piliers durant cette année. Je n'oublierai jamais Brenda et Jean-Mi.

Je remercie également mes amis : Camille, Maxime, Jofroi, Guitou, ma Pupinette, Cécile, Clément, Maxou, Geoffrey, Florian., Guilhem. Vous m'avez tous accompagné cette année dans les bons comme dans les mauvais moments.

Un clin d'œil à ma promotion de Master 2. Même si nous ne nous sommes pas beaucoup vus cette année, la bonne humeur était toujours au rendez-vous.

Un énorme merci à Dali ! Sans toi j'aurais eu beaucoup de mal à terminer mon mémoire !

Enfin, merci à Agathe Robin qui m'a redonné goût aux sciences environnementales et à leur enseignement, et qui a participé à réveiller chez moi cette passion.

Introduction

Les dynamiques de colonisation et les modalités d'occupation du sol par les populations précolombiennes dans les Caraïbes sont difficiles à identifier à cause des processus taphonomiques et de l'inondation des paysages due à la montée du niveau de la mer, ainsi qu'à d'un faible développement des recherches sur ces points. Ces processus altèrent l'intégrité des preuves matérielles de la présence de ces populations. Nous avons donc choisi d'étudier cet aspect de manière indirecte, à travers l'analyse du paléoenvironnement et plus particulièrement celle de la reconstitution de l'histoire des feux. Cette méthode peut permettre de restituer le cadre environnemental et climatique dans lequel évoluaient ces populations et d'identifier leur impact sur l'environnement.

Cadre géographique et paléoenvironnemental

Notre étude s'inscrit dans le cadre environnemental qu'est l'archipel caribéen. Cet archipel forme un arc d'une trentaine d'îles de tailles différentes qui s'étend de la pointe de la péninsule du Yucatan (Mexique) au bassin de l'Orénoque (Venezuela) et qui sépare la mer des Caraïbes de l'océan Atlantique. La Guadeloupe se trouve au milieu de cet arc insulaire (**Fig. 1**). D'une superficie totale de 1 628,43 km² cette île est en fait séparée en deux par un bras de mer étroit (la Rivière Salée). Elle comprend une partie à l'ouest appelée Basse-Terre et une à l'est, Grande-Terre. La première, humide et montagneuse, abrite le massif de la Soufrière dont le sommet culmine à 1467 m d'altitude, issue d'un volcanisme récent. La seconde en revanche a peu de relief et se caractérise par un climat plutôt sec (Bonnissent 2006). Dans ce contexte insulaire subtropical, les variations et les aléas climatiques peuvent rapidement modifier l'environnement et conditionner l'arrivée et l'implantation humaine (Bonnissent et al. 2007). Appréhender les paléoenvironnements, les paléoclimats et leurs dynamiques est alors essentiel à toute étude archéologique, en particulier dans un milieu si spécifique où les variations climatiques et environnementales dépendent de la topographie de chaque île et des interactions entre l'océan Atlantique et Pacifique qui conditionnent les fluctuations saisonnières (Enfield *et al.* 1999 ; Giannini *et al.* 2000). De plus, la position géographique de cet archipel l'expose à de nombreuses catastrophes naturelles telles que des ouragans ou des tsunamis (Scheffers *et al.* 2009).



Figure 1 : Carte des Caraïbes. Tirée de Bonnissent 2006.

Au cours du dernier maximum glaciaire (19 000 BP), le niveau marin à l'échelle globale était inférieur en moyenne de 151 ± 5 m par rapport à l'actuel et les températures inférieures de 5°C aux températures actuelles dans les Caraïbes (Burnham & Graham 1999 ; Curtis *et al.* 2001 ; Guilderson *et al.* 1994 ; Leyden 1985 ; Webb *et al.* 1997 ; Siegel *et al.* 2015). Le réchauffement global de l'Holocène qui succède à cette période se traduit par une remontée des eaux océaniques, qui atteignent leur hauteur actuelle dans les Caraïbes il y a 2000 ans BP (Gischler 2006 ; Scheffers *et al.* 2009 ; Toscano & Macintyre 2006 ; Toscano & Macintyre 2003 ; Siegel *et al.* 2015). Du début au milieu de l'Holocène (7000 – 3000 BP), les conditions climatiques restent globalement humides ce qui favorise le développement des mangroves, particulièrement dans les zones littorales (Siegel *et al.* 2015 ; Mangini *et al.* 2007). S'en suit une période plus sèche à partir de 3000 BP qui n'est pas uniforme sur l'ensemble de l'archipel et ses environs (comme la péninsule du Yucatan ou le bassin de Cariaco au Venezuela) (Siegel *et al.* 2015 ; Malaizé *et al.* 2011 ; Islebe *et al.* 1996 ; Piperno *et al.* 1990 ; Curtis *et al.* 1996 ; Whitmore *et al.* 1996 ; Haug *et al.* 2001 ; Curtis *et al.* 2001 ; Higuera-Gundy *et al.* 1999 ; Hodell *et al.* 2005). D'après une étude réalisée par Beets *et al.* en 2006, une période sèche et orageuse aurait débuté entre 1150 et 950 BP. C'est dans ce cadre climatique que s'inscrit l'arrivée des premiers habitants des Caraïbes.

L'Archéologie dans les Caraïbes

L'archéologie des Caraïbes est relativement jeune. Si quelques récits ainsi que les premiers travaux exécutés par des « voyageurs » européens du XIX^e siècle traitent des occupations précolombiennes des Antilles (Berard 2005), il faut cependant attendre le début du XX^e siècle pour que les premiers travaux scientifiques concernant l'archéologie caribéenne voient le jour. Le cadre chrono-culturel et les mouvements de populations dans les Antilles ont principalement été élaborés par Irving Rouse (Rouse 1964 ; Rouse 1960 ; Rouse 1986). Ses travaux furent complétés par d'autres recherches durant la deuxième moitié du XX^e siècle (Bullen 1964 ; Bullen & Bullen 1972 ; Allaire 1980 ; Haviser 1991 ; Hoogland & Hofman 1999). Ces derniers ont permis d'affiner les cadres chrono-culturels (Berard 2005 ; Bullen 1964 ; Bullen & Bullen 1972 ; Allaire 1980 ; Haviser 1991 ; Hoogland & Hofman 1999). Aujourd'hui, l'archéologie caribéenne se diversifie grâce à l'introduction dans les recherches de nouvelles problématiques concernant les relations Hommes/Milieus comme : le cadre environnemental dans lequel vit une population, l'identification des ressources disponibles ou encore les impacts anthropiques comme l'aménagement du territoire (Siegel *et al.* 2015 ; Malaizé *et al.* 2011 ; Fitzpatrick & Keegan 2007 ; Boudadi-Maligne *et al.* 2016 ; Cooper & Peros 2010 ; Bonnissent *et al.* 2007 ; Stoetzel *et al.* 2016 ; Rick *et al.* 2013), les organisations géographiques et les mouvements des populations (Callaghan 1990 ; Keegan 1995) et les reconstitutions du cadre environnemental (Berard 2005). Notre travail s'intègre dans cette dynamique de recherche.

Cadre chrono-culturel

Les recherches évoquées ci-dessus ont permis de distinguer trois grandes phases de colonisations par des populations culturellement distinctes dans les Caraïbes. La colonisation par deux groupes précéramiques de chasseurs-pêcheurs-cueilleurs appartenant à la période dite Archaique (Ortoiroïdes et Casimiroïdes) constitue la première vague (Wilson 2001 ; Keegan 1994 ; Rouse 1992 ; Grouard 2007 ; Keegan 2013 ; Perrot-Minnot 2015). Les premières occurrences de présence humaine sur les îles caribéennes ont été identifiées à Cuba, à Hispaniola et à Puerto Rico (Rodriguez Ramos *et al.* 2010 ; Wilson 2007). Certaines de ces occupations sont antérieures à 5000 cal BP (cultures Levisa et Canimar Abajo à Cuba ; Angostura à Porto-Rico ; Vignier II et III à Haïti) (Wilson 2007). Deux périodes ont été établies pour caractériser les différences culturelles : « l'Archaique ancien » (6500-4000 BP) caractérisé par des industries lithiques basées sur la production macro laminaire et « l'Archaique récent »

(4000-2500 BP) qui voit l'apparition de la pierre polie, d'éléments de mouture et d'artefacts en os et en coquillage (Perrot-Minnot 2015). On retrouve le complexe Casimiroïde au nord de l'archipel et celui de l'Ortoïroïde au sud (Wilson 2007), dont la Guadeloupe à partir de 3375 cal BP (**Fig. 2**) (Giovas & Fitzpatrick 2014). La caractérisation de l'Ortoïroïde fait cependant débat, car les sites associés à cette tradition culturelle sont très hétérogènes, de même que le matériel qu'ils abritent. De plus, peu de sites archéologiques de cette époque ont pu être identifiés dans les Petites Antilles Sud (Siegel *et al.* 2015). Deux voies distinctes d'arrivées dans les Caraïbes ont été mises en évidence, la première venant de la péninsule du Yucatan vers les grandes îles (5900 cal BP) et la seconde du bassin de l'Orénoque vers les îles de Trinidad et Tobago (8000 cal BP) (Bonnissent 2006 ; Rouse 1992 ; Boomert 2013 ; Wilson 2007 ; Siegel *et al.* 2015).

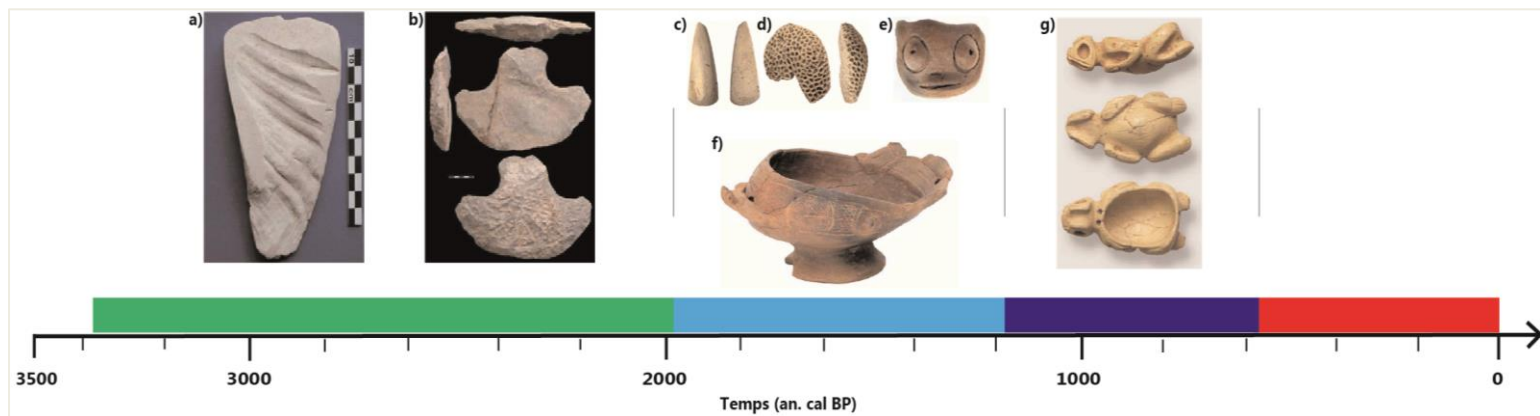


Figure 2 : Frise chronologique représentant l'occupation de la Guadeloupe et Saint-Martin par différentes populations et différents complexes chronoculturels (vert : Précéramiques ; bleu clair : Saladoïdes ; bleu foncé : Post-Saladoïdes ; rouge : Européens), ainsi que le matériel associé à ces complexes : a) Hache en coquille taillée dans une lèvre de lambi, site précéramique de Baie Orientale à Saint-Martin (tirée de Bonnissent 2006). b) Pierre taillée sur calcaire gris, site précéramique de Baie Orientale à Saint-Martin (tirée de Bonnissent 2006). c) Hache façonnée dans un labre de lambi, Saladoïde, site de la gare maritime de Basse-Terre (tirée de Bonnissent 2006). d) Molette en corail, Huecan-Saladoïde, site de la gare maritime de Basse-Terre (tirée de Bonnissent 2006). e) Adorno, site Saladoïde ancien de la rue Schœlcher, Basse-Terre (tirée de Bonnissent 2006). f) Coupe à pied zoomorphe décorée de motifs de croisillons incisés, Saladoïde ancien, place Saint-François, Basse-Terre (tirée de Bonnissent 2006). g) Coupelle en os en forme de grenouille, site post-Saladoïde de Roseau, Capesterre-Belle-Eau (tirée de Bonnissent 2006).

La deuxième vague, constituée de migrations multiples, est celle des populations Saladoïdes. Les dynamiques de colonisation de l'archipel caribéen par ces populations fait encore débat aujourd'hui. On peut tout de même établir des grandes lignes à partir des travaux réalisés jusqu'à présent sur le sujet : d'origine continentale, ces populations ont d'abord colonisé les îles du nord et Porto-Rico, pour ensuite atteindre les petites îles du sud (Hofman *et al.* 2007) grâce à une expansion vers le sud au sein de l'archipel (Fitzpatrick & Ross 2010) ou d'une colonisation à partir du bassin de l'Orénoque (Grouard 2010). Le Troumassoïde émergerait d'une augmentation des contacts avec les populations continentales du bassin de l'Orénoque

(Keegan 2013). L'arrivée des populations Saladoïdes dans les Caraïbes est difficile à fixer en raison du manque de datations absolues, mais elle est estimée à partir de 2500 BP (Keegan 2013 ; Hofman *et al.* 2007 ; Grouard 2010). Elles colonisent, en plusieurs vagues, des îles déjà occupées comme Porto-Rico et les petites îles du nord ainsi que la Guadeloupe et Antigua et des îles considérées comme vierges de présence humaine (Giovas & Fitzpatrick 2014). Ces populations qui possèdent la céramique, sont connues pour avoir importé leurs pratiques de l'horticulture et/ou d'une agriculture supposée être itinérante et sur brûlis (Grouard 2005) et certaines de leurs plantes comme le manioc (*Manihot esculenta*), le maïs (*Zea mays*) et la patate douce (*Ipomoea batatas*) dans l'archipel caribéen (Giovas & Fitzpatrick 2014 ; Giovas *et al.* 2011 ; Newsom & Wing 2004 ; Lane *et al.* 2008 ; Berman & Pearsall 2008 ; Mickleburgh & Pagan Jiménez 2012). Les premières traces de ces populations en Guadeloupe datent de 1920 cal BP (**Fig. 2**) (Giovas & Fitzpatrick 2014).

Enfin, la troisième vague de colonisation de ces îles correspond à la phase de colonisation européenne à partir de 1492 (**Fig. 3**). L'arrivée de ces populations européennes a complètement bouleversé l'équilibre culturel des populations autochtones qui ont fini par disparaître par assimilation, annihilation, maladies ou encore par la pratique fréquente de l'esclavage (Grouard 2005). Certains auteurs considèrent même que l'impact de cette colonisation et le génocide perpétré à l'échelle des continents nord et sud américains serait à même de pouvoir marquer le début de l'Anthropocène vers 1610 (Lewis & Maslin 2018).



Figure 3 : Colons " surpris par les Indiens de la Guadeloupe ", gravure ancienne, vers 1750 (ADG : 2 Fi 79) (tirée de Bonnissent 2006).

Malgré une recherche archéologique de plus en plus dynamique, la Préhistoire et plus particulièrement les dynamiques de colonisations des Antilles restent encore mal connues. La remontée du niveau marin à l'Holocène, les conditions météorologiques spécifiques des Caraïbes ou encore l'anthropisation actuelle de l'espace sont des facteurs altérant les sols et le matériel qu'ils contiennent. C'est dans ce contexte particulier que se sont développées les recherches visant à la reconstitution paléoenvironnementale et paléoécologique des Antilles et à l'étude des processus d'anthropisation des écosystèmes.

