



Brésil(s)

Sciences humaines et sociales

21 | 2022

Premiers peuplements du Brésil

Dossier – Premiers peuplements du Brésil

Plantes et peuplement : questions et enjeux relatifs à la manipulation et à la domestication de végétaux au Pléistocène final et à l'Holocène initial au Brésil et en Amazonie

Plantas no povoamento: questões e provocações sobre manejo e domesticação no Pleistoceno final e Holoceno inicial no Brasil e na Amazônia

Plants and Peopling: Questions and Provocations about Management and Domestication in Late Pleistocene and Early Holocene Brazil and Amazônia

MYRTLE P. SHOCK ET JENNIFER WATLING

Traduction de David Yann Chaigne

<https://doi.org/10.4000/bresils.12408>

Résumés

Français Português English

Dans cet article, nous remettons en question les modèles de peuplement des Amériques se fondant sur la notion d'adaptation à des environnements pauvres en ressources. Des données archéobotaniques provenant de vingt sites archéologiques datés du Pléistocène final et de l'Holocène initial au Brésil et en Amazonie démontrent un usage considérable et persistant d'une grande variété de plantes aujourd'hui domestiquées et/ou hyper-dominantes. En recourant aux concepts de la théorie de construction de niches, nous nous efforçons de discerner les interventions humaines à travers des indices de manipulation et de domestication des plantes et des lieux.

Questionamos aqui os modelos de povoamento das Américas que se baseiam na noção de adaptação à escassez de recursos no meio ambiente. Dados arqueobotânicos de vinte sítios arqueológicos do Pleistoceno final e do Holoceno inicial no Brasil e na Amazônia demonstram um uso amplo e persistente de uma grande variedade de plantas que possuem populações



modernas domesticadas e/ou hiperdominantes. Mobilizando conceitos da Teoria da Construção de Nichos, tentamos resgatar as ações humanas através das evidências de manejo e domesticação de plantas e lugares.

We question prevailing models of the settlement of the Americas based on notions of adaptation to resource scarcity in the environment. Archaeobotanical data from twenty sites from the Late Pleistocene and Early Holocene from Brazil and Amazonia demonstrate the ample and persistent use of a large variety of plants that have been domesticated and/or are hiperdominant species today. Using concepts from Niche Construction Theory, we seek to recapture the role of human agency through evidence of the management and domestication of plants and places.

Entrées d'index

Mots-clés : archéobotanique, transition Pléistocène-Holocène, construction de niches culturelles, Brésil, Amazonie

Keywords: arqueobotany, Pleistocene-Holocene transition, cultural niche construction, Brazil, Amazônia

Palavras chaves: arqueobotânica, transição Pleistoceno-Holoceno, construção de nichos culturais, Brasil, Amazônia

Notes de la rédaction

Article reçu pour publication en avril 2021 ; approuvé en août 2021.

Texte intégral

Jennifer Watling a reçu le soutien financier de la FAPESP (2017/25157-0) durant la rédaction de cet article. Nous souhaitons remercier ici Francini Medeiros da Silva, Gabriela Prestes Carneiro et Charles Clement pour leurs commentaires essentiels concernant les premières versions de ce texte, ainsi que Laura Furquim pour ses précieuses contributions à l'occasion de la relecture et de la correction de la version finale.

¹ De nombreuses études relatives au régime alimentaire humain lors de la transition entre le Pléistocène et l'Holocène dans les Amériques se sont centrées sur les technologies lithiques et leur association à la faune. Traditionnellement, dans la bibliographie continentale, les outils dits « formels », à savoir ceux issus de chaînes opératoires menant à des objets morphologiquement normés, sont associés à des comportements de chasse spécialisée, tandis que les industries dites « expédientes » – non façonnées, ou variables sur le plan morphologique – le sont à un mode de subsistance généraliste de type *foraging* [stratégie d'optimisation de la recherche de nourriture] (Dillehay 2008). Même si tout indique que le bois, les fibres et les toxines végétales se sont avérés essentiels à la fabrication des lances, des javelots et autres instruments de chasse, ce n'est qu'au cours des vingt dernières années que les recherches sur les plantes dans le contexte du peuplement de l'Amérique du Sud se sont développées. Les vestiges botaniques d'un nombre croissant de sites archéologiques corroborent aujourd'hui l'abandon des hypothèses selon lesquelles les systèmes d'alimentation se seraient principalement appuyés sur les protéines animales (Aceituno & Loaiza 2015 ; Angeles Flores *et al.* 2016 ; Gnecco & Aceituno 2004 ; Iriarte *et al.* 2020 ; Morcote-Ríos, Aceituno & León 2014 ; Morcote-Ríos, Mahecha & Franky 2017 ; Morcote-Ríos *et al.* 2021 ; Schmitz, Rosa & Bitencourt 2004 ; Shock & Moraes 2019).

² L'image généralement associée aux processus de peuplement renvoie à l'occupation d'environnements nouveaux et vierges dans lesquels la survie humaine dépendrait de la disponibilité de ressources naturelles toujours menacée par la faim. Par conséquent, la « subsistance² », en tant qu'extension du milieu naturel, aurait joué un rôle central dans l'archéologie du Pléistocène final et de l'Holocène initial [dorénavant PF/HI] (Dixon 2001 ; Grayson & Meltzer 2002 ; Meltzer 1993). Le modèle le plus connu propose que les changements climatiques de grande ampleur du début de l'Holocène, vers 11 500 ans calibrés avant le présent (cal. BP)³ – liés à l'extinction de la mégafaune

et à une réorganisation de la disponibilité des plantes et animaux – auraient forcé les êtres humains à développer une plus grande dépendance aux plantes⁴ et à adopter des stratégies « adaptatives » telles que l'agriculture et la domestication (Piperno & Pearsall 1998).

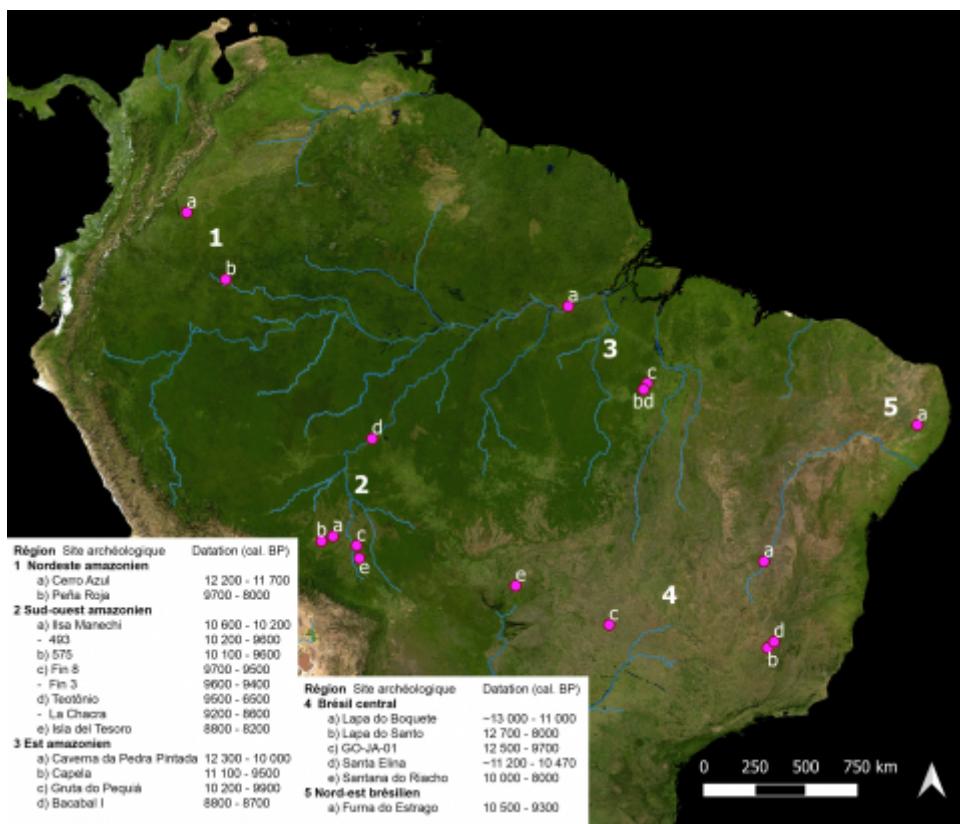
- ³ L'explication des comportements humains à partir de la disponibilité naturelle des ressources alimentaires a été remise en question il y a déjà plusieurs décennies, plus particulièrement en ce qui concerne les sociétés récentes pour lesquelles il existe des preuves très claires de leur engagement conscient dans leur environnement et dans les changements qui y sont provoqués. Toutefois, si l'on repart quelques millénaires en arrière, le concept d'« adaptation » gagne en vigueur et, avec lui, un certain effacement de l'intentionnalité humaine. Le fait que des sociétés analogues à celles de la fin du Pléistocène ne se situent pas dans le présent ethnographique ne justifie en rien le refus de l'action anthropique qui s'y manifeste : il existe en effet des preuves directes de manipulation et de domestication⁵ des plantes dans d'autres régions tropicales dans le monde, depuis 30 000 ans (Denham 2018). Les ethnosciences étudiant les connaissances traditionnelles offrent également des regards différents sur les pratiques et les modes de relation avec les plantes qui, alliés aux bases conceptuelles de l'écologie historique et de la théorie de la construction de niches culturelles, nous aident à concevoir les manières selon lesquelles les êtres humains ont pu diriger leur propre histoire (Balée 2006 ; Layland & O'Brian 2010 ; Smith 2011a).

- ⁴ Dans cet article, nous développerons ces différents points pour offrir de nouvelles possibilités d'interprétation des données archéobotaniques provenant de vingt sites datés entre ~13 000 et 8 000 ans cal. BP situés au Brésil et en Amazonie⁶.

Les plantes de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène

- ⁵ Des études archéobotaniques menées sur des sites du PF/HI au Brésil et en Amazonie ont permis de s'intéresser à une grande variété de vestiges, qui vont des *macrovestiges* – charbons et fragments desséchés de divers organes (fruits, graines, tubercules, etc.) – aux *microvestiges* comme les phytolithes ou les grains d'amidon. Les données qui suivent proviennent de vingt sites du Brésil et d'Amazonie : Cerro Azul, Peña Roja, Isla Manechi, 493, 575, Fin 8, Fin 3, La Chacra, Isla del Tesoro, Teotônio, Caverna da Pedra Pintada, Capela, Gruta do Pequiá, Bacabal I, Santa Elina, Lapa do Boquete, Lapa do Santo, Santana do Riacho, GO-JA-01 et Furna do Estrago (fig. n° 1).

Figure n° 1 – Sites archéologiques du Brésil et d'Amazonie de la fin du PF/HI où des données archéobotaniques sont disponibles (les datations correspondent à celles des contextes archéologiques analysés et ne représentent pas toujours la chronologie complète des occupations)



Source : M. Shock, fond « Modis Blue Marble Land Surface » de la NASA 2001, cours d'eau de HydroSHEDS 2008.

- 6 Les principales ressources identifiées, comprenant des palmiers, des noix, des fruits et des organes souterrains (tubercules, racines et rhizomes), sont classées par espèces et ont des cycles de vie variés (tableaux n° 1 et 2). Des arbres tels que le péqui (*Caryocar brasiliense*) et le courbaril (*Hymenaea courbaril*) peuvent mettre des années à fructifier, tandis que des plantes herbacées comme la courge et le manioc peuvent être récoltées quelques mois seulement après avoir été plantées.
- 7 La diversité des espèces rencontrées semble indiquer des régimes alimentaires à large spectre n'incluant pas de spécialisation alimentaire (Resende & Prous 1991 ; Roosevelt *et al.* 1996). Analysée au prisme des théories de *foraging*⁷, une telle observation suggérerait une pénurie de calories disponibles dans l'environnement. Cependant, une autre réalité peut se faire jour si l'on prend en considération les groupes de plantes exploitées.
- 8 De manière générale, les vestiges de palmiers sont très fréquents et se retrouvent dans les registres archéobotaniques de tous les sites du PF/HI (tableau n° 1), avec une forte diversité d'espèces exploitées. Sur les sites de Cerro Azul, Caverna da Pedra Pintada et Peña Roja, la diversité des *Arecaceae* est respectivement de 7, 10 et 13 taxons. On y trouve toutes sortes d'espèces, comme le palmier-bâche (*Mauritia flexuosa*), le patawa (*Oenocarpus bataua*), le comou (*Oenocarpus cf. bacaba*), l'*Astrocaryum aculeatum*, l'*Astrocaryum chambira*, l'*Astrocaryum murumuru*, l'*Astrocaryum jauari*, l'*Astrocaryum vulgare*, le wassäi (*Euterpe precatoria*), le maripa (*Attalea maripa*), l'*Attalea microcarpa*, l'*Attalea spectabilis*, l'*Attalea racemosa*, le *Syagrus orinocensis* et le genre *Bactris* incluant le palmier-pêche (*Bactris gasipaes*)⁸ (Mora 2003 ; Morcote-Ríos, Mahecha & Franky 2017 ; Morcote-Ríos *et al.* 2021 ; Roosevelt 1996 ; Shock & Moraes 2019). Il est par ailleurs possible d'observer une augmentation de la diversité des espèces au fil des occupations.

Tableau n° 1 – Taxons de palmiers et d'arbres fruitiers de 19 sites archéologiques du Brésil et d'Amazonie au PF/HI, avec l'indication des types de vestiges retrouvés : macrovestiges (m) ou phytolithes (p), les chiffres associés (par exemple « m5 ») se référant à la quantité d'espèces du même genre⁹.

Site	Latitude BP calibrée	Longitude	Altitude	Nom du site
				Lapa do Bióquide
	-12°15'000- 11'000			Lapa do Santo
	-12°10'8-8'000			GCO-JA-01
	-12°10'400-4'100			Caverna da Pedra Pintada
	-12°10'300-40'000			Cerro Azul
	-12°12'200-10'700			Capitânia
	-11°15'100-9500			Ita Maracati
	-10°00'800-10'200			Furna do Estrago
	-10°00'500-9300			Grotta do Pequodá
	-10°200-9600			IG3 (Lameiros de Mexoceiro)
	-10°20'200-9400			IG75 (Lameiros de Mexoceiro)
	-10°10'000-9600			Santinha do Rancho
	-09°00'000-9600			Pena Roja
	-09°00'000-9600			PR 8 (Lameiros de Mexoceiro)
	-09°00'000-9400			PR 3 (Lameiros de Mexoceiro)
	-06'00'000-65'000			Tecelândia
	-02°00'800-86'000			Uai Chicoita
	-01°00'800-87'000			Buracatéu I
	-01°00'800-82'000			Ilha do Teicoro

PALMER'S

Famille	Sous-famille / genre / espèce	Nom vernaculaire au Brésil	Nom vernaculaire en français													
Arecaceae	<i>Acrocomia</i> sp.	Macáuba	moucaya			m										
	<i>Astrocaryum</i> sp. (dont <i>A. aculeatum</i> G.Mey., <i>A. chambira</i> Burret, <i>A. vulgare</i> Mart., <i>A. ciliatum</i> F.Kahn & B.Millan, <i>A. jauari</i> Mart.)	Iucumã, munumuru, jauari				m2	m					m	m5			m
	<i>Attalea</i> sp. (dont <i>A. maripa</i> (Aubl.) Mart., <i>A. microcarpa</i> Mart., <i>A. spectabilis</i> Mart., <i>A. racemosa</i> Spruce)	Inajá, sacuri, curuá, catolé	maripa		m	m2	m3		m			m3				m
	<i>Bactris</i> sp.	ex. pupunha	ex. palmier-pêche				m						m			
	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Açaí	wassai										m			
	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	Buriti	palmier-bâche		m	mp							m			
	<i>Oenocarpus</i> sp. (dont <i>O. batatas</i> Mart., <i>O. cf. bacaba</i> Mart.)	patuá, bacaba	patawa, comou		m								m2			
	<i>Syagrus</i> sp. (incluindo <i>S. coronata</i> Mart., Becc., <i>S. oleracea</i> Mart., Becc., <i>S. oxmocensis</i> (Spruce) Burret)	cururicá, catolé, cocó-côco		m	m	m		m2		m						
	Arecoïdeae							p		p	p		p			
	<i>Astrocaryum/Bactris</i> type						p									p
Euphorbiaceae	<i>Euterpe/Mauritia</i> type															p
	<i>Euterpe/Oenocarpus</i> type						p									
	<i>Euterpe</i> sp.															p
	Arecoïdeae			m	p	m	m3	m	m	p	m	m	pm	p	p	p

FRUIT & NUTS

Sources : Lima 2012 ; Lima 2018 ; Lima *et al.* 2018 ; Lombardo *et al.* 2020 ; Magalhães 2005 ; Menezes 2006 ; Mora 2003 ; Morcote-Ríos, Aceituno & León 2014 ; Morcote-Ríos, Mahecha & Franky 2017 ; Morcote-Ríos *et al.* 2021 ; Ortega 2019 ; Prous 1991 ; Resende 1994 ; Resende & Prous 1991 ; Roosevelt 1998 ; Roosevelt *et al.* 1996 ; Schmitz, Rosa & Bitencourt 2004 ; Shock & Moraes 2019 ; Watling *et al.* 2018a.