Le signal incendie

Une des disciplines convoquées dans ces études paléoenvironnementales est la reconstitution du signal incendie. Cette méthode s'est développée dans les années 1980-90 pour l'étude de l'Holocène tout particulièrement en Europe. Caractérisée par une augmentation de la végétation ainsi que celle l'impact des incendies sur celle-ci (Carcaillet et al. 2001 ; Willis et al. 1997 ; Tinner et al. 1999 ; Larsen & Macdonald 1998 ; Carcaillet et al. 1997) cette période voit également une augmentation de l'utilisation du feu à des fins d'aménagement du territoire chez les populations humaines en milieu tempéré (Vernet *et al.* 2005 ; Quilès *et al.* 2002 ; Bussièrès *et al.* 1996 ; Rius *et al.* 2009), mais également en milieu subtropical et tropical (Kirch 1982 ; Haberle *et al.* 2010 ; Millerstrom & Coil 2008) et plus particulièrement dans les Caraïbes et leurs environs (Horn *et al.* 2000 ; Clement & Horn 2001 ; Tardy 1998 ; Anderson & Wahl 2016 ; Burney *et al.* 1994 ; Siegel *et al.* 2015). Cette technique permet de détecter la présence humaine au sein d'un environnement mais également de reconstituer les paléoclimats à travers l'étude de la fréquence des feux qui peut refléter des phases de sécheresses. Nous avons donc choisi cette méthode pour l'étude de la carotte sédimentaire de Valkanaers (Basse-Terre, Guadeloupe).

Au cours de cette étude nous cherchons à déterminer la et/ou les origine(s) (paléoclimatique et/ou anthropique) du signal incendie résultant de l'analyse des microcharbons et de la fréquence des feux enregistrés dans la carotte sédimentaire de Valkanaers (Basse-Terre, Guadeloupe). Cette étude est réalisée dans le but d'acquérir de nouvelles données paléoenvironnementales en Guadeloupe et de détecter d'éventuels signaux anthropiques nous permettant d'obtenir des informations sur les phases de colonisations de la Guadeloupe et plus largement des Caraïbes, ainsi que sur les modalités d'aménagement du territoire par les différentes populations.

Nous présenterons dans un premier temps les matériels et les méthodes qui ont été le support de cette étude. Puis, nous exposerons les résultats issus de l'analyse des microcharbons et de la fréquence des feux de la carotte de Valkanaers. Enfin nous discuterons de ces résultats en les confrontant aux données paléoenvironnementales et archéologiques disponibles pour la Guadeloupe et, plus largement, pour les Caraïbes, avant de conclure.

I/ Matériel et Méthodes

I.1/ Etude de la carotte sédimentaire Valkanaers (Basse-Terre, Guadeloupe).

Une séquence sédimentaire organique de 9 mètres a été prélevée en 2015 à l'aide d'un carottier russe de type GIK (Ø80mm) dans le marais de Valkanaers (15.991585°, - 61.686079° ; 324,34 m. asl) qui se situe sur la commune de Gourbeyre, à l'extrême sud de Basse-Terre en Guadeloupe (**Fig. 4**). Peu d'information documente l'histoire de cette zone marécageuse, mais sa formation semble résulter du comblement progressif d'un ancien lac ou d'une zone palustre installée dans une gouttière et alimentée par les apports des ruissellements des versants adjacents. Le site, qui est encore sous la menace d'un projet de construction d'un centre commercial, est aujourd'hui constitué par une prairie marécageuse partiellement enfrichée et pâturée par quelques bœufs et des cabris.



Figure 4 : Emplacement du site de Valkanaers (signalé par une croix noire) sur la commune de Gourbeyre, en Guadeloupe. Carte tirée du Fond Régional Réseau Canopé Guadeloupe (<http://www.cndp.fr/crdp-guadeloupe/index.php/recommandations/165-fond-regional-reseau-canope-guadeloupe>) et modifiée par M. Rivier.

Dans ce travail les 297 premiers centimètres de la carotte¹ ont été analysés selon la méthode décrite ci-dessous. Avant le sous-échantillonnage, les caractéristiques lithologiques de la carotte ont été relevées afin de compléter les résultats de l'étude de la fréquence des feux. Ces observations des faciès sédimentaires permettent d'identifier des changements dans l'apport des sédiments et dans les altérations du sol (Whitlock & Larsen 2001). La chronologie de cet enregistrement a été établie à partir de douze datations radiocarbone AMS (spectrométrie de masse atomique) réalisées aux laboratoires de Poznan (Poznon radiocarbon Laboratory), de Miami (Beta Analytic) et de Saclay (Artemis) (**Tab. 1**). Un modèle d'âge (**Fig. 7**) fondé sur une interpolation linéaire des âges radiocarbone calibrés a été réalisée à l'aide du logiciel Clam.

Pour l'étude de la séquence sédimentaire de Valkanaers, nous avons choisi d'employer la méthode de tamisage dans les analyses de charbons sédimentaires d'après les critères établis par Carcaillet *et al.* 2001 et Whitlock & Larsen 2001. Cette technique d'analyse, moins coûteuse en temps et en argent que l'étude sous lame mince de pollen, permet également de contourner le biais dû à la fragmentation des microcharbons au court du montage des lames (Carcaillet *et al.* 2001). Cette technique qui s'applique aux sédiments lacustres et tourbeux est considérée comme la plus pertinente pour reconstituer l'histoire des incendies locaux (Millspaugh & Whitlock 1995). Elle a déjà été utilisée pour déterminer les régimes des feux préhistoriques d'origine naturelle et/ou anthropique dans différents types de milieux comme : les milieux continentaux tempérés (Europe) (e.g. Marquer *et al.* 2015 ; Rius *et al.* 2011 ; Rius, Vannièrre et Galop 2009, 2012), les milieux continentaux tropicaux (e.g. Anderson et Wahl 2016 ; Maezumi *et al.* 2017) et les milieux insulaires (e.g. McGlone et Wilmshurst 1999).

La totalité de la carotte de 900cm a été découpée en continu selon un pas de sous-échantillonnage centimétrique. Ces échantillons ont été conditionnés en sachets plastiques et stockés en chambre froide, puis un prélèvement de 1 cm³, suffisant pour contenir une concentration charbonneuse représentative (Carcaillet *et al.* 2001), a été effectué à l'aide d'un emporte-pièce calibré sur chacun des sous-échantillons sélectionnés. Chaque prélèvement de 1 cm³ a ensuite fait l'objet d'un traitement chimique. La défloculation du sédiment se fait grâce à l'introduction de potasse (NaOH, à 10%). A ceci est ajouté de l'eau de javel (H₂O₂ à 30%) qui permet le blanchissement de la matière organique. Cette méthode permet de minimiser la fragmentation des particules charbonneuses, et donc une meilleure identification (Rhodes 1998). Cette macération doit agir durant 24 heures minimum et les préparations doivent être

¹ En partant du sommet : du plus récent au plus ancien.

régulièrement agitées. Les échantillons traités sont ensuite tamisés sur un filtre nylon de 150 μm (Clark 1988 ; Ohlson & Tryterud 2000 ; Carcaillet *et al.* 2001). Cette maille permet de récupérer des micro-charbons dont la taille, supérieure à 150 μm , est représentative d'incendies régionaux (Whitlock & Larsen 2001 ; Carcaillet *et al.* 2001).

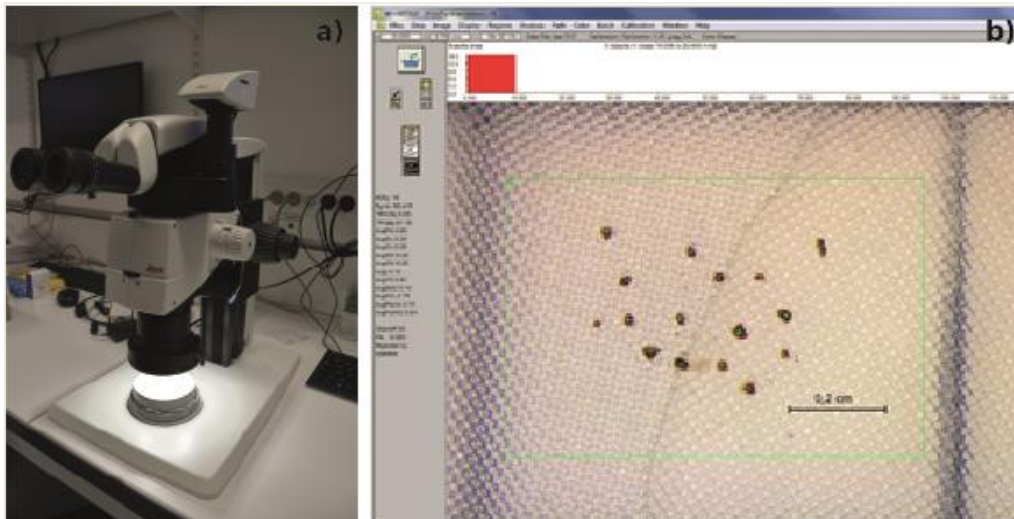


Figure 5 : a) Stéréomicroscope Leica M125 (Laboratoire Géode, Toulouse). b) Photographie du traitement WinSeedl de l'échantillon 5-6 (grosissement x 250).

Les particules carbonisées sont ensuite étudiées sous un stéréomicroscope LEICA M125 (x 250) (**Fig. 5a**). Le tamis est placé sur un support quadrillé (avec des carrés de 1 cm de côté). Chaque micro-charbon est récolté grâce à un pinceau et une aiguille, puis ils sont rassemblés sur un même carré. L'identification des charbons a été faite suivant les critères établis dans la littérature (e.g. Enache & Cumming, 2006 ; Umbanhowar & Mcgrath, 1998). Une photo est ensuite prise grâce à une caméra intégrée au stéréomicroscope. Les photographies sont traitées sous le logiciel WinSEEDLE Reg 2016a image analysis system (**Fig. 5b**) (Regent Instruments Inc). Ce logiciel est un système d'analyse d'images originellement créé pour l'étude de la morphologie des graines. Il permet également un décompte automatique et la reconnaissance de caractéristiques des microcharbons (ici : nombre et surfaces totales cumulées).

I.2. L'étude de la fréquence des feux.

Les données récoltées sur le nombre de microcharbons (**Fig. 6a**) et leur surface totale cumulée (**Fig. 6b**) par échantillon, le long de la séquence sédimentaire, servent de support à la détermination de la fréquence des feux. Le nombre de microcharbons présents dans les échantillons varie entre 0 et 232, et leur surface totale cumulée entre 0 et 10,2923 mm^2 .

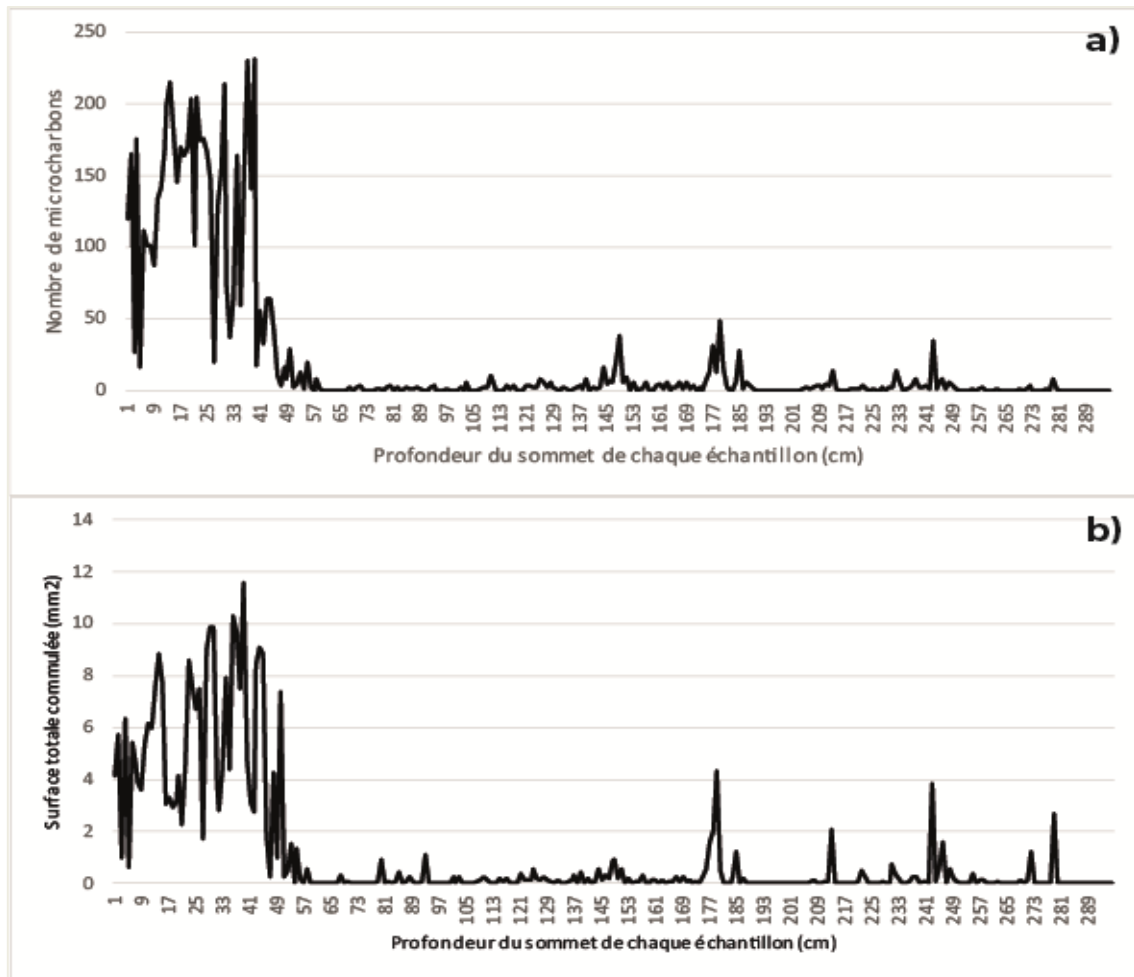


Figure 6 : a) Nombre de microcharbons de chaque échantillon ; b) Surface totale cumulée des microcharbons de chaque échantillon en fonction de la profondeur (cmTop), de la carotte de Valkanaers.

La méthodologie de calcul de la fréquence des feux a été initialement mise en place pour l'étude de sédiments lacustres (Long et al. 1998 ; Jason A. Lynch *et al.* 2004 ; Jason A Lynch *et al.* 2004 ; Clark & Royall 1996) et a été appliquée essentiellement en contexte tempéré. Nous la transposons ici à l'étude d'un milieu insulaire tropical. L'identification des pics d'incendies peut se réaliser par l'observation d'une dichotomie entre les deux types de composantes carbonneuses que sont : les charbons du bruit de fond ($C_{background}$) et les pics de charbons (Rius *et al.* 2009). Le bruit de fond est représenté par des niveaux de fréquences faibles variables (Gavin *et al.* 2006) issus des dépositions secondaires (par ruissellement) (Whitlock & Millspaugh 1996) et/ou de l'apport de particules carbonneuses lointaines transportées par les vents (Clark & Royall 1996 ; Peters & Higuera 2007). Cette technique s'appuie sur l'abondance des charbons, leur taille ainsi que sur des modèles de transports (dans l'eau et l'atmosphère) des particules carbonneuses. En prenant tous ces éléments en compte, il est possible de distinguer les apports d'origines locales des apports d'origines globales, afin de retracer les

dynamiques et les fréquences des feux dans une région géographique restreinte (Clark & Patterson 1997 ; Clark & Royall 1996). Dans le cas de notre étude, le prélèvement a été effectué sur une île, ce qui restreint les possibilités d'apports extérieurs de grandes distances (> 50 km) d'origine atmosphérique. Les caractéristiques topographiques et géomorphologiques du site étant mal connues, il est difficile d'estimer les apports de particules par les eaux.

Le traitement statistique des données pour identifier les fréquences de feux a été fait grâce au logiciel CharAnalysis (Higuera 2009). Les paramètres de CharAnalysis sélectionnés pour cette étude ont été choisis sciemment en fonction du jeu de données (Annexe 1). La concentration de charbons est évaluée d'après deux jeux de données : les données de surface (CHAR, mm²/cm³), exprimée en tant que taux d'accumulation de charbon (CHAR, mm²/cm² par an) et le comptage (CHAR, nombre de microcharbons/cm³) également exprimé en tant que taux d'accumulation (CHAR, nombre de microcharbons/cm² par an) sur la base du taux de sédimentation estimé par le modèle âge-profondeur. Habituellement, l'étude des fréquences de feux s'établit sur les bases de données de surface totale cumulée et non sur le nombre de particules, pour contourner tout biais dû à la fragmentation des charbons durant la manipulation sous stéréomicroscope. Nous avons fait le choix dans cette étude de prendre en compte ces deux bases de données afin de pouvoir les confronter et de visualiser les différences entre des échantillons composés de peu de charbons de grandes surfaces et ceux composés de nombreux charbons de petites surfaces.