9 Si la facilité d'identification des palmiers parmi les restes macrobotaniques peut créer un biais de surreprésentation, les pourcentages élevés de leur présence nous amènent néanmoins à conclure qu'ils occupaient une place de choix dans les régimes alimentaires des premiers groupes humains. Morcote-Rios et Bernal (2001) ont documenté l'occurrence d'environ 50 espèces dans les sites archéologiques des Amériques et suggéré que les êtres humains ont contribué à leur dispersion. Plusieurs d'entre elles jouissent aujourd'hui d'une ample distribution géographique et se retrouvent dans des concentrations généralement associées à des pratiques de gestion des cultures (Balée 1989 ; Levis *et al.* 2017). Bien que la pulpe de certaines espèces ne soit plus très appréciée de nos jours, toutes les arécacées sont comestibles (non toxiques) et pourraient avoir été consommées par le passé. Les graines (ou amandes) sont généralement oléagineuses et ont un goût appréciable. Elles peuvent abriter des larves qui sont souvent consommées (Choo 2008). Le palmier-pêche (*Bactris*

gasipaes), connu pour la domestication de son mésocarpe charnu (Clement *et al.* 2009), dispose également d'une amande (endocarpe) communément consommée en Amazonie¹⁰.

¹⁰ L'ensemble des seize espèces de fruits et de noix documentées dans les sites archéologiques du PF/HI inclut également quelques taxons fréquents dans la végétation néotropicale (tableau n° 1). Le péqui (*Caryocar brasiliense*) jouit par exemple aujourd'hui d'une ample dispersion dans la zone du *cerrado* (Ratter, Bridgewater & Ribeiro 2003 ; Terra *et al.* 2017) et joue un rôle fondamental dans les cultures des peuples indigènes de la région. Les Kuikuro du Haut-Xingu plantent ses graines au moment de la naissance d'un enfant pour que celui-ci puisse en profiter à l'âge adulte (Smith & Fausto 2016). Certaines espèces arborées, comme le noyer du Brésil (*Bertholletia excelsa*), le *Caryocar glabrum*, le *Sacoglottis guianensis*, le *Vitex cf. cymosa* et le genre *Celtis*, sont hyperdominantes dans la végétation amazonienne actuelle¹¹. D'autres plantes communes dans les restes archéologiques, comme le goyavier (*Psidium guajava*), le quinquina des savanes (*Byrsonima* sp.), l'anacardier (*Anacardium* sp.), l'imbu (*Spondias tuberosa*) ou le courbaril (*Hymenaea* sp.), sont des espèces extrêmement importantes des systèmes agroforestiers actuels (Lins Neto, Peroni & Albuquerque 2010 ; Ratter, Bridgewater & Ribeiro 2003).

¹¹ Les fruits et les organes souterrains des plantes herbacées que l'on retrouve dans dix sites archéologiques figurent parmi les plus consommés jusqu'à nos jours (tableau n° 2). Des phytolithes de courge (*Cucurbita* sp.) ont été retrouvés en Amazonie colombienne et bolivienne dans des sites remontant à plus de 10 000 ans cal. BP (Lombardo *et al.* 2020 ; Morcote-Ríos, Mahecha & Franky 2017 ; Morcote-Ríos *et al.* 2021). On a également identifié en Bolivie du manioc (*Manihot* sp.) et du topinambour de Cayenne (*Calathea* sp.) (Lombardo *et al.* 2020). Sur le site de Lapa do Santo, situé dans le *cerrado*, des grains d'amidon de patate douce (*Ipomoea batatas*) et d'igname (*Dioscorea* sp.) ont été retrouvés sur des artéfacts lithiques datant de 10 000 ans cal. BP (Ortega 2019). Dans des contextes d'environ 9 700 à 8 000 ans cal. BP du site Peña Roja, en Amazonie colombienne, il existe une grande variété d'espèces herbacées, dont les premiers vestiges connus de calebasse (*Lagenaria siceraria*) et de taioba (*Xanthosoma* sp.), ainsi que des courges (*Cucurbita* sp.) et des topinambours de Cayenne (*Calathea allouia*) (Mora 2003). Il convient de rappeler que l'identification des herbacées dépend en grande partie de l'analyse de microvestiges : dans sept des sites du PF/HI où aucune herbacée n'a été enregistrée, seuls les macrovestiges ont été analysés.

Tableau n° 2 – Taxons de plantes herbacées, y compris les racines et tubercules, retrouvées sur des sites archéologiques du Brésil et d'Amazonie datant du PF/HI, avec l'indication des types de vestiges rencontrés : macrovestiges (m), phytolithes (p) et grains d'amidon (a). Les sites où ces taxons sont absents n'ont pas été inclus.

Site	Lapa do Santo	Cerro Azul	Isla Manechi	493 (Llanos de Moxos)	575 (Llanos de Moxos)	Peña Roja	Fin 8 (Llanos de Moxos)	Teotónio	La Chacra	Isla del Tesoro
Datation BP calibrée	12,700-8000	12,200-11,700	10,600-10,200	10,200-9800	10,100-9800	9700-8000	9700-9500	9500-6500	9200-8600	8800-8200

HERBACEES

Famille	Genre / espèce	Nom vernaculaire au Brésil	Nom vernaculaire en français	a	p	m
Araceae	Xanthosoma sp.	taioba	taro violet			
Asteraceae						
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	batata doce	pata de vaca	a		
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita</i> sp.	abóbora	courge	p p	p p	p
	<i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) Standl.	cabaça	calebasse		p	
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i> sp.	inhame	igname	a		
Euphorbiaceae	<i>Mauritia</i> sp.	mandioca	manioc	p p		
Fabaceae	<i>Phaseolus/Vigna</i> sp.	feijão	haricot			m
Marantaceae	<i>Calathea</i> sp.	ariá	topinambour de Cayenne		p p p	p p
	Marantaceae			p p p	p p	
Zingiberaceae	Zingiberaceae			p		

Sources : Lombardo *et al.* 2020 ; Mora 2003 ; Morcote-Ríos, Aceituno & León 2014 ; Morcote-Ríos, Mahecha & Franky 2017 ; Morcote-Ríos *et al.* 2021 ; Ortega 2019 ; Watling *et al.* 2018a.

Quoique nous associons communément les plantes figurant dans le registre archéobotanique à l'alimentation, il convient de souligner les multiples autres fonctions qu'elles pouvaient assumer, tout comme les produits en dérivant. La plus grande partie de la culture matérielle des peuples indigènes était probablement fabriquée à partir de matériaux périsposables organiques, tirés de plantes ou d'animaux. Les palmiers se distinguent ici très clairement, en ce que leur bois – comme celui du palmier-pêche (*Bactris gasipaes*) –, leurs fibres (à l'instar de l'*Astrocaryum* sp.) et leurs feuilles sont fréquemment utilisés, dans les populations actuelles, en vannerie et dans la fabrication d'habitations, d'outils, de pièges, etc. Des fragments de cordages, vanneries et de possibles filets fabriqués en fibres végétales ont été retrouvés dans des sites archéologiques américains qui datent d'au moins 14 500 cal. BP. Cela montre que les groupes humains avaient déjà développé ces technologies au moment du peuplement du continent (Adovasio & Dillehay 2020). Au sein de contextes funéraires de l'abri Santana do Riacho (Resende & Prous 1991) (tableau n° 3), on a retrouvé des perles de collier en graines de *Scleria* sp. et, tout au long de l'Holocène, on peut constater dans d'autres sites du *cerrado* la présence courante d'ornements à base de graines (Cassino *et al.* 2021). Nombre de plantes ont également été exploitées pour leurs propriétés médicinales, psychoactives ou toxiques, à l'instar de la famille des Solanaceae, dont certaines espèces sont néanmoins comestibles, comme la pomme de terre et le piment. Le *Virola* sp., appelé *paricá* au Brésil¹², dont des graines ont été retrouvées sur le site de Gruta do Pequiá, dans la Serra dos Carajás, se distingue en raison de la résine aux propriétés psychoactives qu'il produit dans son écorce incluse et qui est utilisée dans la préparation de substances à priser ou comme venin appliqué sur des flèches (Magalhães 2005 ; Maia & Rodrigues 1974 ; Wassén 1993).

Tableau n° 3 – Taxons aux usages extra-alimentaires retrouvées sur des sites archéologiques du Brésil et d'Amazonie datant du PF/HI, avec l'indication des types de vestiges rencontrés : macrovestiges (m), phytolithes (p) et grains d'amidon (a). Les sites où ces taxons sont absents n'ont pas été inclus.

Site	Datation BP calibrée
Lapa do Boquete	=13.000- 11.000
Lapa do Santo	12.700-8000
GO-JA-01	12.500-9.700
Cerro Azul	12.200-11.700
Capela	11.100-9500
Isla Manechi	10.600-10.200
Gruta do Pequiá	10.200-9900
	10.200-9600
	10.100-9600
Santana do Riacho	10.000-8000
Peña Roja	9700-8000
Fin 8 (Llanos de Moxos)	9700-9500
Fin 3 (Llanos de Moxos)	9600-9400
Teotónio	9500-5500
La Chacra	9200-8600
Isla del Tesoro	8800-8200

ESPECES D'USAGE EXTRA-ALIMENTAIRE

Famille	Sous-famille / genre / espèce	Nom vernaculaire au Brésil	Nom vernaculaire en français				m			p	p p p p
Cyperaceae	<i>Scleria</i> sp.	tiririca									
Cyperaceae					p		m p		p p		
Euphorbiaceae	<i>Chidoscolus</i> sp.	ex. cansanção	ex. zouti lance	m							
Fabaceae	<i>Parkia multifluga</i> Benth.	fava arara					m				
	<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	sucupira-branca					m				
	Fabaceae		m								
Heliconiaceae	<i>Heliconia</i> sp.	casté	ex. petit balisier		p	p	p p		p p		
Malvaceae	<i>Sterculia</i> sp.	ex. chichá	m								
Myristicaceae	<i>Virola</i> sp.	paricá					m				
Moraceae	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C.Berg	inharé, amapai			m			m			
	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	tatajuba						m			
Poaceae	<i>Pharus</i> sp.			p							
	Aristidoideae			p							
	Bambusoideae			p		p p		p p p p			
	Chloridoideae			p				p			
	Poaceae		pa	p				p			
Solanaceae	Solanaceae		a	m							
Strelitziacae	<i>Phenakospermum guyannense</i> (Rich.) Endl. ex Miq.	banana brava	balourou		p						
Strelitziacae	Strelitziacae								p		
Symplocaceae	<i>Symplocos</i> sp.	ex. congonha					m				

Sources : Lombardo *et al.* 2020 ; Magalhães 2005 ; Mora 2003 ; Morcote-Ríos, Aceituno & León 2014 ; Morcote-Ríos, Mahecha & Franky 2017 ; Morcote-Ríos *et al.* 2021 ; Ortega 2019 ; Prous 1991 ; Resende 1994 ; Resende & Prous 1991 ; Schmitz, Rosa & Bitencourt 2004 ; Watling *et al.* 2018a.

13

Outre leur valeur paléoécologique, les charbons ligneux identifiés dans quatre sites archéologiques du PF/HI (tableau n° 4) nous apportent des données sur les espèces dont les bois ont été utilisés comme combustible et à d'autres fins. Les espèces identifiées à Santa Elina suggèrent par exemple un environnement plus sec dominé par des taxons du *cerrado* ouvert. Sur ce site, Scheel-Ybert & Bachelet (2020) proposent l'usage préférentiel de l'*Anadenanthera* spp. en tant que bois de cuisson, étant donné qu'il s'agit du taxon le plus fréquent retrouvé dans les braseros. Une étude sur les usages contemporains des espèces identifiées de l'Holocène initial à Peña Roja a permis d'observer que ce sont les mêmes essences qui sont employées actuellement dans la construction, dans la pharmacopée et pour la fabrication d'embarcations, d'artefacts domestiques, de manches de haches et autres armes (Archila 2005).

Tableau n° 4 – Taxons des plantes identifiées à partir d'analyses anthracologiques menées sur les charbons de sites archéologiques du Brésil et d'Amazonie datant du PF/HI.

Site	Santa Elina	Capela	Peña Roja		Site	Santa Elina	Capela	Peña Roja	
	ca. 11.200	ca. 10.450	ca. 11.100	ca. 10.000-8000		ca. 11.200	ca. 10.450	ca. 11.100	ca. 10.000-8000
Datation BP calibrée				ca. 9700-8000	Datation BP calibrée				ca. 9700-8000
Famille	Genre				Famille	Genre			
cf. Acanthaceae	x				Fabaceae	Zellemia sp.	x	x	
Anacardiaceae	Anacardium sp.	x	x		Fabaceae		16	3	
Anacardiaceae	Astronium sp.	x	x		Fiacourtiaceae			x	
Anacardiaceae	Spondias sp.		x		Hypericaceae	Vismia sp.		x	
Anacardiaceae	Tapirira sp.	x	x	x	Lauraceae	cf. Ocotea sp.		x	
Anacardiaceae				2	Lauraceae		x	x	
cf. Anacardiaceae/Burseraceae	x	x			Lecythidaceae	cf. Cariniana/Lecythis	x		
Annonaceae				x	Lecythidaceae			x	
Apocynaceae	Aspidosperma spp.	x	x	x	cf. Lythraceae		x		
Apocynaceae	cf. Aspidosperma				Malpighiaceae	Byrsonima sp.	x	x	
Apocynaceae	Lacistema sp.			x	Malpighiaceae	cf. Bunchosia sp.	x	x	
Apocynaceae	Tabernaemontana sp.	x			Malvaceae	cf. Apeiba	x		
Apocynaceae					Malvaceae	Guazuma sp.	x	x	
Araliaceae	Schefflera sp.			x	Malvaceae/Tiliaceae		x		
cf. Araliaceae	x				Melastomataceae	Hennettea sp.		x	
Bignoniaceae	Jacaranda sp.	x	x		Melastomataceae	Miconia sp.	x	x	
Bignoniaceae	Tabebuia sp.	x	x	x	Melastomataceae	Mouriri sp.	x	x	
Bignoniaceae/Fabaceae			x	x	Melastomataceae	Tibouchina sp.	x		
Boraginaceae	Cordia sp.	x			Melastomataceae		2	x	
Burseraceae				x	Melastomataceae	Emmotum sp.		x	
Calophyllaceae	Calophyllum sp.			x	Moraceae	Ficus sp.	x		
Calophyllaceae	Carapa sp.		x	x	Moraceae			x	
Cedreloideae	Cedrela sp.		x		Myristicaceae	cf. Iryanthera		x	
Chrysobalanaceae	cf. Licaria sp.			x	Myristicaceae			x	
Chrysobalanaceae		x	x	x	Myrtaceae	Myrcia sp.	x	x	
Clusiaceae	Sympomania sp.		x		Myrtaceae		x	x	
Erythroxylaceae	Erythroxylum sp.			x	Rhamnaceae		x	x	
Euphorbiaceae	Alchornea sp.		x		Rubiaceae	Calycoiphylum sp.		x	
Euphorbiaceae	Croton sp.	x			Rubiaceae	Cordiera sp.		x	
Euphorbiaceae	Sapium sp.		x	x	Rubiaceae	Psychotria sp.		x	
Euphorbiaceae		x	x	x	Rubiaceae	Psychotria+Randia+	x	x	
Fabaceae	Acacia sp.	x			Rubiaceae	Coutarea+Rudgea			
Fabaceae	Albizia sp.		x	x	Rubiaceae		x	x	
Fabaceae	Anadenanthera spp.	x	x	x	Rutaceae		x		
Fabaceae	Bowdichia sp.			x	Salicaceae	Cesalpinia sp.	x	x	
Fabaceae	Cassia spp.	x	x		Sapindaceae	Allophylus/Cupania/		x	
Fabaceae	Cedrela sp.			x	Sapindaceae	Malayaba sp.		x	
Fabaceae	Copaifera sp.	x			Sapindaceae	Talisia sp.		x	
Fabaceae	Dipteryx/Pterodon sp.			x	Sapindaceae		x		
Fabaceae	Hymenaea spp.	x	x		Sapotaceae	Pouteria sp.		x	
Fabaceae	Inga spp.	x	x	x	Sapotaceae	Sideroxylon sp.	x	x	
Fabaceae	Macrolobium sp.			x	Sapotaceae		x	x	
Fabaceae	Mimosa sp.		x	x	Vochysiaceae	Caillisthene/Quaiáea sp.		x	
Fabaceae	Ormosia sp.		x	x	Vochysiaceae	Enisma sp.		x	
Fabaceae	Parkia sp.			x	Vochysiaceae	Qualea sp.		x	
Fabaceae	Pithecellobium sp.			x	Vochysiaceae	Vochysia sp.	x	x	
Fabaceae	Piptadenia sp.	x	x	x	Vochysiaceae		x	x	
Fabaceae	Prosopis sp.		x						

Sources : Archila 2005 ; Lima 2018 ; Scheel-Ybert & Bachelet 2020.