Les résultats issus de l'étude de la fréquence des feux seront comparés aux données archéologiques et paléoenvironnementales disponibles pour la Guadeloupe et plus largement pour les Antilles. Ceci afin de pouvoir déterminer l'origine des feux et ce que cela implique en terme de reconstitution paléoenvironnementale et/ou de mouvements de populations. Les datations non calibrées, récoltées dans la littérature comme comparatifs pour l'interprétation des données, ont été calibrées grâce au logiciel chronomodel et d'après le référentiel Intcal 13.

II. Résultats

Les résultats présentés dans cette partie sont le fruit de l'analyse des 300 cm sommitaux de la carotte sédimentaire prélevée. Cette séquence représente les 5000 dernières années d'histoire des incendies en Guadeloupe et est suffisante, aux vues des données archéologiques, pour appréhender les relations existantes entre anthropisation/incendie.

II.1/ Datations et données brutes.

Les résultats s'expriment en fonction des datations (en cal BP) établies par la courbe du modèle d'âge (**Fig. 7**) qui a été créée d'après douze datations (**Tab. 1**). Les dates ont été calculées d'après cette courbe et seules les plus probables ont été retenues pour caler les pics et les fréquences des feux.

ID	Lieu de prélèvement	C14_age (cal_BP)	Profondeur (cm)
coring date	Valkanaers	-64 ± 10	0
SacA44500	Valkanaers	2240 ± 30	70
SacA44501	Valkanaers	2715 ± 45	140
Poz-74320	Valkanaers	3200 ± 30	182
Poz-74284	Valkanaers	3380 ± 50	203
Poz-74318	Valkanaers	4600 ± 40	280
Beta-395898	Valkanaers	5860 ± 30	399
Poz-74319	Valkanaers	6910 ± 50	520
Poz-74361	Valkanaers	7410 ± 50	630
Poz-74321	Valkanaers	8060 ± 50	730
Beta-395899	Valkanaers	9280 ± 30	901
Poz-74362	Valkanaers	9400 ± 110	940

Tableau 1 : Données brutes des datations radiocarbone mesurées pour l'étude de la carotte de Valkanaers (Gourbeyre, Guadeloupe).

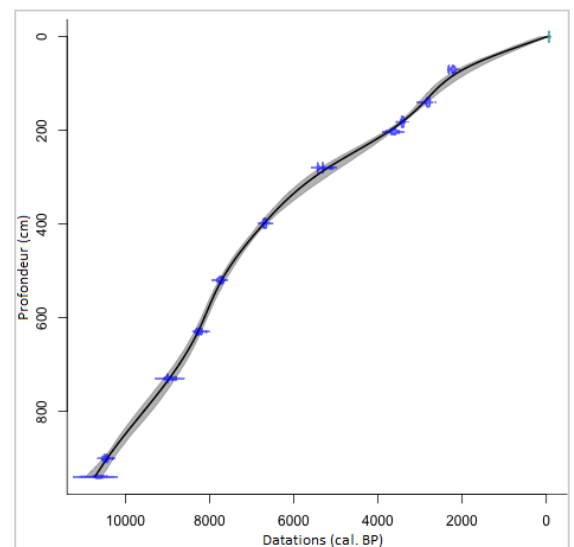


Figure 7 : Modèle d'âge établie d'après les douze datations de la carotte de Valkanaers (Gourbeyre, Guadeloupe).

II.2/ Description stratigraphique des niveaux sédimentaires

Le relevé des faciès sédimentaires révèle cinq dépôts successifs de natures différentes. Le premier, caractérisé par un sédiment limoneux noir, compact, homogène riche en macro-végétaux, s'étend sur les 150 premiers centimètres de la carotte sédimentaire (**Fig. 8**). Ce premier faciès est celui qui abrite le plus grand nombre de microcharbons, en particulier dans sa partie sommitale (dans les soixante premiers centimètres). Entre 150 et 183 cm de profondeur, on trouve un sédiment noir argileux, compact et très homogène, auquel succède

entre 183 et 201 cm un mélange de sédiment noir argileux, compact et de sable fin gris. Entre 201 et 295 cm de profondeur, on retrouve du sédiment noir argileux, compact et homogène. Enfin, les deux derniers centimètres de cette carotte ont les mêmes caractéristiques que celles exposées pour le premier faciès sédimentaire.

II.3/ Contenu en micro-charbons

Entre 0 et 40 cm de profondeur, il y a une grande quantité de charbons de bois de petite taille (**Fig. 14, Annexe II**). Puis, entre 40 et 51 cm de profondeur, des microcharbons en moins grande quantité, mais caractérisés par une surface beaucoup plus grande ont été retrouvés (**Fig. 15, Annexe II**). A partir de 51 cm de profondeur on assiste à une réduction de la taille des microcharbons et de leur nombre (**Fig. 16, Annexe II**), jusqu'à leur disparition presque totale entre 69 cm et 121 cm de profondeur. A partir de 121 cm de profondeur, il y a une légère augmentation du nombre de microcharbons très fins, de petites tailles jusqu'à 150 cm de profondeur (**Fig. 17, Annexe II**). Puis à partir de 150 cm et jusqu'à 175 cm de profondeur, un petit nombre de microcharbons (**Fig. 18, Annexe II**) ou une absence de microcharbons sont relevés. Entre 175 et 181 cm de profondeur, des microcharbons de tailles conséquentes, avec des éléments fins et très allongés, et des éléments de grande surface et de forme rectangulaire sont identifiés (**Fig. 19, Annexe II**). Puis on retrouve à partir de 181 et jusqu'à 280 cm de profondeur, de façon hétérogène, des échantillons contenant un très faible nombre de microcharbons de très petite taille (**Fig. 20, Annexe II**), des échantillons sans microcharbons et des échantillons avec un très faible nombre de gros microcharbons (**Fig. 21, Annexe II**). Enfin, de 280 à 297 cm de profondeur, il y a une absence totale de microcharbons.

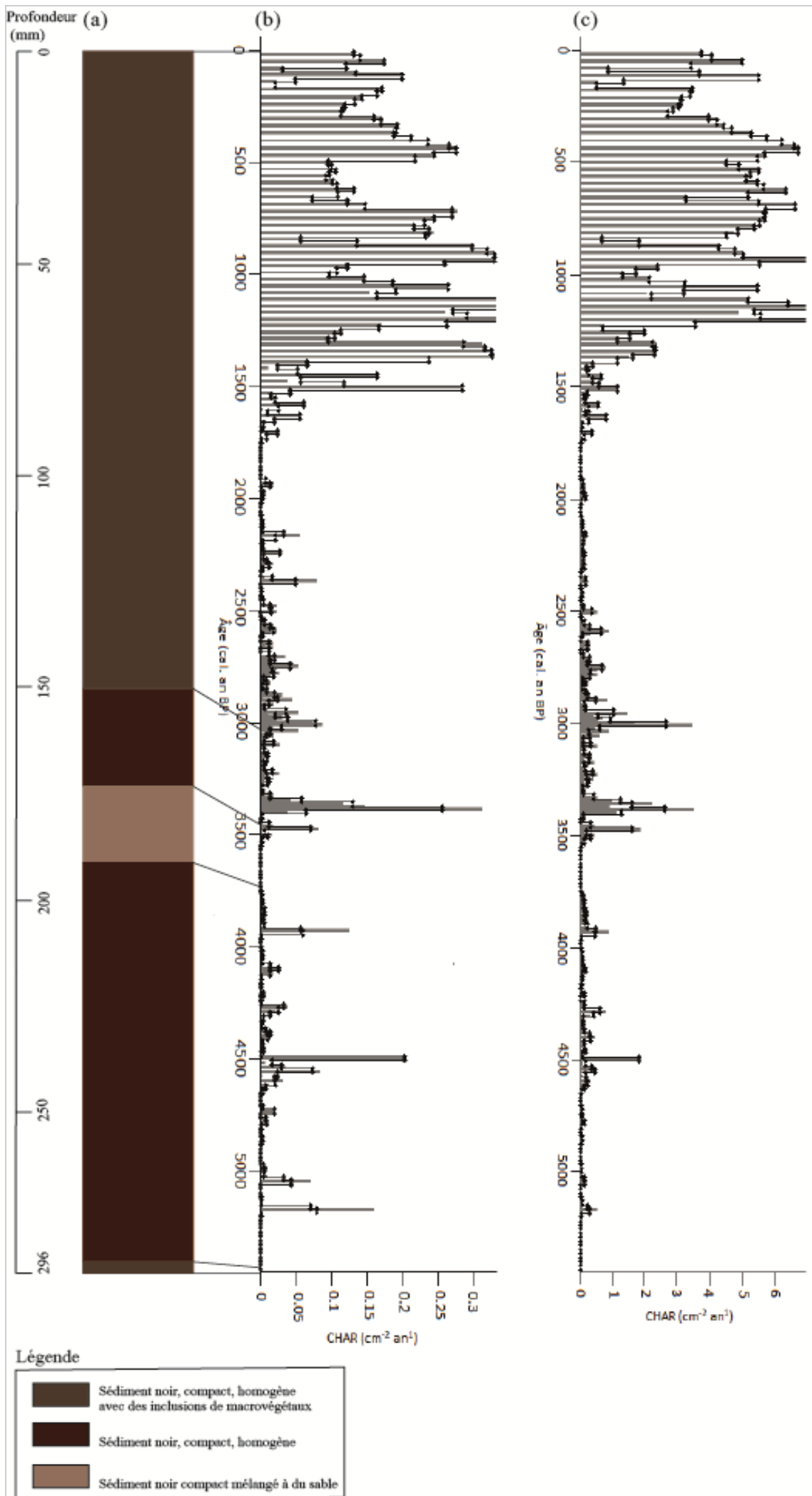


Figure 8 : Représentation et mise en relation : (a) des différents faciès sédimentaires, leur succession ainsi que les correspondances en terme de datation de leurs limites respectives (représentées par les lignes continues noires qui croisent (b)) ; (b) des données brutes du nombre de microcharbons (taux d'accumulation CHAR par cm et par an) en fonction du temps (cal BP) ; (c) les données brutes de la surface totale accumulée des microcharbons (taux d'accumulation CHAR par cm et par an) en fonction du temps (cal BP). Les taux d'accumulations des charbons (C_{raw}) sont affichés sous forme de barres, de sorte que les intervalles d'échantillonnage soient visibles, celles des données interpolées ($C_{interpolated}$) sont affichées comme un tracé d'escalier.

II.4/ Pics d'incendies et fréquences des feux.

Les interprétations concernant les incendies dans les Caraïbes ont toutes été déduites des données brutes issues du décompte de microcharbons dans des lames palynologiques (Higuera-Gundy *et al.* 2011 ; Siegel *et al.* 2015). Cette étude propose une comparaison du nombre brut de microcharbons (décompte par le logiciel WinSeedl), des données issues de l'analyse statistique de la surface totale cumulée des microcharbons et de celles issues de l'analyse statistique du nombre de microcharbons. Selon la méthode employée, les interprétations des données peuvent changer considérablement. Nous avons donc choisi d'étudier le segment de carotte de Valkanaers à travers les trois méthodes exposées ci-dessus afin de comparer leurs résultats et de pouvoir interpréter les données de façon objective.

Sur la base de ces données brutes il a été possible d'identifier grâce au programme CharAnalysis (les paramètres sont présentés en Annexe I) les pics significatifs d'incendies (**Fig. 9 et 10**), leurs amplitudes (**Fig. 10**) ainsi que la fréquence des feux (**Fig. 11**). Ces paramètres sont délivrés par le logiciel grâce à des analyses statistiques permettant d'estimer : « $C_{interpolated}$ » (données interpolées), « $C_{background}$ » (bruit de fond)², « C_{thresh} » (les valeurs de seuils pour la détermination des pics), « C_{peak} » (tendances à haute fréquence dans $C_{interpolated}$, après suppression de $C_{background}$), où « C » est le taux d'accumulation de charbons (pièces ou surface. $cm^{-2} an^{-1}$) (**Fig. 9**). Au regard des résultats, quatre phases peuvent être distinguées sur ces 5471 ans d'histoire des feux de Guadeloupe reconstitués dans le cadre de cette étude.

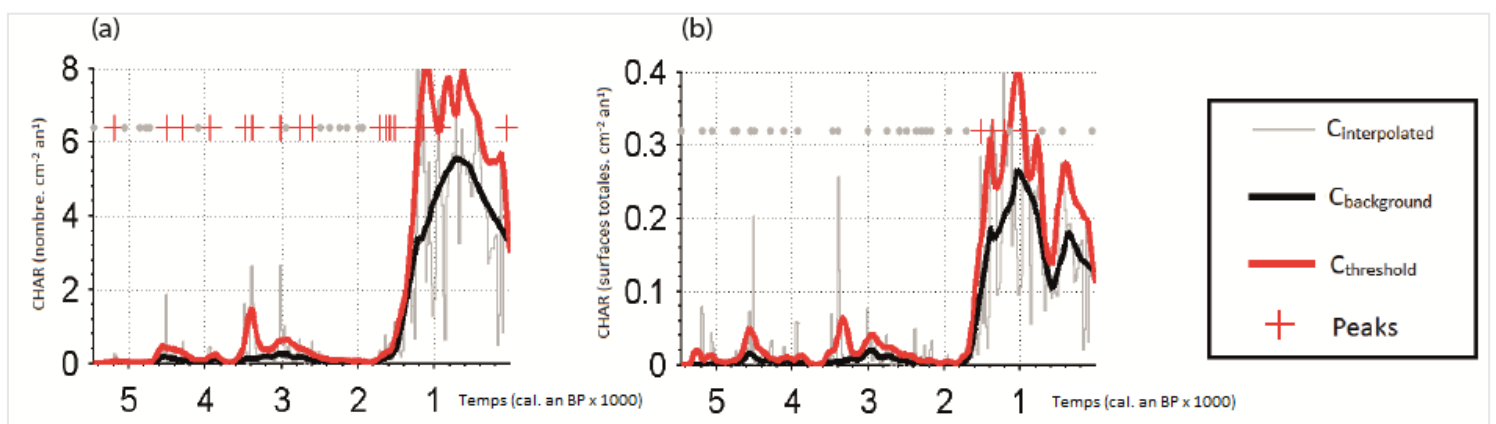


Figure 9 : Identification des pics d'incendies en fonction : (a) des données sur le nombre de microcharbons (nombre. $cm^{-2} an^{-1}$) et (b) des données sur les surfaces totales cumulées (surfaces totales. $cm^{-2} an^{-1}$), en fonction du temps (cal BP). Ces estimations sont établies d'après les valeurs de $C_{interpolated}$ (valeurs interpolées), $C_{background}$ (valeurs du bruit de fond) et C_{thresh} (les valeurs de seuils pour la détermination des pics (Peaks), signalés avec un « + » (les pics qui échouent à passer le critère de nombre minimum de Poisson sont affichés sous la forme de points gris et ne sont pas considérés comme significatifs).

² $C_{background}$ est déterminé sur la base d'une tendance de $C_{interpolated}$ à basse fréquence (Higuera 2009).

La première phase, qui est également la plus longue, débute à la base de la séquence étudiée. Elle s'étend de 5471 à environ 2354 cal BP. Bien qu'aucun événement de feu significatif n'ait été identifié par l'étude de la surface totale cumulée (**Fig. 11**), on peut tout de même visualiser une succession de pics d'incendies pendant cette période (**Fig. 10**). Les valeurs de ces pics ont échoué au critère du nombre minimum de Poisson ($d > 0.05$)³, ces pics ne sont donc pas considérés comme significatifs pour l'étude des surfaces totales cumulées. En revanche, ils le sont par l'analyse du nombre de microcharbons (**Fig. 9 et 10**). En effet, neuf pics d'incendies significatifs ont été identifiés : à 5180 cal BP, 4496 cal BP, 4296 cal BP, 3938 cal BP, 3470 cal BP, 3398 cal BP, 3002 cal BP, 2588 cal BP et 2498 cal BP (**Fig. 9 et 10**). Cette étude révèle la présence de cinq phases successives d'importantes fréquences de feux pendant cette période (**Fig. 11**).