Exploitation vs. gestion des cultures : comment savoir ?

14 Différents chercheurs proposent que la gestion et la culture intentionnelles des plantes aient commencé juste après le peuplement de l'Amérique du Sud (Gnecco 1999 ; Gnecco & Aceituno 2004 ; Gnecco & Mora 1997 ; Iriarte *et al.*, 2020 ; Lombardo *et al.* 2020 ; Morcote-Ríos, Aceituno & León 2014 ; Morcote-Ríos, Mahecha & Franky 2017 ; Morcote-Ríos *et al.* 2021 ; Roosevelt *et al.* 1996). Il s'avère néanmoins nécessaire d'évaluer les preuves présentées pour arriver à cette conclusion, étant donné que les enregistrements archéobotaniques mettent en évidence l'exploitation de certaines espèces mais ne nous éclairent pas sur les pratiques qui auraient amené à leur présence dans ce contexte. Les preuves allant dans le sens d'une gestion des cultures dans les sites ici répertoriés sont presque toutes indirectes. Elles demeurent néanmoins

convaincantes lorsqu'on les compare aux données disponibles de régions voisines (voir Iriarte *et al.* 2020 et Clement *et al.* 2021 pour des révisions plus amples).

15 Des preuves directes peuvent être identifiées dans les vestiges botaniques eux-mêmes à travers l'identification de signaux des « syndromes » de domestication ou de processus de sélection *in situ*, comme c'est le cas de la courge sur le littoral équatorien et à Guilá Naquitz au Mexique il y a plus de 10 000 ans (Piperno & Stothert 2003 ; Smith 1997). Ce type de preuve n'a pas encore été identifié sur les sites du Brésil et d'Amazonie. Cela peut découler de la disponibilité des données, étant entendu que les changements phénotypiques des populations de plantes domestiquées peuvent prendre jusqu'à des milliers d'années avant d'être génétiquement « imprimés », voire demeurer imperceptibles à l'échelle populationnelle. Une autre manière d'identifier une espèce cultivée est de voir si elle se trouve hors de sa distribution phytogéographique naturelle, comme c'est le cas des phytolithes de maïs vieux de 6 800 ans cal. BP des Llanos de Moxos (Lombardo *et al.* 2020). Il nous manque encore des données sur les zones d'origine de la plupart des espèces répertoriées dans le tableau n° 2, ce qui nous empêche d'évaluer leur statut « introduit/cultivé » ou « natif » sur les sites qui nous intéressent. C'est par exemple le cas du topinambour de Cayenne (*Calathea* sp.) dont des vestiges ont été retrouvés sur des sites du PF/HI aussi bien dans le nord-ouest et le sud-ouest de l'Amazonie que dans les Andes, sur la côte Pacifique et en Mésoamérique (Watling *et al.* 2018a). De telles incertitudes proviennent également du manque de connaissances écologiques relatives à la période en question et, plus particulièrement, en ce qui concerne les anciennes distributions des espèces comme la courge (Kistler *et al.* 2015) dont les agents disperseurs primaires étaient la mégafaune. Des preuves directes de culture existent néanmoins entre >10 000 et 9 000 ans cal. BP (Clement *et al.* 2021 ; Gnecco 2003) mais pour d'autres régions d'Amérique du Sud et de Mésoamérique. Ceci pourrait suggérer indirectement l'existence de cette pratique au Brésil et en Amazonie durant cette période. Par ailleurs, pour expliquer la présence du manioc au Panama et dans d'autres lieux il y a quasiment 8 000 ans, il est nécessaire qu'il ait été cultivé bien avant dans le sud-ouest de l'Amazonie, son foyer originel, ce que corrobore l'horloge génétique de l'espèce, qui calcule la fixation de ces traits domestiqués entre 10 000 et 8 000 ans cal. BP (Isendahl 2011).

16 D'autres preuves directes de manipulation des plantes sont présentes dans des registres paléoécologiques et, plus particulièrement, lorsqu'on les étudie conjointement avec les données archéologiques et archéobotaniques (Mayle & Iriarte 2014). Jusqu'à présent, la plupart de ces études n'ont identifié l'existence d'une gestion des cultures que pour l'Holocène récent. Tel est par exemple le cas de l'association entre l'expansion du pin du Paraná (*Araucaria angustifolia*) et des populations associées au groupe linguistique macro-jê du sud du Brésil (Bitencourt & Krauspenhar 2006 ; Reis, Ladio & Peroni 2014), de l'apparition de la polyculture agroforestière dans la région du bas-Amazone il y a environ 4 000 ans cal. BP (Maezumi *et al.* 2018a) et des forêts de palmiers dans l'Acre à la même période (Watling, Mayle & Schaan 2018b). Ces pratiques peuvent s'être intensifiées lors de l'Holocène récent, conjointement avec l'accroissement démographique des Basses Terres (Arroyo-Kalin & Riris 2020), mais il est probable que ce processus ait débuté bien avant et ait été ignoré *a priori* par les archéologues, imprégnés par la vision classique du « chasseur-cueilleur ». Les études transdisciplinaires sont encore rares. Traditionnellement, les enregistrements paléoécologiques ont été analysés par des paléoécologues, sans dialogue avec les données archéologiques. Dans différents lieux, les impacts anthropiques sur l'environnement ont été occultés ou interprétés comme des effets de changements climatiques. Les Llanos de Moxos, en Bolivie, en constituent un excellent exemple : le registre archéobotanique des plus de 4 700 « îlots forestiers » nous indique que de nombreuses plantes y étaient déjà cultivées il y a plus de 10 000 ans cal. BP (Lombardo *et al.* 2013 et 2020). Toutefois, les pics de concentration de charbon dans les lacs de la région durant l'Holocène moyen restent interprétés comme des incendies naturels causés par un climat plus sec (Burbridge, Mayle & Killeen 2004 ; Maezumi *et al.* 2018b ; mais aussi Bush *et al.* 2007). Nous savons que l'usage du feu en tant qu'outil de

gestion des plantes est ancien : il existe dans les forêts de Nouvelle-Guinée des indices selon lesquels des êtres humains auraient ouvert des clairières grâce au feu il y a plus de 30 000 ans (Denham 2018). Il y a en Amérique du Sud certaines études (Behling 2001 ; Piperno 1993, Piperno & Pearsall 1998 ; Rull 2009) qui mettent en corrélation des brûlis du PF/HI avec la présence humaine mais, dans la majorité des cas, il manque des données archéologiques à même de corroborer ces interprétations (Rull *et al.* 2013). Un autre indice, encore qu'indirect, de manipulation des plantes lors de l'Holocène initial est l'augmentation de la fréquence relative des dix espèces de palmiers identifiées dans les restes archéobotaniques de Peña Roja. Cette tendance semble avoir plus de liens avec une pratique d'accumulation par manipulation qu'avec des pratiques intensives de type *foraging* (Mora 2003).

¹⁷ Diverses études ont été publiées au cours de ces dernières années sur le degré des transformations humaines apportées à la flore du Brésil et de l'Amazonie, avec une attention particulière portée au croisement de données génétiques, écologiques et archéologiques. Ces recherches ont montré que les plantes ont un long historique de coévolution avec les humains, qui implique leur manipulation et, très souvent, leur domestication. Clement (1999) et Levis *et al.* (2017) ont montré que des populations d'un minimum de 85 espèces d'arbres natifs¹³ présentent des changements phénotypiques et génétiques dus à leur manipulation et à leur gestion par des êtres humains. Beaucoup de ces plantes, dont on retrouve un certain nombre dans le tableau n° 1, sont des espèces hyperdominantes de la flore actuelle et jouissent d'une ample distribution géographique. Celle-ci coïncide d'ailleurs souvent avec la localisation de sites archéologiques, ce qui peut laisser penser que le biome amazonien a été modifié de manière expressive et durable par les peuples précolombiens (Clement *et al.* 2015 ; Junqueira, Shepard & Clement 2010 ; Levis *et al.* 2017).