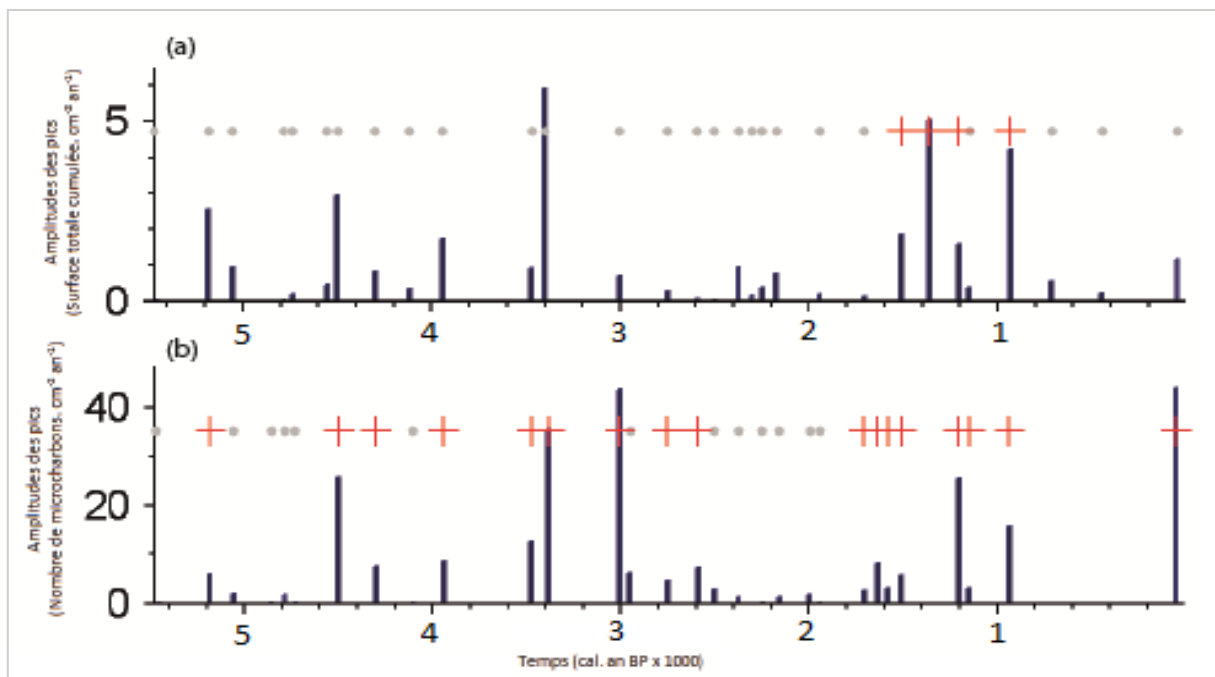


Figure 10 : Représentation des pics d'incendies (les significatifs sont signalés par une croix rouge, les non significatifs par un rond gris) et de leurs amplitudes (surface ou nombre. $\text{cm}^2 \text{an}^{-1}$) en fonction du temps (cal BP x 1000) pour : (a) l'étude de la surface totale cumulée des microcharbons, et (b) l'étude du nombre de microcharbons.

³ La statistique de test, d , est comparée à la distribution t de Student (voir Higuera 2009 pour les détails sur le calcul de d). Si la probabilité d'obtenir un d donné est $> 0,05$, c'est-à-dire qu'il y a une probabilité supérieure à 5% que les deux comptes de charbon proviennent de la même distribution de Poisson, alors le pic potentiel est éliminé (Higuera 2009).

La deuxième phase se caractérise par son absence totale de feux significatifs entre 2354 et 1796 cal BP. Les deux types d'analyses (nombre et surfaces totales cumulées) confirment cet état de fait (**Fig. 9, 10 et 11**). On remarque tout de même des pics de faibles amplitudes, mais ceux-ci échouent au test du nombre minimum de Poisson. On peut toutefois noter la présence, même faible, de charbons au cours de cette période (**Fig. 8**).

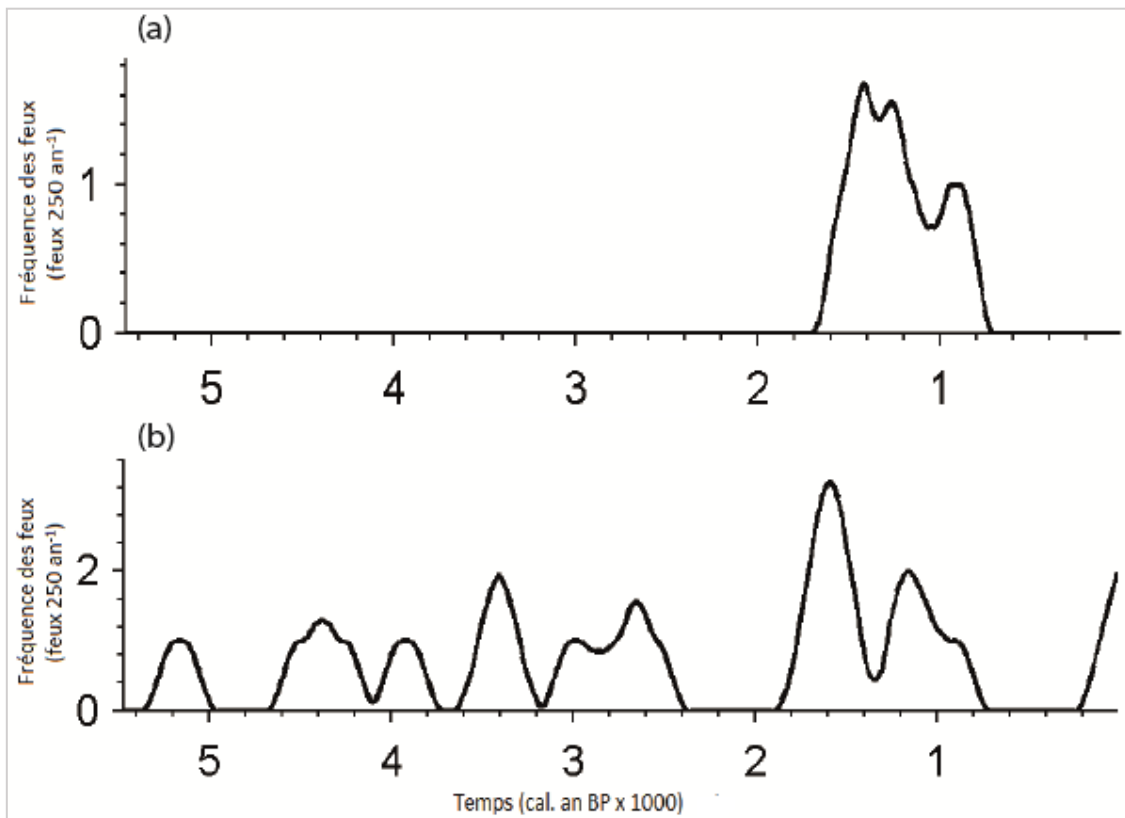


Figure 11 : Fréquences des incendies lissés (feux. 250 an⁻¹) en fonction du temps (cal BP x 1000), avec les données : (a) des surfaces totales cumulées et (b) du nombre de microcharbons.

La troisième phase a été définie au regard d'une augmentation significative de la fréquence des feux (**Fig. 11**) ainsi que celle du nombre de pics d'incendies significatifs de grande amplitude (**Fig. 9 et 10**) dans les résultats des deux types d'analyses (nombre et surface totale cumulée). Cette phase débute à 1778 cal BP et se termine vers 698 cal BP. Les résultats issus de l'étude de la surface totale cumulée montrent que cette augmentation de la fréquence des feux connaît une baisse entre 1238 et 1058 cal BP, suivit d'une remontée progressive entre 1040 et 950 cal BP (**Fig. 10**). Cette phase est celle qui concentre la plus grande fréquence de feux ainsi que la plus grande concentration de pics d'incendies significatifs pour l'étude des surfaces totales cumulées (en 932 cal BP ; 1202 cal BP ; 1364 cal BP et 1508 cal BP) (**Fig. 10**). Un plus grand nombre de pics d'incendies significatifs a été identifié pour l'étude du nombre

de microcharbons. L'augmentation significative de la fréquence des feux est également nette pour l'étude du nombre de microcharbons. On note une même tendance de baisse des valeurs de ces fréquences, mais cet événement est décalé par rapport à celui déterminé par l'étude des surfaces totales cumulées, soit entre environ 1600 et 1350 cal BP (**Fig. 11**).

Enfin, la dernière phase que nous avons définie s'étend d'environ 698 à 0 cal BP. Un seul pic d'incendie significatif a été identifié dans cette phase, grâce à l'analyse des données du nombre de charbons (**Fig. 9 et 10**). Celui-ci est daté à 50 cal BP (**Fig. 9 et 10**). En dehors de ce pic, les résultats n'indiquent aucune autre occurrence de feux pour les deux jeux de données malgré un grand nombre de charbons identifiés dans les échantillons (**Fig. 8**).

III. Discussion

III.1/ Le signal incendie de Valkanaers : analyse des données.

Les analyses de données sur le nombre de microcharbons et celles sur les surfaces totales cumulées ont fourni des résultats significativement différents. En effet, l'identification des fréquences de feux avant 2 000 cal BP par l'étude du nombre n'est pas visible par l'étude de surface. L'étude des surfaces totales cumulées est souvent jugée comme la plus fiable, car elle évite le biais dû à la fragmentation des charbons lors de leur prélèvement. Cependant, nous avons décidé d'utiliser les deux bases de données pour l'interprétation de nos résultats, car la totalité des interprétations publiées à ce jour (Higuera-Gundy *et al.* 2011 ; Siegel *et al.* 2015) sur les incendies dans les Caraïbes se base sur un décompte des particules carbonisées dans des lames palynologiques. La confrontation des résultats obtenus par les différentes méthodes permettra une interprétation non biaisée et plus mesurée.

Phase 1 : une phase sèche (5471 à 2354 cal BP).

Bien qu'un signal incendie ait été identifié vers 5200 cal BP par l'analyse de la fréquence des feux (d'après l'analyse du nombre de microcharbons) il ne repose que sur un seul pic d'incendie identifié grâce au contenu de l'échantillon situé à 279-280 cm de profondeur. En dehors de ce pic, aucun microcharbon n'a été identifié entre 280 et 297 cm de profondeur. En l'absence de données sur le reste de la séquence sédimentaire, nous ne pouvons identifier cette phase comme étant associée à la séquence antérieure, ni comme une phase indépendante. Nous avons donc fait le choix temporaire de l'associer à la phase 1. L'analyse des 600 cm restant de la carotte sédimentaire sera indispensable à la caractérisation de cette séquence qui est comprise aujourd'hui entre 5471 et 5000 cal BP.

Considérant l'analyse du nombre de microcharbons, nous pouvons identifier la présence de signaux d'incendies ponctuels entre 5000 et 2354 cal BP. Et bien qu'aucun pic significatif ni aucun signal incendie n'aient pu être révélé par l'analyse statistique des surfaces totales cumulées, nous avons noté la présence de différents types de microcharbons dans ces échantillons. Entre 181 et 175 cm de profondeur (entre 3414 et 3330 cal BP) on retrouve ces charbons issus de la combustion d'herbacés, associés à de gros microcharbons de bois, ce qui laisse entendre l'existence de feux d'herbacés et de forêts à proximité du site de prélèvement. Des charbons d'herbacés ont également été retrouvés entre 150 et 121 cm de profondeur (entre 3019 et 2708 cal BP). Ce qui suggère la présence d'un paysage ouvert et d'un climat

relativement sec (Bowman *et al.* 2009). . Entre ces deux phases, on retrouve de petits microcharbons, suggérant un apport d'incendies lointains. L'ensemble de ces éléments suggère que cette phase est caractérisée par un climat plutôt sec et localement par un paysage relativement ouvert ponctué par la présence de quelques forêts affectées par des incendies ponctuels (**Fig. 12**).

Phase 2 : une phase humide (2354 à 1796 cal BP).

Après cette phase de sécheresse, nous avons déterminé une phase caractérisée par une absence quasi totale de microcharbons dans les échantillons entre 121 et 69 cm de profondeur. Les seuls charbons présents dans les échantillons ont été identifiés comme étant issus d'un bruit de fond par CharAnalysis. Ainsi aucun pic et aucun signal incendie n'a été identifié entre 2354 et 1796 cal BP par les deux types d'analyses. Cette absence de microcharbons pourrait refléter une phase au climat plus humide (**Fig. 12**).

Phase 3 : une phase sèche et/ou avec un fort impact anthropique (1796 à 678 cal BP).

Une phase très particulière a été identifiée au cours de cette étude. Les résultats issus de l'analyse des surfaces totales cumulées des microcharbons révèlent une augmentation nette de la fréquence des feux, seulement entre 1796 et 678 cal BP. L'analyse du nombre de microcharbons corrobore également cet état de fait. L'ensemble de ces échantillons est composé d'un nombre important de charbons de bois de différentes tailles en fonction des périodes. Ainsi, entre 51 et 40 cm (entre 1528 et 1227 cal BP) l'ensemble des échantillons sont composés de microcharbons de bois de taille importante qui révèle l'existence de feux de forêt à proximité du site de Valkanaers. Puis à partir de 1227 cal BP jusqu'au présent, des microcharbons de bois de petites tailles sont très nombreux, suggérant des feux plus lointains. Cette phase se caractérise par une fréquence très importante et des pics d'incendies nombreux et rapprochés dans le temps. De plus elle est la phase qui abrite, dans un laps de temps réduit, la plus grande activité de feux. La dichotomie entre l'absence de charbons d'herbacés et la forte présence de charbons de bois suggère une humidification globale de la région avec un développement des forêts. Le fort signal incendie présent pendant cette période peut être dû à un climat plus aride (malgré l'humidification globale dû à l'avancé dans l'Holocène) et/ou à un très fort impact anthropique (**Fig. 12**). Chacun des deux types d'analyses a démontré l'existence d'un creux dans ce signal incendie mais à des périodes différentes. Nous n'avons malheureusement pas pu identifier l'origine de ce creux. Il pourrait s'agir d'un changement climatique comme d'un

ralentissement (ou d'un arrêt) des activités humaines, ou des deux. En l'absence de données comparatives, il nous est difficile d'identifier la ou les origine(s) de cette diminution de fréquence des feux.

Phase 4 : une phase de continuité environnemental et un arrêt des activités anthropiques (698 à 0 cal BP).

Durant la dernière phase qui s'étend entre, environ, 698 cal BP et le présent, un seul pic d'incendie a été identifié par les deux types d'analyses. Ce pic à 50 cal BP n'est considéré comme significatif que par l'étude du nombre de charbons. Malgré cette absence de signal incendies locaux, on note la présence systématique de microcharbons de petite taille suggérant des apports d'incendies forestiers lointains. Cette phase est dans la continuité de la précédente d'un point de vue environnemental (**Fig. 12**) mais son absence quasi-totale de signal incendie suggère (en comparaison de la Phase 3) un arrêt dans les activités humaines de déforestations. Afin de pouvoir identifier l'origine des incendies détectés par cette étude, des confrontations avec les données paléoenvironnementales et archéologiques de Guadeloupe et sa région sont indispensables.

III.2/ Le signal incendie de Valkanaers : un signal climatique ?

Le climat des Caraïbes est le plus généralement décrit comme étant humide entre 7800 et 3200 cal BP et beaucoup plus sec depuis 3200 cal BP (Siegel *et al.* 2015). Certains ont décrit des particularités climatiques et environnementales dues à la localisation des îles, aux courants marins ainsi qu'à leurs particularités topographiques (Islebe *et al.* 1996 ; Malaizé *et al.* 2011 ; Mangini *et al.* 2007 ; Piperno, Bush et Colinvaux 1990). Cette tendance générale a été déduite des résultats obtenus pour les études du lac Miragoane en Haïti (Higuera-Gundy *et al.* 1999 ; Hodell *et al.* 1991 ; Mangini *et al.* 2007). Les études du $\delta^{18}\text{O}$ des coquilles d'ostracodes et des pollens de ce lac révèlent qu'Haïti était sous un climat humide entre 5800 et au moins 3400 cal BP, puis dans un climat et un environnement plus sec (Higuera-Gundy *et al.* 1999 ; Hodell *et al.* 1991 ; Mangini *et al.* 2007) qui a été suivi d'un bref épisode humide entre 1400 et 870 cal BP (Hodell *et al.* 1991) (**Fig. 12**).