¹⁸ L'important défi que constitue la connexion entre la structure forestière moderne et les données archéobotaniques du PF/HI réside dans les milliers d'années qui les séparent (Magalhães *et al.* 2019). Néanmoins, les recherches d'ethnobotanique et d'ethnoécologie qui ont pris corps depuis les années 1980 (Posey & Balée 1989) ont permis de mettre en lumière tout un éventail de possibilités pour penser les interactions entre les personnes et les plantes. L'écologie historique a démontré que la création de paysages domestiqués constituait un processus cumulatif dans le temps long auquel participent encore les communautés traditionnelles du présent (Levis *et al.* 2018 ; Lins *et al.* 2015 ; Junqueira, Shepard & Clement 2010 ; Posey & Balée 1989). Nous sommes bien conscientes qu'il n'est pas sans risque d'étendre les pratiques actuelles de gestion des cultures à des populations qui vécurent il y a 12 000 ans, celles qui ont été compilées par Levis *et al.* (2018) ayant par exemple été principalement identifiées chez des populations sédentaires. Toutefois, même des groupes bien plus mobiles, comme les Nukak de Colombie (Politis 1996), sont également séparés des premiers coloniseurs par des millénaires d'histoire. Comme l'ont indiqué Clement *et al.* (2021, 5), toutes les pratiques de gestion et de manipulation des cultures n'ont pas forcément comme principe fondamental le soin qu'on y apporte, et nombre d'entre elles surgissent de comportements humains basiques et d'effets non intentionnels y afférents.

Les palmiers et la domestication : comment occuper de « nouveaux » lieux ?

¹⁹ L'une des principales questions auxquelles on doit encore répondre quant au peuplement des Amériques a trait à la manière dont les groupes humains ont pu occuper des biomes qui leur étaient jusqu'alors inconnus. Les modèles traditionnels ont longtemps considéré le peuplement comme un processus unidirectionnel au sein duquel les individus défricheraient sans cesse de nouveaux territoires. Une autre

possibilité est de considérer qu'ils aient parfois pu suivre leurs propres pas (Shock & Moraes 2019), revenant de manière récurrente sur des territoires déjà connus. Le fait d'avoir négligé cette hypothèse peut s'expliquer en partie par l'influence qu'ont pu exercer les études afférentes aux chasseurs de mégafaune de la Culture Clovis aux États-Unis sur l'archéologie du reste des Amériques (Roosevelt, Douglas & Brown 2002), même si l'on sait aujourd'hui que ces groupes réoccupaient également des lieux préalablement fréquentés (Barton, Schmich & James 2004). Le processus de peuplement de l'Amérique du Sud semble avoir été complexe et multidirectionnel, comme en atteste la présence de sites archéologiques antérieurs à la Culture Clovis, tels que Monte Verde dans le sud du Chili, daté de >14 500 ans cal. BP (Dillehay 2008), ou Santa Elina et les abris de la Serra da Capivara au Brésil (Vialou & Vilhena Vialou, dans ce dossier), dont la datation oscille entre 20 000 et 30 000 ans cal. BP. La phase pionnière a duré jusqu'à environ 12 000 ans cal. BP (Bueno & Isnardis 2018 ; Dias & Bueno 2013), avant que les individus ne se familiarisent avec les nouveaux biomes et paysages. Le nombre beaucoup plus important de sites postérieurs à 12 000 ans cal. BP marquerait la phase d'établissement de ces populations dans des lieux dont les écologies leur étaient déjà familières. Nous abordons dans cette section le rôle des plantes au cours de ces deux phases.

20 Depuis les travaux de Binford (1980) sur les Inuits (presque exclusivement chasseurs), la mobilité des groupes faisant usage de pratiques de type *foraging* a toujours été pensée comme une forme de cartographie des ressources disponibles. Durant la phase de peuplement, les individus auraient ainsi suivi la distribution naturelle des ressources faunistiques, avec des occupations privilégiant les lieux les plus abondants en animaux terrestres ou en poissons, géographiquement séparés entre eux par des régions « sous-optimales » non habitées (Borrero 2015 ; Dillehay 2008). Selon Borrero (2015), l'adoption de cette stratégie aurait donné à ces groupes le temps d'adaptation nécessaire à l'acquisition des connaissances et des pratiques à même de modifier le milieu et d'identifier les plantes comestibles et leurs modes de transformation, étant donné le danger que pouvait représenter la consommation de végétaux inconnus. Les forêts tropicales comme celles du biome amazonien ont été considérées comme des zones à faible intérêt d'occupation en raison de l'absence de mégafaune. Cependant, des nouvelles découvertes montrant l'association entre les humains et la mégafaune dans certains sites archéologiques des basses terres mettent en cause cette hypothèse (Borrero 2016).

21 D'autres lectures identifient les zones de transition entre forêt et savane comme des lieux propices à l'établissement initial des groupes humains en raison de la disponibilité de tubercules et racines qui poussent naturellement dans ces zones (Piperno & Pearsall 1998 ; Piperno 2011 ; Sauer 1952). Dans la région du site Lapa do Santo, l'actuelle mosaïque de *cerrado* et de forêt semi-décidue était déjà présente à l'époque du PF/HI, avec également des arbres adaptés au froid (Raczka *et al.* 2013), tandis que dans d'autres lieux tels que les Llanos de Moxos, Mayle & Whitney (2012) ont émis l'hypothèse que la transition savane-forêt se situait à cette époque plus au nord. Il existe également des sites où a été documenté l'usage précoce de racines se trouvant au cœur de leurs biomes respectifs (par exemple Peña Roja et Teotônio).

22 Nous proposons ici une vision alternative selon laquelle les palmiers pourraient avoir guidé les occupations initiales du Brésil et de l'Amazonie. Comme nous l'avons déjà mentionné, les fruits des palmiers sont abondants et ont pu être identifiés de manière récurrente dès les couches basales de tous les sites archéologiques pris en compte dans cette étude, toutes les espèces en question ayant en commun de ne pas être toxiques (contrairement aux tubercules et aux racines par exemple). On en trouve également en grand nombre dans les Basses Terres, ce qui a sans doute permis aux premiers groupes humains de transférer des informations d'une espèce à l'autre, y compris entre différentes régions. Il est tout à fait probable que ces palmiers aient constitué à cette époque des ressources aussi universelles que la faune (Shock & Moraes 2019).

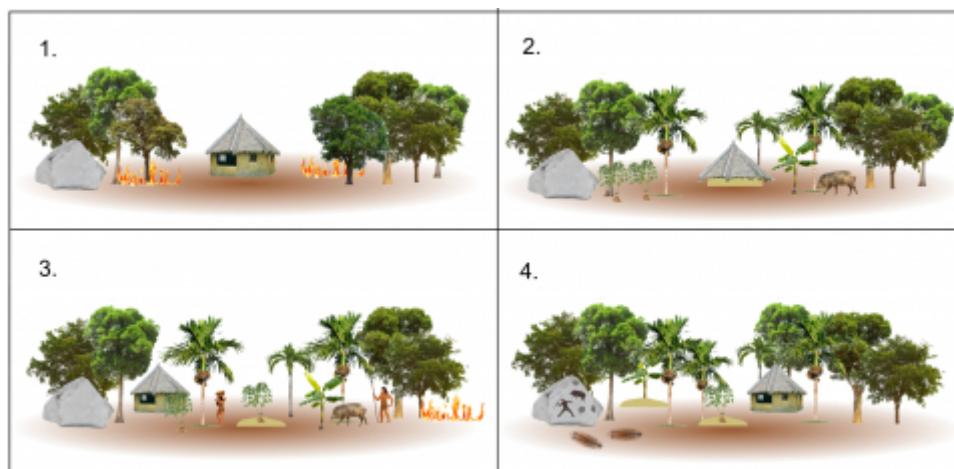
23 Tandis que les palmiers offraient une source alimentaire prévisible et abondante pour les premiers groupes ayant occupé le Brésil et l'Amazonie, les chronologies de

nombreux sites archéologiques de cette phase pionnière (au sens donné par Dias & Bueno 2013) s'étendent sur plus d'un millénaire (environ 40 générations humaines) sans signe d'abandon. Cette constance suggère qu'après avoir eu accès à ce nouvel environnement, les populations en question y aient établi des relations durables avec certains territoires reconnus et stables (Shock & Moraes 2019). Dans la pratique, cela signifie également que l'exploration de paysages totalement nouveaux n'a duré qu'un temps court.