Mais de nouveaux échantillonnages dans le sud-est des Caraïbes ont permis de documenter cette région, ses particularités climatiques et environnementales et de mettre en lumière une véritable opposition entre les données climatiques du nord-ouest et celles du sud-est caribéen (Bertran *et al.* 2004 ; Bonnissent *et al.* 2007 ; Malaizé *et al.* 2011 ; Mangini *et al.* 2007 ; Tedesco et Thunell 2003) (**Fig. 12**). L'inversion climatique mise en évidence par Malaizé *et al.* 2011, pourrait s'expliquer par deux phénomènes. Sur un gradient latitudinal, une migration de la ZCIT (Zone de Convergence Inter tropicale) vers le sud aurait favorisé la sécheresse et la présence d'ouragans dans la partie sud des Caraïbes (Haug *et al.* 2001 ; Liu et Fearn 2000 ; Malaizé *et al.* 2011) alors que la partie nord conservait son humidité. Selon Malaizé *et al.* 2011, ce régime climatique aurait pu contrôler le sud de la mer des Caraïbes entre 3700 et 2500 cal BP puis après 1150 cal BP. La migration de la ZCIT entre 2500 et 1150 cal BP aurait inversé cette tendance, laissant le sud des Caraïbes dans un climat plus stable et humide (Malaizé *et al.* 2011). Cette inversion climatique pourrait également avoir comme origine les variations de la composante longitudinale qu'est la NAO (Oscillation nord-atlantique) (Elsner *et al.* 2000 ; Enfield *et al.* 1999 ; Jury, Malmgren et Winter 2007 ; Malaizé *et al.* 2011 ; McCloskey et Keller 2009). Une NAO négative favoriserait la présence d'ouragans dans la mer des Caraïbes et une NAO positive celle d'ouragans sur la côte Atlantique. (Elsner *et al.* 2000 ; Malaizé *et al.* 2011). La période située entre 2400 et 1250 BP serait caractérisée par une NAO négative, les périodes qui l'encadrent auraient une NAO positive (Malaizé *et al.* 2011). Les données paléoenvironnementales récoltées à Saint-Martin (Bertran *et al.* 2004 ; Bonnissent *et al.* 2007 ; Malaizé *et al.* 2011), à la Barbade (Mangini *et al.* 2007) et au Venezuela (Tedesco & Thunell 2003) tendent à confirmer cette inversion climatique visible par comparaison avec celles du lac de Miragoane (Haïti) (**Fig. 12**).

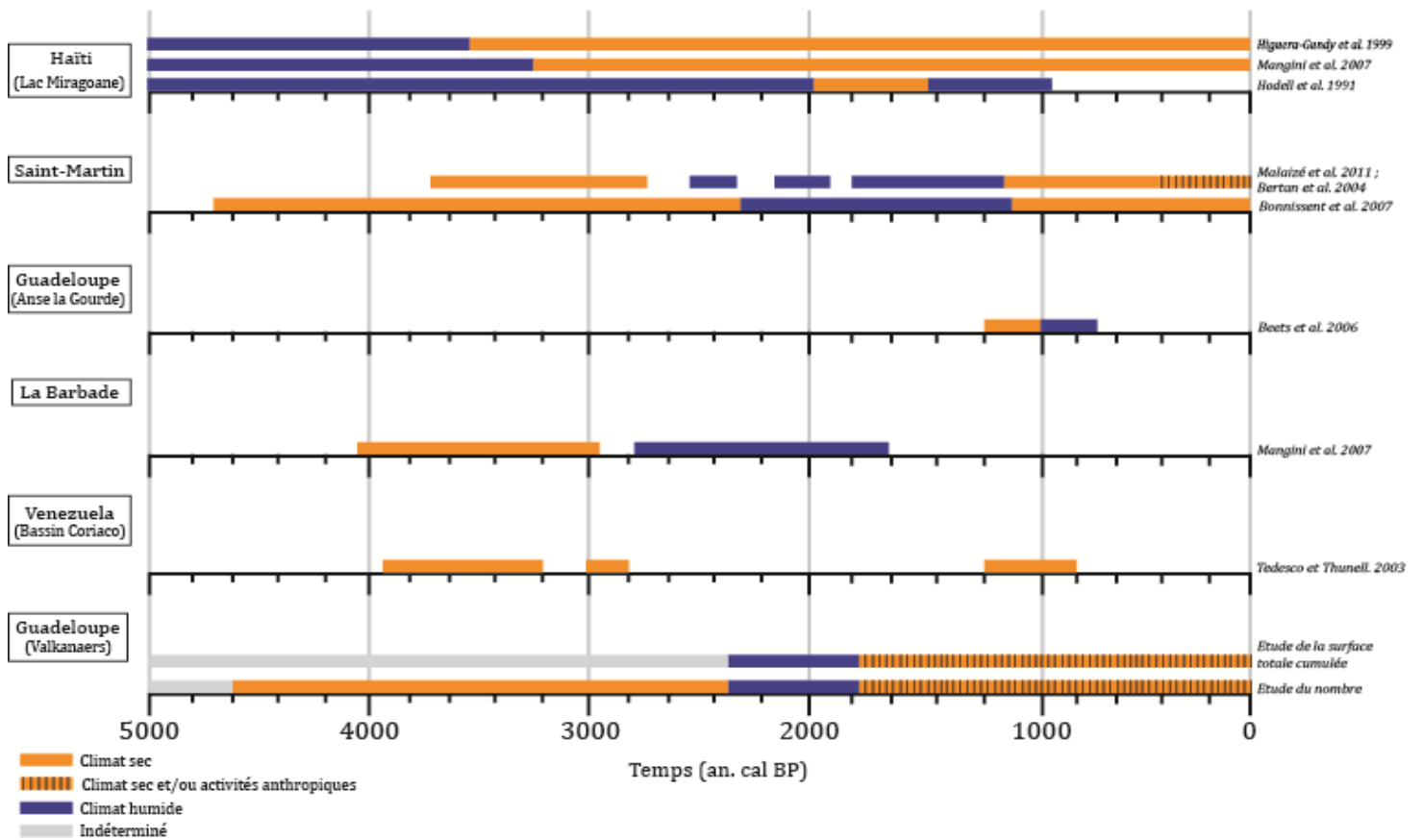


Figure 12 : Frise chronologique représentant les phases humides (en bleue), les phases sèches (en orange) et les phases sèches et/ou perturbées par les activités anthropiques (en orange strié) dans différents milieux des Caraïbes (notés à gauche de la frise) au cours du temps (an. cal BP). Les références des publications dont sont tirées ces informations sont annotées à droite de la frise.

Un autre facteur vient s'ajouter aux éléments précisant les contextes paléoclimatiques et paléoenvironnementaux caribéens. Au cours de ces 10 000 ans, la Terre a subi un changement de position orbitale qui a participé aux changements climatiques et a induit des changements d'insolation. Les hivers seraient de plus en plus secs et sujets à des incendies plus fréquents et plus intenses, particulièrement depuis 5 800 cal BP (Caffrey & Horn 2015). Actuellement, les incendies se déclarent à la saison sèche, entre janvier et mars, dans les zones tropicales de l'hémisphère nord (Martin et Fahey 2006 ; Uhl, Kauffman et Cummings 1988). Cet assèchement progressif au cours de l'Holocène, combiné à la prolifération des forêts grâce au climat plus doux, aurait favorisé le séchage des combustibles et leur inflammation (Kauffman *et al.* 2003). Il a également été suggéré que l'augmentation des incendies pouvait être liée à celle des éclairs de plus en plus présents, favorisant les départs de feux (Higuera-Gundy *et al.* 1999). L'étude des signaux incendies du lac Miragoane (Haïti), de la lagune de Saladilla (République dominicaine) et de celle de Tortuguero (Porto-Rico) va dans ce sens, des hivers globalement plus secs à partir de 5 800 cal BP qui auraient influencé l'activité des incendies (Caffrey & Horn 2015).

Nos données semblent également en accord avec cet état de fait. Nous aurions donc à Valkanaers une période sèche caractérisée par de nombreux feux d'herbacés et de quelques forêts éparses entre 4600 et 2350 cal BP à laquelle ferait suite une période plus humide jusqu'à environ 1800 cal BP. Puis nous aurions de nouveau une période sèche caractérisée par des feux de forêts proches du site de Valkanaers entre 1500 et 1200 cal BP. Cependant, ces hypothèses sur les phases identifiées sont en attente de confirmation (ou infirmation), car en l'absence de données paléoclimatiques (tel que le $\delta^{18}\text{O}$) ou encore palynologiques, il est difficile d'établir une restitution paléoenvironnementale complète.

La responsabilité des activités humaines dans le signal incendie de Valkanaers ne peut être écartée même si rien ne la confirme à travers nos données. La présence constante de charbons de bois à partir de 1800 cal BP et plus particulièrement la taille des charbons retrouvés dans les échantillons situés entre 51 et 40 cm de profondeur nous interrogent sur l'influence de l'activité anthropique sur ce signal incendie.

III.3/ La part de l'anthropisation dans le signal incendie de Valakanaers.

Nous ne pouvons rapprocher directement les incendies ayant eu lieu entre 5000 et 2350 cal BP à des activités humaines liées aux déboisements, car la nature des charbons et la fréquence des feux (qui n'étaient pas assez importants pour pouvoir être détectés par l'analyse des surfaces totales cumulées) suggèrent davantage une origine climatique. De plus, bien qu'un site, Pointe des Pies (Grande-Terre) (Depuech 2007) ait pu être attribué à l'époque précéramique en Guadeloupe, aucun site de cette période n'a pour l'instant été identifié en Basse-Terre, ce qui n'exclut pas pour autant leur existence. Les preuves archéologiques concernant les populations de chasseurs-cueilleurs de l'aire précéramique n'attestent pas clairement de l'utilisation du feu pour le défrichage ou l'agriculture sur brûlis (Keegan 1994 ; Newsom 2006). Néanmoins, en Australie et en Amérique du Nord, il a été prouvé que les populations de chasseurs-cueilleurs utilisaient le feu afin de dégager des zones géographiques et/ou faciliter les déplacements (Bowman 2003 ; Williams 2000). Même si aucune preuve directe ne peut pour le moment attester de ce type d'aménagement dans les Caraïbes, leur existence reste plausible (Caffrey & Horn 2015) mais ne peut être démontrée en Guadeloupe.

Les incendies ayant eu lieu entre environ 1800 et 700 cal BP sont quand à eux assez différents. Les fréquences de feux particulièrement élevées et la nature des charbons retrouvés dans les échantillons suggèrent en effet la présence d'une forte activité incendiaire près du site

de Valkanaers, entre 1500 et 1200 cal BP, et dans ses alentours pour les périodes situées avant et après. Des populations Saladoïdes étaient alors présentes en Guadeloupe et particulièrement en Basse-Terre, et ce depuis 1990 ± 127 cal BP (2000 BP) (Giovas & Fitzpatrick 2014). De nombreux sites Saladoïdes ont été identifiés autour du site de Valkanaers : la cathédrale de Basse-Terre (Bonnissent 2006; Bonnissent 2002), le 24 rue Schoelcher (Basse-Terre) (Berard 2014), les sites de Trois-Rivières comme l'Anse Duquéry ou la vallée d'Or (Depuech 2007), la rivière du Baillif (Baillif) (Gassies 1996), Bisdary (Gourbeyre) (INRAP 2015b), les sites de l'Allée Dumanoir et Fromager (Capesterre-Belle-Eau) (INRAP 2015a; INRAP 2015c). L'arrivée de ces populations Saladoïdes débute environ 100 ans avant les premiers signes d'augmentation de la fréquence des incendies à Valkanaers (**Fig. 13**). Si nous ne pouvons confirmer ni quantifier la part de responsabilité des activités des populations Saladoïdes dans l'augmentation du signal incendie, la coïncidence chronologique rend cette hypothèse recevable.

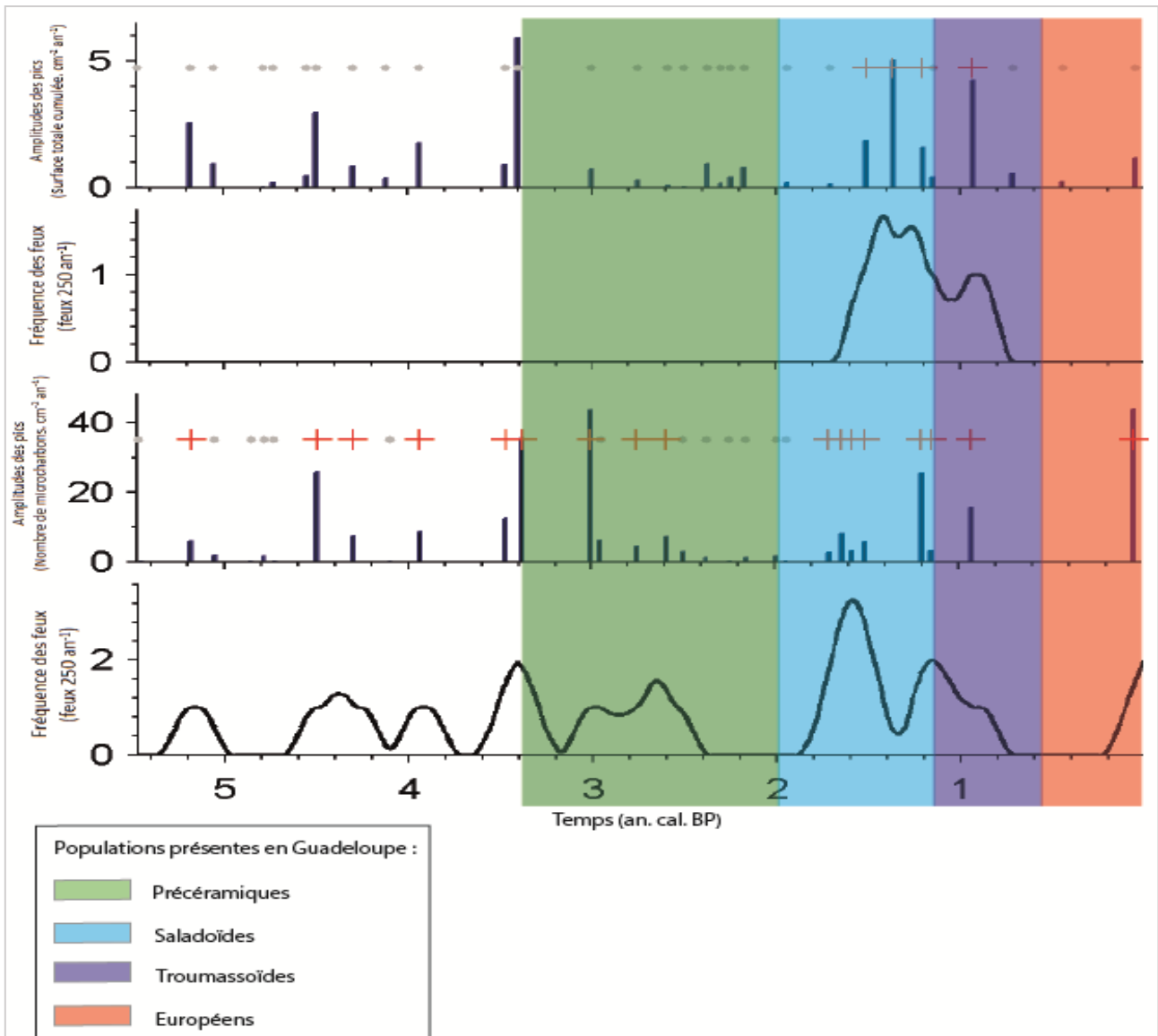


Figure 13 : De haut en bas : Pics significatifs d'incendies identifiés par l'analyse de la surface totale cumulée ; fréquences des feux identifiées par l'analyse de la surface totale cumulée ; pics significatifs d'incendies identifiés par l'analyse du nombre de microcharbons ; fréquence des feux identifiées par l'analyse du nombre de microcharbons. La présence des différents types de populations est identifiée pour les Précéramiques (en vert), les Saladoïdes (en bleu clair), les Troumassoïdes (en bleu foncée) et les Européens (en rouge).

Le signal incendie reste assez fort pendant la période Troumassoïde, même si l'on voit une diminution de la fréquence des incendies pendant cette occupation. Si l'on se base sur l'analyse des surfaces totales cumulées, cette diminution a déjà débuté à la fin de l'occupation Saladoïde. Pour l'analyse du nombre de microcharbons, la diminution jusqu'à la disparition du signal incendie débute avec l'arrivée Troumassoïde. Dans les deux cas, la fréquence des feux s'arrête avant la fin de l'occupation Troumassoïde (**Fig. 13**). Les populations Troumassoïdes avaient-elles une gestion différente du paysage qui impliquait moins d'utilisation des feux ? Cette étude, seule, ne permet pas de le dire.

La responsabilité des populations Saladoïdes et Troumassoïdes dans le fort signal incendie identifié entre 1800 et 700 cal BP a été mise en évidence. Les pics incendies très importants peuvent avoir comme origine l'allumage de feux par ces deux types de populations, à des fins d'aménagement du territoire que ce soit pour l'installation de zones d'habitat ou la pratique de l'agriculture sur brûlis.

L'arrivée des Européens a signé la disparition des populations Troumassoïdes en Guadeloupe, mais également sur l'ensemble des Antilles. Sur la séquence de Valkanaers on remarque que, bien qu'il y ait un nombre conséquent de charbons dans ces échantillons, aucun signal d'incendie n'a pu être identifié par nos analyses en dehors de celui daté à 50 cal BP (**Fig. 13**).

III.4/ Les dynamiques de colonisations humaines et le paléoenvironnement dans les Caraïbes.

Il est difficile de restituer les dynamiques des premières colonisations humaines dans les Antilles, les preuves archéologiques associées à ces populations étant assez rares. Certaines équipes se sont donc proposées de restituer les dynamiques de colonisations à travers l'impact des populations humaines sur l'environnement (Burney, Burney, et Macphee 1994 ; Siegel 2005 ; Siegel *et al.* 2015). Ces études confrontent diverses données paléoenvironnementales indépendantes comme : le signal incendie, l'étude des pollens et des phytolithes et les analyses physico-chimiques du sédiment, dans le but d'identifier des perturbations écologiques d'origine anthropique. Siegel *et al.* (2015) ont particulièrement travaillé sur l'histoire de la colonisation de la zone sud-est des Caraïbes, avec l'étude de la Martinique, de Marie-Galante (Guadeloupe), de Grenade et de Trinidad. Leurs analyses ont mené à l'identification de la présence humaine jusqu'à 3 500 ans plus tôt que ne l'attestaient les dépôts archéologiques sur certaines de ces îles (Siegel *et al.* 2015). Cependant, il apparaît que certaines « perturbations » identifiées par ces travaux pourraient avoir une origine climatique plutôt qu'anthropique. En effet, les méthodes employées par Siegel *et al.* ne permettent pas d'isoler la composante liée au bruit de fond du signal charbon ($C_{background}$), ce qui peut fausser leur interprétation en terme de fréquences de feux (Caffrey & Horn 2015 ; Higuera 2009). De plus, les références paléoenvironnementales utilisées pour cette étude sont celles des îles du nord des Caraïbes (Haïti, Porto-Rico). Or nous avons vu qu'il existait une inversion climatologique entre le nord-ouest et le sud-est des Caraïbes (cf. III.2 ; Malaizé *et al.* 2011). Leur approche reste néanmoins une référence en terme d'investigation pour identifier les perturbations anthropiques au sein d'un écosystème, quelque soit la période étudiée. La multiplication des proxys dans les futures recherches apparaît comme

indispensable à l'obtention de reconstitutions paléoenvironnementales fiables. Ceci dans le but d'identifier et de quantifier au mieux les « perturbations » d'origines anthropiques. Mais, à l'inverse, on peut se demander si l'environnement et en particulier le climat ont joué un rôle important dans les différentes vagues de colonisation dans les Caraïbes.

L'étude de Bonnissent *et al.* 2007 sur les occupations précolombiennes de l'île de Saint-Martin insiste sur l'influence qu'aurait eu le climat sur les dynamiques de colonisations des Petites Antilles. Ils remarquent que l'installation des populations précéramiques à Saint-Martin s'est faite au cours d'une période sèche et cyclonique (Bonnissent *et al.* 2007). Nos données suggèrent qu'il en est de même pour le site de Valkanaers. Ils proposent également une corrélation directe entre une hausse de l'humidité à Saint-Martin et l'arrivée des populations Saladoïdes (Bonnissent *et al.* 2007). L'étude du site de Valkanaers va dans le sens de cette hypothèse. En effet, l'arrivée des populations Saladoïdes en Guadeloupe (1990 ± 127 cal BP, Giovas et Fitzpatrick 2014) s'effectue au cours d'une phase que nous avons identifiée comme humide. Et même si, comme Bonnissent *et al.* 2007, nous n'avons pas pu corréler l'extinction de la culture Saladoïde à la fin de cette période humide, nous pouvons suggérer que l'implantation des populations Saladoïdes était assez dépendante des conditions environnementales. Ainsi un milieu plus humide aurait été plus favorable à leur sédentarisation et à leurs pratiques agricoles (Bonnissent *et al.* 2007).

En Amérique centrale, aux alentours de 1200-1100 BP, une sécheresse aurait participé à l'effondrement de la culture Maya (Hodell, Curtis & Brenner 1995). Il est donc très probable que les fluctuations climatiques et les changements environnementaux aient également eu un impact important sur les populations précolombiennes des Caraïbes. En effet, la position géographique de cet archipel fait que ce dernier est sujet aux catastrophes environnementales (ouragans, tsunamis...). L'installation dans ce milieu à risques n'est donc pas anodine, particulièrement lorsqu'on pratique l'agriculture.

Conclusion

L'étude de la séquence sédimentaire de Valkanaers nous a permis d'appréhender les climats et les environnements du sud de la Basse-Terre au cours de ces derniers 5471 ans. Un environnement plutôt sec composé d'herbacés et de forêts éparses a probablement occupé la région de Valkanaers entre 4800 et 2350 cal BP. Les populations précéramiques auraient investi la Guadeloupe pendant cette période sèche. Bien qu'aucun impact anthropique n'ait pu être mis en évidence, nous ne pouvons écarter la possibilité que ces populations aient utilisé le feu à des fins d'aménagement du territoire.

L'absence de signal incendie entre 2350 et 1800 cal BP nous laisse entrevoir l'existence d'une phase plus humide à cette période. Cette période marque également l'arrivée en Guadeloupe des Saladoïdes. Pratiquant l'horticulture, ces populations auraient profité d'un climat et d'un environnement plus humide propice à leur installation sédentaire. Une centaine d'années après l'arrivée des Saladoïdes, un signal incendie très prononcé est détecté. Ce signal peut-être le résultat d'un déboisement anthropique afin de dégager des zones d'habitats ou agricoles. Les charbons de grandes tailles retrouvés dans les sédiments suggèrent un déboisement local, proche de Valkanaers entre 1500 et 1200 cal BP. Cependant, il est difficile, sans comparaison avec des données palynologiques et climatiques ($\delta^{18}\text{O}$), de discerner les origines des feux. Ainsi, pour l'instant nous avons également émis l'hypothèse que ce signal incendie élevé pourrait être le résultat d'une période de sécheresse (entre 1800 et 0 cal BP) faisant suite à la période humide identifiée précédemment. La présence exclusive de nombreux charbons de bois dans cette nouvelle phase sèche, nous laisse penser que le climat est globalement plus humide et doux qu'à la dernière période sèche identifiée. Ce qui, avec les données disponibles sur le réchauffement progressif à l'Holocène, est cohérent. Il y aurait eu un développement des forêts et, avec lui, une augmentation du combustible.

Le signal incendie est beaucoup moins élevé durant l'occupation Troumassoïde. Cette chute est-elle due à une gestion différente des paysages de celle des Saladoïdes par les populations Troumassoïdes, ou de modifications climatiques et environnementales, ou d'une association de ces facteurs ? Des études complémentaires à celle-ci devront être réalisées pour que nous puissions répondre à cette question. L'arrivée des Européens signe la fin des occupations précolombiennes en Guadeloupe, mais également sur l'ensemble des Caraïbes. Au cours de cette période, un seul pic d'incendie a été identifié. L'annihilation des populations Troumassoïdes par les européens a mis fin aux pratiques incendiaires et est donc probablement

responsable de la chute du signal incendie dans la région de Valkanaers. De plus cette zone géographique a été peu aménagée au court de la période coloniale, ce qui expliquerait alors l'absence de feux.

Cette étude nous a permis de valider l'intégration de Basse-Terre dans la ligne climatique décrite pour le sud-est des Antilles. Mais elle soulève également de nombreux questionnements concernant les modalités d'installation et d'occupation du territoire par les différentes populations précolombiennes. Des études paléoclimatiques et paléoenvironnementales complémentaires devront être réalisées pour pouvoir valider et affiner les résultats de notre recherche. Une étude multiproxy plus fine et diversifiée signalant des perturbations et de impacts anthropiques dans les enregistrements paléoécologiques seraient un plus pour l'identification des mouvements de populations et de leurs gestions des territoires. L'étude paléoenvironnementale s'est révélée être un outil intéressant pour pouvoir appréhender non seulement le cadre de vie et les ressources disponibles pour les populations humaines, mais peut également permettre de détecter des signaux anthropiques relatifs à la gestion et l'aménagement du territoire. Ce type d'études peut être appliqué à toute situation géographique et peuvent être particulièrement intéressantes pour restituer les modalités d'aménagement du paysage par les populations néolithiques et protohistoriques.

Liste des Figures

- Figure 1 : Carte des Caraïbes. Tirée de Bonnissent 2006.....p5
- Figure 2 : Frise chronologique représentant l'occupation de la Guadeloupe par différentes populations et différents complexes chronoculturels ainsi que le matériel associé à ces complexes.....p7
- Figure 3 : Colons " surpris par les Indiens de la Guadeloupe ", gravure ancienne, vers 1750 (ADG : 2 Fi 79) (tirée de Bonnissent 2006).....p8
- Figure 4 : Emplacement du site de Valkanaers (signalé par une croix noire) sur la commune de Gourbeyre, en Guadeloupe. Carte tirée du Fond Régional Réseau Canopé Guadeloupe.....p11
- Figure 5 : a) Stéréomicroscope Leica M125 (Laboratoire Géode, Toulouse). b) Photographie du traitement WinSeeldl de l'échantillon 5-6 (grossement x 250).....p13
- Figure 6 : a) Nombre de microcharbons de chaque échantillon ; b) Surface totale cumulée des microcharbons de chaque échantillon en fonction de la profondeur (cmTop), de la carotte de Valkanaers.....p14
- Figure 7 : Modèle d'âge établie d'après les douze datations de la carotte de Valkanaers (Gourbeyre, Guadeloupe).....p16
- Figure 8 : Représentation et mise en relation : (a) des différents faciès sédimentaires, leur succession ainsi que les correspondances en terme de datation de leurs limites respectives (représentées par les lignes continues noires qui croisent (b)) ; (b) des données brutes du nombre de microcharbons (taux d'accumulation CHAR par cm et par an) en fonction du temps (cal BP) ; (c) les données brutes de la surface totale accumulée des microcharbons (taux d'accumulation CHAR par cm et par an) en fonction du temps (cal BP).....p18
- Figure 9 : Identification des pics d'incendies en fonction : (a) des données sur le nombre de microcharbons (nombre. $\text{cm}^{-2} \text{an}^{-1}$) et (b) des données sur les surfaces totales cumulées (surfaces totales. $\text{cm}^{-2} \text{an}^{-1}$), en fonction du temps (cal BP).....p19
- Figure 10 : Représentation des pics d'incendies et de leurs amplitudes (surface ou nombre. $\text{cm}^{-2} \text{an}^{-1}$) en fonction du temps (cal BP x 1000) pour : (a) l'étude de la surface totale cumulée des microcharbons, et (b) l'étude du nombre de microcharbons.....p20
- Figure 11 : Fréquences des incendies lissés (feux. 250an^{-1}) en fonction du temps (cal BP x 1000), avec les données : (a) des surfaces totales cumulées et (b) du nombre de microcharbons.....p21

Figure 12 : Frise chronologique représentant les phases humides (en bleue), les phases sèches (en orange) et les phases sèches et/ou perturbées par les activités anthropiques (en orange strié) dans différents milieux des Caraïbes (notés à gauche de la frise) au court du temps (an.cal BP).....	p27
Figure 13 : De haut en bas : Pics significatifs d'incendies identifiés par l'analyse de la surface totale cumulée ; fréquences des feux identifiées par l'analyse de la surface totale cumulée ; pics significatifs d'incendies identifiés par l'analyse du nombre de microcharbons ; fréquence des feux identifiées par l'analyse du nombre de microcharbons. La présence des différents types de populations est identifiée pour les Précéramiques (en vert), les Saladoïdes (en bleue claire), les Troumassoïdes (en bleue foncée) et les Européens (en rouge).....	p30
Figure 14 : Photographie de l'échantillon prélevé entre 23 et 24 cm de profondeur.....	p50
Figure 15 : Photographie de l'échantillon prélevé entre 50 et 51 cm de profondeur.....	p50
Figure 16 : Photographie de l'échantillon prélevé entre 58 et 59 cm de profondeur.....	p50
Figure 17 : Photographie de l'échantillon prélevé entre 144 et 145 cm de profondeur.....	p50
Figure 18 : Photographie de l'échantillon prélevé entre 160 et 161 cm de profondeur.....	p50
Figure 19 : Photographie de l'échantillon prélevé entre 179 et 180 cm de profondeur.....	p50
Figure 20 : Photographie de l'échantillon prélevé entre 257 et 258 cm de profondeur.....	p51
Figure 21 : Photographie de l'échantillon prélevé entre 246 et 247 cm de profondeur.....	p51
Tableau 1 : Données brutes des datations radiocarbone mesurées pour l'étude de la carotte de Valkanaers (Gourbeyre, Guadeloupe).....	p16

Bibliographie

- Allaire, L., 1980. "On the Historicity of Carib Migrations in the Lesser Antilles." *American Antiquity*, 45(02), p.238-245.
- Anderson, L. & Wahl, D., 2016. "Two Holocene paleofire records from Peten, Guatemala : Implications for natural fire regime and prehispanic Maya land use." *Global and Planetary Change*, 138, p.82-92.
- Beets, C.J. Troelstra, S.R. Grootes, P.M. Nadeau, M.-J., van der Borg, K. de Jong, A.F.M. Hofman, C.L & Hoogland, M.L.P., 2006. "Climate and Pre-Columbian Settlement at Anse à la Gourde, Guadeloupe, Northeastern Caribbean." *Geoarchaeology*, 21(3), p.271-280.
- Berard, B., 2014. "Etude de l'occupation céramique ancienne de l'archipel de la Guadeloupe , Antigua et Barbuda." *Bilans archéologiques - Guadeloupe*, 2010, p.75-76.
- Berard, B., 2005. "Historique de la recherche archéologique précolombienne dans les Antilles : gros plan sur la Caraïbe francophone." Dans N. Sanz & C. du P. M. de L'UNESCO, éd. *Archéologie dans les Caraïbes et Liste du Patrimoine Mondial. Une approche archéologique à la Stratégie Globale*. p. 159-165.
- Berman, M.J. & Pearsall, D.M., 2008. "At the Crossroads: Starch Grain and Phytolith Analyses in Lucayan Prehistory." *Latin American Antiquity*, 19(2), p.181-203.
- Bertran, P. Bonnissent, D. Imbert, D. Lozouet, P. Serrand, N. Stouvenot, C. 2004., "Paléoclimat des Petites Antilles depuis 4000 ans BP : l'Enregistrement de la lagune de Grand-Case à Saint-Martin." *Comptes Rendus - Geoscience*, 336(16), p.1501-1510.
- Bonnissent, D. Bertran, P. Galop, D. Imbert, D. Stouvenot, D., 2007. "Chronologie des occupations précolombiennes de l'île de Saint-Martin (Petites Antilles) et relations avec les paléoenvironnements." Dans *Twenty-first Congress of the International association for caribbean archaeology*. Saint-Augustine, États-Unis., p. 20-30.
- Bonnissent, D., 2006. "La Basse-Terre précolombienne." Dans *Basse Terre, patrimoine d'une ville antillaise*. Desmoulins, Marie-Emmanuelle, p. 14-33.