24 Selon Gnecco (2003)¹⁴, ce phénomène est le résultat des transformations écologiques opérées par les habitants de ces sites dès le début de leur occupation. En se fondant sur le concept d'« agrolocalités » de Rindos (1984), il a proposé que les lieux de campement (dans le cas qui nous intéresse, des clairières dans la forêt) aient commencé à concentrer un certain nombre de plantes utiles. Cela concernerait notamment des herbacées colonisatrices (telles que les tubercules et racines dont des vestiges ont été retrouvés sur ces sites) ou des arbres fruitiers qui auraient poussé à partir des graines rejetées à la lisière des campements ou le long des sentiers. De tels lieux seraient alors devenus des zones préférentielles de réoccupation, inaugurant ainsi un modèle de « production par la mobilité » que l'on retrouve encore actuellement parmi les groupes Nukak (Politis 1996). Un tel scénario aurait également favorisé les palmiers, étant donné que de nombreuses espèces (parmi lesquelles les plus connues sont du genre *Attalea* spp.) sont colonisatrices et résistantes au feu (Balée 1994 ; May *et al.* 1985).

25 Ce scénario, que corroborent les données archéologiques, est identique à celui prévu par la théorie de construction de niches (Laland & O'Brian 2010), qui étudie les mécanismes selon lesquels les organismes codirigent leur propre évolution à travers la modification de leurs niches et de celles des autres organismes (un processus équivalent à celui de la domestication des paysages).

Figure n° 2 – Modèle conceptuel de la construction de niches culturelles, ou domestication des paysages, entre le Pléistocène final et l'Holocène initial.



1 : Les personnes occupent un nouveau lieu et donnent naissance à une niche initiale dite « *inceptive* » ; 2 : Ce processus crée des gradients dans l'environnement entre des zones de plus ou moins grande abondance de ressources ; 3 : Attrirées par cette abondance, les personnes réoccupent les mêmes lieux, provoquant le développement de niches secondaires, dites « *responsives* », en altérant plus encore l'environnement ; 4 : Ces lieux deviennent une partie du patrimoine écologique du ou des groupe(s) humain(s), qui peuvent influencer leur devenir.

26 Le modèle conceptuel qui résulte de la théorie de la construction de niches est illustré par la fig. n° 2 (voir également Kluiving 2015 ; Watling, Mayle & Schaan 2018b). Il convient de noter la manière dont la construction d'une niche initiale, dite « *inceptive* », par le biais de la création de nouveaux gradients d'abondance de ressources, pourrait favoriser le début d'un effet rétroactif positif dans lequel les individus retourneraient dans les mêmes lieux pour en modifier encore plus les écosystèmes. Étant donné que le début du processus ne nécessite pas d'intention de la part des êtres humains – ce que Rindos (1984) appelle la domestication fortuite – on peut penser que la chaîne d'événements illustrée dans la fig. n° 2 serait quasiment inéluctable et en œuvre dès les occupations pionnières du Brésil et de l'Amazonie. Ce

point est important car il implique que lors de la période de 10 000-9 000 ans cal. BP, à savoir lorsque les sites de Peña Roja et bien d'autres mentionnés dans les tableaux n° 1 à 3 ont été occupés, les groupes humains avaient déjà plus de 2 000 ans d'expérience en matière de processus de domestication.

27 On peut penser qu'au début de l'Holocène, les individus concernés étaient déjà engagés dans la construction de niches secondaires, dites « responsives », et que les changements des plantes et des paysages de cette époque dépendaient des types de relations établies avec les différentes espèces. Les actions menées (par exemple le soin et la protection apportés à certaines espèces désirées en contraste avec le greffage ou la sélection intentionnelle de phénotypes) provoquent des gradients variables de modification de l'environnement (Clement *et al.* 2021). Selon ce modèle, la domestication d'espèces serait le fruit du perfectionnement délibéré de milieux déjà riches en ressources (Smith 2011a et 2011b) et non une réponse à une période de pénurie due au changement climatique du PF/HI. Il s'agirait-là d'un scénario plus compatible avec les données archéobotaniques susmentionnées.

28 Il convient de souligner que si ce modèle met en avant l'accumulation d'espèces utiles à proximité des lieux de résidence, la construction culturelle de niches s'est probablement étendue au-delà de ces zones. Comme l'a montré Casas (2001 ; Casas *et al.* 2007), en Mésoamérique, jusqu'à 700 espèces de plantes font l'objet d'une gestion *in situ*, c'est-à-dire là où elles poussent naturellement par le biais de soins favorisant leur croissance et leur développement et d'une protection contre les calamités, les maladies ou les carences.

29 Ce modèle de relations entre individus, plantes et paysages nous amène à repenser le rôle de la mobilité humaine lors du PF/HI, non pas en fonction de la répartition des ressources naturelles mais, plutôt, en relation avec leur contrôle et des modes de relation établis avec elles au sein de territoires donnés (Gnecco 2003, 19).

Plantes et lieux

30 Même s'il est difficile d'identifier des systèmes de mobilité humaine à partir des seules données archéologiques en raison de la faible résolution chronologique atteinte dans la plupart des sites, l'idée selon laquelle les individus suivaient des dynamiques territoriales cycliques a pris de l'ampleur en se basant sur d'autres types de preuves. La présence d'ensembles d'artefacts régionalement différenciés lors de l'Holocène initial corrobore l'hypothèse d'occupations répétées des mêmes lieux pendant plusieurs générations par certains groupes (Bueno 2019 ; Bueno & Isnardis 2018 ; Dias 2004 ; Dias & Bueno 2013). Des études sur la localisation des ressources de matières premières lithiques montrent également une tendance à leurs exploitations locales dans la plupart des sites archéologiques de cette période (Dias 2004).

31 Lors du PF/HI, on a également vu l'établissement de « lieux persistants ». On désigne ainsi des zones transformées par les interactions entre humains et non-humains, qui incorporent des mémoires et des significations entrelacées avec des dimensions temporelles. Elles « rappellent » donc le passé en même temps qu'elles guident le présent et la construction de l'avenir (Zedeño & Bowser 2009). On peut donc considérer que ce sont des processus d'anthropisation des paysages (*human landscaping*) (Arroyo-Kalin 2016). Les sites Lapa do Santo et Santana do Riacho, par exemple, ont été utilisés comme cimetières pendant des milliers d'années à partir de l'Holocène initial (Resende & Prous 1991 ; Strauss 2016) et on y trouve de grands panneaux d'art rupestre marquant une certaine appropriation de l'espace. Ce n'est peut-être pas par pure coïncidence que les sites Caverna da Pedra Pintada et Cerro Azul – où existent des preuves manifestes de réoccupation et d'ample exploitation des ressources végétales – manifestent également un art rupestre exubérant (Morcote-Rios *et al.* 2021 ; Pereira & Moraes 2019). La création de ces lieux persistants s'est

certainement fondée sur de nombreuses années de pratiques et d'accumulation de savoirs dans les paysages où ils se situent.

32 Nous proposons que les « forêts culturelles » ayant éventuellement fait leur apparition au sein de ces territoires soient également devenues des lieux persistants (Shock & Moraes 2019). Au vu des cycles de vie décennaires, voire centenaires, de beaucoup d'arbres fruitiers, ceux-ci peuvent avoir influencé les actions des individus au fil de multiples générations (Shock 2021). On peut prendre comme exemple les fruits à coques, dont les arbres peuvent vivre des centaines d'années et dont les macrovestiges botaniques sont omniprésents sur les sites archéologiques d'Amazonie depuis l'Holocène initial.