- Bonnissent, D., 2002. "Parking de la cathédrale, Basse-Terre (Guadeloupe)". *Bilan Scientifique de la région Guadeloupe*. p. 15-19.
- Boomert, A., 2013. "Gateway to the mainland : Trinidad and Tobago." Dans Keegan, W. Hofman, C.L. & R. Rodríguez Ramos, R. éd. *Oxford Handbook of Caribbean Archaeology*. Oxford: Oxford University Press, p. 141-154.
- Boudadi-Maligne, M. Bailon, S. Bochaton, C. Casagrande, F. Grouard, S. Serrand, N. Lenoble, A., 2016. "Evidence for historical human-induced extinctions of vertebrate species on La Désirade (French West Indies)." *Quaternary Research (United States)*, 85(1), p.54-65.
- Bowman, D. Balch, J.K. Artaxo, P. Bond, W.J. Carlson, J.M. Cochrane, M.A. D'Antonio, C.M. Defries, R.S. Doyle, J.C. Harrison, S.P. Johnston, F.H. Keeley, J.E. Krawchuk, M. Kull, C. Marston, J.B. Moritz, M. Prentice, I.C. Roos, C.I. Scott, A.C. Swetnam, T.W. van der Werf, G.R. Pyne, S.T., 2009. "Fire in the Earth system." *Science*, 324(5926), p. 481-484.
- Bullen, R.P., 1964. "The Archaeology of Grenada, West Indies." University of Florida.
- Bullen, R.P. & Bullen, A.K., 1972. "Archaeological Investigations on St. Vincent and the Grenadines, West Indies." Bryant Foundation.
- Burney, D.A., Burney, L.P. & MacPhee, R.D.E., 1994. "Holocene Charcoal Stratigraphy from Laguna Tortuguero, Puerto Rico, and the Timing of Human Arrival on the Island." *Journal of Archaeological Science*, 21(2), p.273-281.
- Burnham, R.J. & Graham, A., 1999. "The History of Neotropical Vegetation : New Developments and Status." *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 86(2), p.546.
- Bussièrès, B., Payette, S. & Filion, L., 1996. "Déboisement et entourage des hauts sommets de Charlevoix à l'Holocène supérieur : origine des étages alpin et subalpin." *Géographie physique et Quaternaire*, 50(3), p.258.
- Callaghan, R.T., 1990. "Mainland origins of the preceramic cultures of the greater Antilles." Thèse, sous la direction de Kelley, D.H. University of Calgary.

- Carcaillet, C. Bouvier, M. Fréchetten, B. Larouche, A.C. Richard, P.J.H., 2001. "Comparison of pollen-slide and sieving methods in lacustrine charcoal analyses for local and regional fire history." *The Holocene*, 11(4), p.467-476.
- Carcaillet, C. Barakat, H.N. Panaïotis, C. Loisel, R., 1997. "Fire and late-Holocene expansion of *Quercus ilex* and *Pinus pinaster* on Corsica." *Journal of Vegetation Science*, 8(1), p.85-94.
- Clark, J.S., 1988. "Particle motion and the theory of charcoal analysis : Source area, transport, deposition, and sampling." *Quaternary Research*, 30(1), p.67-80.
- Clark, J.S. & Patterson, W.A., 1997. "Background and Local Charcoal in Sediments: Scales of Fire Evidence in the Paleorecord." *Sediment Records of Biomass Burning and Global Change*, I, p.23-48.
- Clark, J.S. & Royall, P., 1996. "Local and Regional Sediment Charcoal Evidence for Fire Regimes in Presettlement North-Eastern North America." *Journal of Ecology*, 84, p.365-382.
- Clement, R.M. & Horn, S.P., 2001. "Pre-Columbian land-use history in Costa Rica: a 3000-year record of forest clearance, agriculture and fires from Laguna Zoncho." *The Holocene*, 11(4), p.419-426.
- Cooper, J. & Peros, M., 2010. "The archaeology of climate change in the Caribbean." *Journal of Archaeological Science*, 37(6), p.1226-1232.
- Curtis, J. Brenner, M. & Hodell, D., 2001. "Climate Change in the Circum-Caribbean (Late Pleistocene to Present) and Implications for Regional Biogeography." Dans C. A. Woods & F. E. Sergile, éd. *Biogeography of the West Indies Patterns and Perspectives*, Second Edition. CRC Press, p. 54-73.
- Curtis, J.H. Hodell, D.A. & Brenner, M., 1996. "Climate Variability on the Yucatan Peninsula (Mexico) during the Past 3500 Years, and Implications for Maya Cultural Evolution." *Quaternary Research*, 46(01), p.37-47.
- Depuech, A., 2007. "Archéologie amérindienne en Guadeloupe." *Les nouvelles de l'archéologie*, (108/109), p.10-19.

- Elsner, J.B. Liu, K-B. & Kocher, E., 2000. "Spatial Variations in Major U.S. Hurricane Activity : Statistics and a Physical Mechanism." *Journal of Climate*, 13(13), p.2293-2305.
- Enache, M.D. & Cumming, B.F., 2006. "Tracking recorded fires using charcoal morphology from the sedimentary sequence of Prosser Lake, British Columbia (Canada)." *Quaternary Research*, 65(2), p.282-292.
- Enfield, D.B. & Alfaro, E.J., 1999. "The Dependence of Caribbean Rainfall on the interaction of the Tropical Atlantic and Pacific Oceans." *Journal of Climate*, 12(7), p.2093-2103.
- Fitzpatrick, S.M. & Keegan, W.F., 2007. "Human impacts and adaptations in the Caribbean Islands : An historical ecology approach." *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 98(1), p.29-45.
- Fitzpatrick, S.M. & Ross, A.H., 2010. "Island Shores, Distant Pasts . Archaeological and Biological Approaches to the Pre-Columbian Settlement of the Caribbean." *Journal of Caribbean Archaeology*, p.264.
- Gassies, E., 1996."Baillif, Prospection-Inventaire." *Bilan Scientifique 1995*. SRA/DRAC Guadeloupe, ministère de la Culture, p.15-16.
- Gavin, D.G. Hu, F.S. Lertzman, K. Corbett, P., 2006. "Weak climatic control of stand-scale fire history during the late holocene." *Ecology*, 87(7), p.1722-1732.
- Giannini, A., Kushnir, Y. & Cane, M.A., 2000. "Interannual Variability of Caribbean Rainfall, ENSO, and the Atlantic Ocean." *Journal of Climate*, 13(2), p.297-311.
- Giovas, C.M. & Fitzpatrick, S.M., 2014. "Prehistoric migration in the Caribbean : Past perspectives, new models and the ideal free distribution of West Indian colonization." *World Archaeology*, 46(4), p.569-589.
- Giovas, C.M., Lefebvre, M.J. & Fitzpatrick, S.M., 2011. "New records for prehistoric introduction of Neotropical mammals to the West Indies : evidence from Carriacou, Lesser Antilles." *Journal of Biogeography*, 39(3), p.476-487.
- Gischler, E., 2006. "Comment on "Corrected western Atlantic sea-level curve for the last 11,000 years based on calibrated 14C dates from *Acropora palmata* framework and Intertidal mangrove peat" by Toscano and MacDanstyre." *Coral Reefs* 22:257-270

(2003), et leur réponse dans *Coral Reefs* 24:187–190 (2005). *Coral Reefs*, 25(2), p.273-279..

Grouard, S., 2010. "Caribbean Archaeozoology." Dans G. Mengoni Goñalons, J. Arroyo-Cabrales, O. J. Polaco y F. J. Aguilar, éd. *Estado actual de la arqueozoología latinoamericana / Current advances in Latin-American archaeozoology*. Mexico : Instituto Nacional de Antropología e Historia, Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología, Dansternational Council for Archaeozoology y Universidad de Buenos Aires, p. 133-151.

Grouard, S., 2005. "Modes de vie des Précolombiens de la Caraïbe." *Archaeology in the Caribbean and the World Heritage List, an archaeological approach towards the Global Strategy*, World Heritage papers, 14, p.150-158.

Grouard, S., 2007. "Modes de vie des Précolombiens des Antilles françaises : synthèse des données archéozoologiques." *Nouvelles de l'Archéologie*, 108-109, p.91-100.

Guilderson, T.P. Fairbanks, R.G. & Rubenstone, J.L., 1994. " Tropical Temperature Variations Since 20,000 Years Ago : Modulating Interhemispheric Climate Change." *Science*, 263, p.663-665.

Haberle, S.G. Rule, S. Roberts, P. Heijnis, H. Jacobsen, G. Turney, C. Cosgrove, R. Ferrier, A. Moss, P. Mooney, S. & Kershaw, P., 2010. "Paleofire in the wet tropics of northeast Queensland, Australia." *PAGES News*, 18(2), p.78-80.

Haug, G.H. Hughen, K.A. Sigman, D.M. Peterson, L.C. & Röhl. U., 2001. "Southward Migration of the intertropical Convergence Zone Through the Holocene." *Science*, 293, p.1304-1308.

Haviser, J.B., 1991. "Development of a prehistoric interaction sphere in the northern Lesser Antilles." *New West Indian Guide / Nieuwe West-Dansdische Gids*, 65(3-4), p.129-151.

Higuera-Gundy, A. Brenner, M. Hodell, D.A. Curtis, J.H. Leyden, B.W. & Binford, M.W., 1999. "A 10,300 14C yr Record of Climate and Vegetation Change from Haiti." *Quaternary Research*, 52(02), p.159-170.

- Higuera, P., 2009. "CharAnalysis 0.9: Diagnostic and analytical tools for sediment-charcoal analysis."
- Hodell, D. Curtis, J.H. & Brenner, M., 1991. "Reconstruction of Caribbean climate change over the past 10,500 years." *Nature*, 352, p.790-793.
- Hodell, D.A. Brenner, M. Curtis, J.H. Medina-González, R. Ildefonso-Chan Can, E. Albornaz-Pat, A. & Guilderson, T.P., 2005. Climate change on the Yucatan Peninsula during the Little Ice Age. *Quaternary Research*, 63(2), p.109-121.
- Hofman, C.L. Bright, A.J. Boomert, A. & Knippenberg, S., 2007. "Island Rhythms : The Web of Social Relationships and Interaction Networks in the Lesser Antillean Archipelago between 400 B.C. and A.D. 1492." *Latin American Antiquity*, 18(3), p.243-268.
- Hoogland, M.L.P. & Hofman, C.L., 1999. "Expansion of the Taino cacicazgos towards the Lesser Antilles." *Journal de la Société des Américanistes*, 85(1), p.93-113.
- Horn, S.P. Orvis, K.H. Kennedy, L.M. & Clark, G. M., 2000. "Prehistoric Fires in the Highlands of the Dominican Republic: Evidence from Charcoal in Soils and Sediments." *Caribbean Journal of Science*, 36(1-2), p.10-18.
- INRAP, 2015a. "Site archéologique : Allée Dumanoir". *Les dossiers de l'Inrap*. <https://www.inrap.fr/allee-dumanoir-97>
- INRAP, 2015b. "Site archéologique : Bisdary". *Les dossiers de l'Inrap*. <https://www.inrap.fr/bisdary-121>
- INRAP, 2015c. "Site archéologique : Fromager". *Les dossiers de l'Inrap*. <https://www.inrap.fr/fromager-239>
- Islebe, G.A. Hooghiemstra, H. Brenner, M. Curtis, J.H. & Hodell, D.A., 1996. "A Holocene vegetation history from lowland Guatemala." *The Holocene*, 6(3), p.265-271.
- Jury, M., Malmgren, B.A. & Inter, A., 2007. "Subregional precipitation climate of the Caribbean and relationships with ENSO and NAO." *Journal of Geophysical Research*, 112(D16107), p. 1-10.
- Keegan, W., 2013. "Caribbean Islands : archaeology." Dans I. Ness., éd. *The Encyclopedia of Global Human Migration*. Blackwell Publishing Ltd.

- Keegan, W.F., 1995. "Modeling dispersal in the prehistoric West Indies." *World Archaeology*, 26(3), p.400-420.
- Keegan, W.F., 1994. "West Indian archaeology." 1. Overview and foragers. *Journal of Archaeological Research*, 2(3), p.255-284.
- Kirch, P. V., 1982. "The impact of the prehistoric polynesians on the Hawaiian ecosystem." *Pacific Science*, 36(1), p.1-14.
- Lane, C.S., Horn, S.P. & Orvis, K.H., 2008. "The Earliest Evidence of Ostionoid Maize Agriculture from the interior of Hispaniola." *Caribbean Journal of Science*, 44(1), p.43-52.
- Larsen, C.P. & Macdonald, G., 1998. "Fire and vegetation dynamics in a jack pine and black spruce forest reconstructed using fossil pollen and charcoal." *Journal of Ecology*, 86, p.815-828.
- LeFebvre, M.J. & deFrance, S.D., 2014. "Guinea Pigs in the Pre-Columbian West Indies." *The Journal of Island and Coastal Archaeology*, 9(1), p.16-44.
- Lewis, S & Maslin, M.A., 2018. "The Human Planet: How We Created the Anthropocene », Penguin UK.
- Leyden, B.W., 1985. "Late Quaternary Aridity and Holocene Moisture Fluctuations in the Lake Valencia Basin, Venezuela." *Ecology*, 66(4), p.1279-1295.
- Liu, K. & Fearn, M.L., 2000. "Reconstruction of Prehistoric Landfall Frequencies of Catastrophic Hurricanes in Northwestern Florida from Lake Sediment Records." *Quaternary Research*, 54(02), p.238-245.
- Long, C.J. Whitlock, C. Bartlein, P.J. & Millspaugh, S.H., 1998. "A 9000-year fire history from the Oregon Coast Range, based on a high-resolution charcoal study." *Canadian Journal of Forest Research*, 28(5), p.774-787.
- Lynch, J.A., Clark, J.S. & Stocks, B.J., 2004. "Charcoal production, dispersal, and deposition from the Fort Providence experimental fire : Interpreting fire regimes from charcoal records in boreal forests." *Canadian Journal of Forest Research*, 34(8), p.1642-1656.

- Lynch, J.A., Hollis, J.L. & Hu, F.S., 2004. "Climatic and landscape controls of the boreal forest fire regime : Holocene records from Alaska." *Journal of Ecology*, 92(3), p.477-489.
- Maezumi, S.Y. Whitney, B.S. Mayle, F.E. Gregorio de Souza, J. & Iriarte, J., 2017. "Reassessing climate and pre-Columbian drivers of paleofire activity in the Bolivian Amazon." *Quaternary International*, p.1-14.
- Malaizé, B. Bertran, P. Carbonel, P. Bonnissent, D. Charlier, K. Galop, D. Imbert, D. Serrand, N. Stouvenot, C. Pujol, C., 2011. "Hurricanes and climate in the caribbean during the past 3700 years BP." *Holocene*, 21(6), p.911-924.
- Mangini, A. Blumbach, P. Verdes, P. Spötl, C. Scholz, D. Machel, H. & Mahon, S., 2007. "Combined records from a stalagmite from Barbados and from lake sediments in Haiti reveal variable seasonality in the Caribbean between 6.7 and 3 ka BP." *Quaternary Science Reviews*, 26(9-10), p.1332-1343.
- Marquer, L. Lebreton, V. Otto, T. & Messenger, E., 2015. "Étude des macro-, méso- et micro-charbons du site épigravettien de Mezhyrich (Ukraine): Données taphonomiques et anthracologiques." *Anthropologie (France)*, 119(4), p.487-504.
- McCloskey, T.A. & Keller, G., 2009. "5000 year sedimentary record of hurricane strikes on the central coast of Belize." *Quaternary International*, 195(1-2), p.53-68.
- McGlone, M.S. & Wilmshurst, J.M., 1999. "A Holocene record of climate, vegetation change and peat bog development, east Otago, South Island, New Zealand." *Journal of Quaternary Science*, 14(3), p.239-254.
- Mickleburgh, H.L. & Pagan Jiménez, J., 2012. "New Insights into the consumption of maize and other food plants in the pre-Columbian Caribbean from starch grains trapped in human dental calculus." *NeuroImageJournal of Archaeological Science*, 39(7), p.2468-2478.
- Millerstrom, S. & Coil, J.H., 2008. "Pre-Contact Arboriculture and Vegetation in the Marquesas Islands, French Polynesia: Charcoal Identification and Radiocarbon Dates from Hatiheu Valley, Nuku Hiva." *Asian Perspectives*, 47(2), p.330-351.
- Millsbaugh, S.H. & Whitlock, C., 1995. "A 750-year fire history based on lake sediment records in central Yellowstone National Park, USA." *The Holocene*, 5(3), p. 283-292.

- Newsom, L.A. & Wing, E.S., 2004. "On land and sea : Native American uses of biological resources in the West Indies", University of Alabama Press.
- Ohlson, M. & Tryterud, E., 2000. "Interpretation of the charcoal record in forest soils: Forest fires and their production and deposition of macroscopic charcoal." *Holocene*, 10(4), p.519-525.
- Perrot-Minnot, S., 2015. "Le peuplement Initial des Antilles." *Bulletin de la Société d'Histoire de la Guadeloupe*, (170), p.1-27.
- Peters, M.E. & Higuera, P.E., 2007. "Quantifying the source area of macroscopic charcoal with a particle dispersal model." *Quaternary Research*, 67(2), p.304-310.
- Piperno, D.R., Bush, M.B. & Colinvaux, P.A., 1990. "Paleoenvironments and Human Occupation in Late-Glacial Panama." *Quaternary Research*, 33(01), p.108-116.
- Quilès, D. Rohr, V. Joly, K. Lhuillier, S. Ogereau, P. Martin, A. Bazile, F. & Vernet, J-L., 2002. "Les feux préhistoriques holocènes en montagne sub-méditerranéenne : premiers résultats sur le Causse Méjean (Lozère, France)." *Comptes Rendus Palevol*, 1(1), p.59-65.
- Rhodes, A.N., 1998. "A method for the preparation and quantification of microscopic charcoal from terrestrial and lacustrine sediment cores." *The Holocene*, 8(1), p.113-117.
- Rick, T.C. Kirch, P.V. Erlandson, J.M. & Fitzpatrick, S.M., 2013. "Archeology, deep history, and the human transformation of island ecosystems." *Anthropocene*, 4, p.33-45.
- Rius, D. Vannière, B. Galop, D. & Richard, H., 2011. "Holocene fire regime changes from multiple-site sedimentary charcoal analyses in the Lourdes basin (Pyrenees, France)." *Quaternary Science Reviews*, 30(13-14), p.1696-1709.
- Rius, D., Vannière, B. & Galop, D., 2009. "Fire frequency and landscape management in the northwestern Pyrenean piedmont, France, since the early Neolithic (8000 cal BP)." *The Holocene*, 19(6), p.847-859.
- Rius, D., Vannière, B. & Galop, D., 2012. "Holocene history of fire, vegetation and land use from the central Pyrenees (France)." *Quaternary Research*, 77(1), p.54-64.

- Rodriguez Ramos, R., Torres, J. & Oliver, J., 2010. "Rethinking Time in Caribbean Archaeology." Dans S. Fitzpatrick & A. Ross, éd. *Island Shores, Distant Pasts: Archaeological and Biological Approaches to the Pre-Columbian Settlement of the Caribbean*. Gainesville: University Press of Florida, p. 21-53.
- Rouse, I., 1986. "Migrations in prehistory : Inferring population movement from cultural remains", Yale University Press.
- Rouse, I., 1964. "Prehistory of the West Indies." *Science*, 144(3618), p.499-513.
- Rouse, I., 1960. "Society for American Archaeology." *American Antiquity*, 25(3), p.313-323.
- Rouse, I., 1992. "The Taínos : The Rise and Fall of the People Who Greeted Columbus", New Haven et Londres, Yale University Press, p. 211.
- Scheffers, S.R. Havisser, J. Browne, T. & Scheffers, A., 2009. "Tsunamis, hurricanes, the demise of coral reefs and shifts in prehistoric human populations in the Caribbean." *Quaternary International*, 195(1-2), p.69-87.
- Siegel, P.E. Jones, J.G. Pearsall, D.M. Dunning, N.P. Farrell, P. Duncan, N.A Curtis, J.H. & Singh, S.K., 2015. "Paleoenvironmental evidence for first human colonization of the eastern Caribbean." *Quaternary Science Reviews*, 129, p.275-295.
- Stoetzel, E. Royer, A. Cochard, D. & Lenoble, A., 2016. "Late Quaternary changes in bat palaeobiodiversity and palaeobiogeography under climatic and anthropogenic pressure : New insights from Marie-Galante, Lesser Antilles." *Quaternary Science Reviews*, 143, p.150-174.
- Tardy, C., 1998. "Paléoincendies naturels, feux anthropiques et environnements forestiers de Guyane française du tardiglaciaire à l'Holocène récent : approches chronologique et anthracologique." Thèse sous la direction de Vernet, J-L. Université Montpellier 2.
- Tedesco, K. & Thunell, R., 2003. "High resolution tropical climate record for the last 6,000 years." *Geophysical Research Letters*, 30(17), p. 1-4.
- Tinner, W. Hubschmid, P. Wehrli, M. Ammann, B. & Conedera, M., 1999. "Long-term forest fire ecology and dynamics in southern Switzerland." *Journal of Ecology*, 87(2), p.273-289.

- Toscano, M.A. & Macintyre, I.G., 2003. "Corrected western Atlantic sea-level curve for the last 11,000 years based on calibrated 14 C dates from *Acropora palmata* framework and intertidal mangrove peat." *Coral Reefs*, 22, p.257-270.
- Toscano, M.A. & Macintyre, I.G., 2006. "Reply to Gischler E, Comment on Toscano and MacDanstyre (2005) : corrected western Atlantic sea-level curve for the last 11,000 years based on calibrated 14C dates from *Acropora palmata* framework and intertidal mangrove peat *Coral Reefs* 22: 257–270 (2003), and their response in *Coral Reefs* 24:187–190 (2005)." *Coral Reefs*, 25(2), p.281-286.
- Umbanhowar, C.E. & Mcgrath, M.J., 1998. "Experimental production and analysis of microscopic charcoal from wood, leaves and grasses." *The Holocene*, 8(3), p.341-346.
- Vernet, J.-L., Meter, A. & Zéraïa, L., 2005. "Premières datations de feux holocènes dans les Monts de Saint-Guilhem-le-Désert (Hérault, France), contribution à l'histoire de la forêt relique de *Pinus nigra* Arnold ssp *Salzmanni* (Dun.)." *Comptes Rendus Geoscience*, 337(5), p.533-537.
- Webb, R.S. Rind, D.H. Lehman, S.J. Healy, R.J. & Sigman, D., 1997. "Influence of ocean heat transport on the climate of the Last Glacial Maximum." *Nature*, 385, p.695-699.
- Whitlock, C. & Larsen, C.P.S., 2001. "Charcoal as a Fire Proxy." Dans J. P. Smol, H. J. B. Birks, & W. M. Last, éd. *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, p. 75-97.
- Whitlock, C. & Millspaugh, S.H., 1996. "Testing the assumptions of fire-history studies: an examination of modern charcoal accumulation in Yellowstone National Park, USA." *The Holocene*, 6(1), p.7-15.
- Whitmore, T.J. Brenner, M. Curtis, J.H. Dahlin, B.H. & Leyden, B.W., 1996. "Holocene climatic and human influences on lakes of the Yucatan Peninsula, Mexico : an interdisciplinary, palaeolimnological approach." *The Holocene*, 6(3), p.273-287.
- Willis, K. Braun, M. Sumegi, P. & Toth, A., 1997. "Does Soil Change Cause Vegetation Change or Vice Versa ? A Temporal Perspective from Hungary." *Ecology*, 78(3), p.740-750.

Wilson, S.M., 2007. "The Archaeology of the Caribbean", Cambridge : Cambridge University Press. p. 209.

Wilson, S.M., 2001. "The Prehistory and Early History of the Caribbean." Dans C. Woods, éd. *The Biogeography of the Caribbean*. Boca Raton : CRC Press, p. 519-528.

Annexe I : Détails et justification des paramètres sélectionnés pour le traitement des données par le logiciel CharAnalysis.

1) Les paramètres de lissage (Smoothing) :

- « method » : 2 (faible lissage mais résistant aux outliers). Le faible lissage a été choisi pour nous permettre de visualiser les dynamiques et les faciès des différents feux identifiés.
- « yr » : 250 (fenêtre de temps pour le lissage). La séquence sédimentaire étant relativement courte (5471 ans), cette fenêtre de temps nous semblait la plus adaptée pour ne pas surreprésenter certaines données (avec une fenêtre de temps plus réduite) tout en évitant de les aplatir (avec une fenêtre de temps plus large).

2) L'analyse des pics de fréquences (Peak analysis) :

- « cPeak » : 1 ($C_{peak} = C_{resampled} - C_{background}$). Puisque nous privilégions l'étude des résidus, nous soustrayons le bruit de fond.
- « threshType » : 2 (étude du seuil local). Notre étude se concentre sur la reconstitution du signal incendie à l'échelle locale.
- « threshMethod » : 3 (seuil utilisé pour déterminer les pics de feux). Nous avons choisi la valeur choisie le plus fréquemment dans ce type d'étude qui est la valeur seuil pour l'identification des pics déterminée par un modèle Gaussien.
- « threshValues » : 0.950 ; 0.990 ; 0.999 ; 0.990. Nous avons conservé les valeurs de base pour ce paramètre.
- « inCountP » : 0.05 (comptage et vérification des pics). Nous avons choisi cette option pour que le logiciel puisse établir si deux pics proches ne sont pas un même feu dont le signal a été coupé.
- « peakFrequ » : 250 (pallier de temps pour le lissage des fréquences de feux). Au regard de notre base de données et de la taille de la séquence sédimentaire nous avons choisi une fenêtre de 250 ans pour le lissage des fréquences de feux pour conserver leur représentativité.
- « C_{background} sensitivity » : 1 (activation de l'évaluation de la sensibilité des résultats à la variation des fenêtres de lissage).

Annexe II : Photographies et caractéristiques des microcharbons de la carotte de Valkanaers.



Figure 14 : Photographie de l'échantillon prélevé entre 23 et 24 cm de profondeur. Il est composé de nombreux microcharbons de forme rectangulaire ou hexagonale et de petite taille.

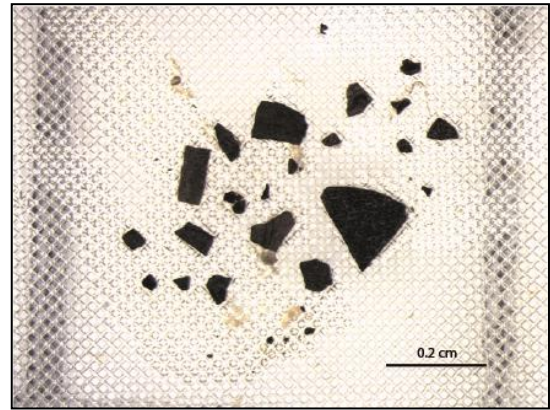


Figure 15 : Photographie de l'échantillon prélevé entre 50 et 51 cm de profondeur. Il est composé de microcharbons de formes rectangulaires ou triangulaires, de grandes tailles.

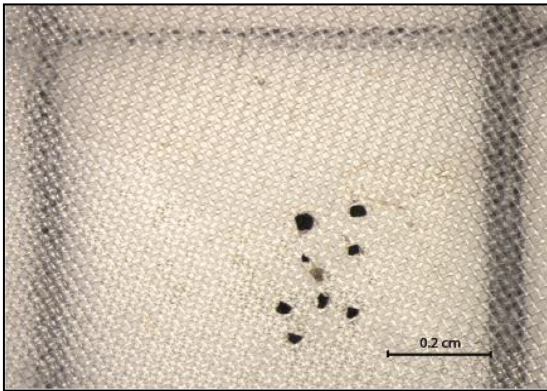


Figure 16 : Photographie de l'échantillon prélevé entre 58 et 59 cm de profondeur. Il est composé d'un faible nombre de microcharbons de formes carrés et de petites tailles.

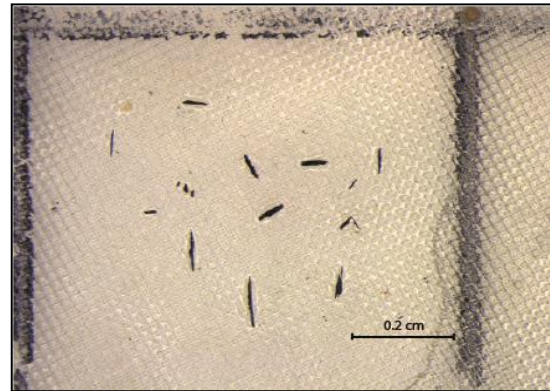


Figure 17 : Photographie de l'échantillon prélevé entre 144 et 145 cm de profondeur. Il est composé d'un très faible nombre de microcharbons fins, de forme rectangulaire et de petite taille.

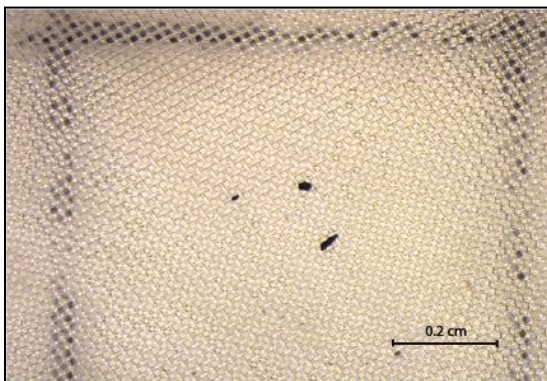


Figure 18 : Photographie de l'échantillon prélevé entre 160 et 161 cm de profondeur. Il est composé d'un très faible nombre de microcharbons de formes carrés et rectangulaires et de petites tailles.

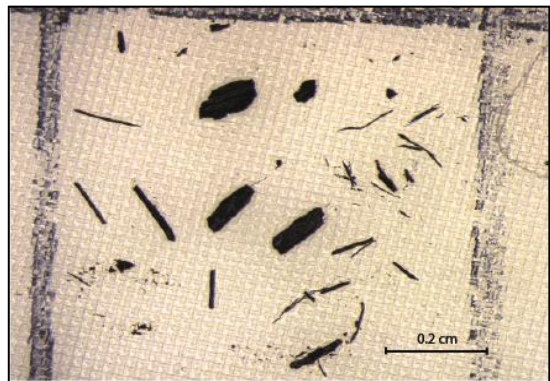


Figure 19 : Photographie de l'échantillon prélevé entre 179 et 180 cm de profondeur. Il est composé de microcharbons très fins et très allongés ainsi que des microcharbons plus grand et de forme rectangulaire.

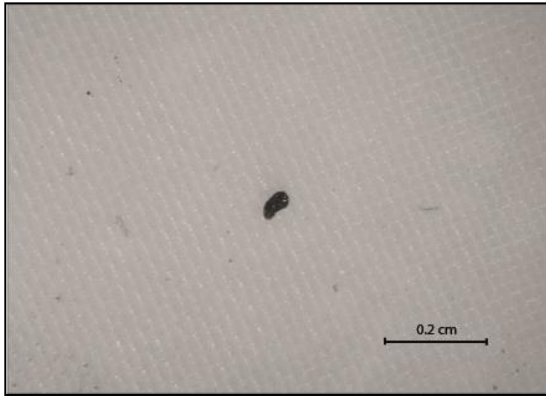


Figure 20 : Photographie de l'échantillon prélevé entre 257 et 258 cm de profondeur. Il est composé d'un petit microcharbon de forme rectangulaire.

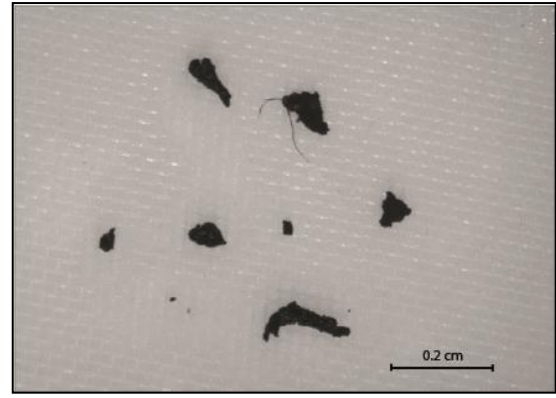


Figure 21 : Photographie de l'échantillon prélevé entre 246 et 247 cm de profondeur. Il est composé d'un petit nombre de gros microcharbons de forme rectangulaire, triangulaire ou courbe.