33 Les plantes sont également importantes pour penser les connexions entre lieux et individus. Si nous partons de l'hypothèse d'une domestication des plantes ayant fait son apparition durant le PF/HI dans certains lieux restreints, tels que le sud-ouest et le nord-est amazoniens (Iriarte *et al.* 2020 ; Piperno 2011), la dispersion précoce de ces espèces aura sans aucun doute impliqué des réseaux de relations. Le manioc et la cacahouète ont par exemple atteint la côte pacifique il y a 8 000 ans, et dans la foulée la Mésoamérique, et ce depuis leur origine dans le sud-ouest amazonien (Piperno 2011). Cela montre bien qu'il existait entre les groupes locaux une interconnexion qui s'étendait pratiquement à l'ensemble du continent et traversait les Andes. Si la courge de plus de 10 000 ans, identifiée dans les Llanos de Moxos (Lombardo *et al.* 2020), n'était pas une plante locale, cela mettrait en lumière la possibilité d'échanges bidirectionnels de végétaux entre les Andes et le sud-ouest amazonien depuis l'occupation initiale de la région.

34 Si l'on prend en compte le caractère anthropique des îlots forestiers de cette région, leur construction et leurs occupations successives entre 10 000 et 4 000 ans cal. BP montrent qu'ils constituaient également des lieux persistants dont l'origine est liée à la gestion intentionnelle de la terre et des plantes. On ne sait pas encore clairement combien parmi les 4 700 de ces sites identifiés dans la région auraient été établis dès l'époque du PF/HI, mais leur existence et leur nombre constituent une opportunité unique d'étudier les questions de territorialité et de mobilité en œuvre au cours du temps.

Le rôle de l'action anthropique dans les discours relatifs à la domestication

35 Comme nous l'avons vu, les modèles relatifs aux processus de domestication des plantes et des paysages peuvent inclure une longue période de gestion non intentionnelle avec, par exemple, la propagation de graines ou de fruits rejettés sur les lieux de vie et l'éventuelle concentration d'espèces qui peut en résulter (Clement *et al.* 2009 ; Rindos 1984). Cela nous amène à la question suivante : comment les archéologues peuvent-ils réconcilier d'un côté la non-intentionnalité et, de l'autre, la conviction que les individus ont agi de façon méthodique sur la base de connaissances écologiques sophistiquées ? Il semblerait que la seule voie qui s'ouvre à nous soit la séparation conceptuelle de la domestication – en tant que processus biologique continu – et des intentions humaines impliquées dans les pratiques de gestion donnant lieu à la domestication.

36 Darwin, dans sa théorie de l'évolution, s'est inspiré des agriculteurs et éleveurs européens dont les pratiques de sélection artificielle l'amènèrent à envisager la possibilité de transformations naturelles (Darwin 1876 [1872]). Il décrivait ainsi de quelle manière les « améliorations¹⁵ » des animaux et plantes domestiqués provenaient de choix continus relatifs aux petites différences perçues par les agriculteurs par rapport à leurs qualités ou structures initiales, indépendamment de leur prise de conscience de produire ainsi d'éventuelles nouvelles variétés. De la même manière, on a pu constater dans certaines sociétés actuelles d'Amazonie un désir d'atteindre des

objectifs parfois immédiats à partir de pratiques de gestion et de manipulation des plantes (Levis *et al.* 2018).

37 Une telle perspective est corroborée par les recherches ethnographiques qui remettent en perspective la pertinence du concept de domestication à partir des ontologies indigènes et qui démontrent que la gestion des plantes est perçue comme une coalescence de nombreuses interventions, humaines et non humaines (des plantes elles-mêmes, des animaux et des êtres surnaturels), défiant les notions occidentales de contrôle unidirectionnel humain-plante (Aparicio 2021 ; Fausto & Neves 2018). Ces connaissances indigènes soulignent la richesse des observations empiriques et minutieuses de l'écologie et de l'interconnexion de tous les êtres se trouvant autour de la plante en question. Ce regard multi-espèces n'a fait à ce jour qu'une timide entrée dans les recherches archéologiques sur la domestication mais représente un champ d'étude fertile pour l'avenir.

38 La question de l'intentionnalité de la domestication peut être pensée d'une autre manière. Comme l'affirme Arroyo-Kalin (2016, 7), la domestication des espèces et des paysages se serait produite « parfois intentionnellement et parfois non – par l'activité délibérée des peuples précolombiens ». Cela revient à dire que même si les individus n'ont probablement jamais pensé la domestication comme un objectif en soi, elle a néanmoins résulté de pratiques de gestion intentionnelles et conscientes.

Considérations finales

39 Les recherches qui suggèrent que l'anthropisation de la forêt amazonienne aurait été discrète ou inexiste sont de plus en plus souvent remises en cause. Elles vont à l'encontre des preuves d'un long historique de construction de l'hyperdominance d'espèces végétales particulières. Ces discours ont par ailleurs des impacts négatifs sur les populations traditionnelles, historiquement marginalisées et dépossédées de leur territoire, souvent au nom de la conservation d'environnements supposément naturels. Si l'on prend en considération les ethnosciences et la richesse et l'ancienneté des connaissances écologiques traditionnelles (Berkes 1993), ainsi que l'intentionnalité qui guide les décisions quotidiennes, il ne nous est plus possible d'accepter les théories basées sur des idées comme « l'adaptation » ou « l'usage passif de l'environnement », implicitement présentes dans le terme même de chasseurs-cueilleurs. Les discours archéologiques portant sur les contextes brésiliens et amazoniens devraient prendre en compte la domestication des plantes et paysages dès l'occupation initiale de ces territoires.

Bibliographie

- Aceituno, Francisco Javier & Nicolás Loaiza. 2015. « The Role of Plants in the Early Human Settlement of Northwest South America. » *Quaternary International* 363: 20-27.
DOI : 10.1016/j.quaint.2014.06.027
- Adovasio, James M. & Tom D. Dillehay. 2020 « Perishable Technology and the Successful Peopling of South America. » *PaleoAmerica* 6 (3): 210-222.
DOI : 10.1080/20555563.2019.1686849
- Angeles Flores, Rodrigo, João C. Moreno de Sousa, Astolfo G. de Mello Araujo & Gregório Cecantini. 2016. « Before Lagoa Santa: Micro-Remain and Technological Analysis in a Lithic Artifact from the Itaparica Industry ». *Journal of Lithic Studies* 3: 6-29.
- Aparicio, Miguel. 2021. « Contradomesticação na Amazônia indígena: a botânica da precaução. » In *Vozes vegetais: diversidade, resistências e histórias da floresta*, dirigé par Joana Cabral de Oliveira *et al.*, 189-212. São Paulo : Ubu Editora.
- Archila, Sonia. 2005. *Arqueobotánica en la Amazonía Colombiana. Un modelo etnográfico para el análisis de maderas carbonizadas*. Bogotá: FIAN-UNIANDES-CESO.
- Arroyo-Kalin, Manuel. 2016. « Landscaping, Landscape Legacies, and Landesque Capital in Pre-Columbian Amazonia. » In *The Oxford Handbook of Historical Ecology and Applied Archaeology*, dirigé par Christian Isendahl and Daryl Stump. Oxford : Oxford University Press.

DOI : 10.1093/oxfordhb/9780199672691.013.16.

DOI : 10.1093/oxfordhb/9780199672691.013.16

Arroyo-Kalin, Manuel & Philip Riris. 2020. « Did Pre-Columbian Populations of the Amazonian Biome Reach Carrying Capacity. » *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 376 (1816): 20190715. DOI: 10.1098/rstb.2019.0715.

DOI : 10.1098/rstb.2019.0715

Balée, William. 1989. « The Culture of Amazonian Forests. » In *Resource Management in Amazonia: Indigenous and Folk Strategies*, dirigé par Darrell A. Posey & William Balée, 1-21. Advances in Economic Botany 7. New York : New York Botanical Garden Press.

Balée, William. 1994. *Footprints of the Forest: Ka'apor Ethnobotany – the Historical Ecology of Plant Utilization by an Amazonian People*. New York: Columbia University Press.

Balée, William. 2006. « The Research Program of Historical Ecology. » *Annual Review of Anthropology* 35: 75-98.

DOI : 10.1146/annurev.anthro.35.081705.123231

Barton, C. Michael, Steven Schmich & Steven R. James. 2004. « The Ecology of Human Colonization in Pristine Landscapes. » In *The Settlement of the American Continents: A Multidisciplinary Approach to Human Biogeography*, dirigé par Michael Barton, Geoffrey A. Clark, David R. Yesner & Georges A. Pearson, 138-161. Tucson : University of Arizona Press

Behling, Hermann. 2001. « Late Quaternary Environmental Changes in the Lagoa da Curuça Region (Eastern Amazonia, Brazil) and Evidence of Podocarpus in the Amazon Lowland. » *Vegetation History and Archaeobotany* 10: 175-183.

DOI : 10.1007/PL00006929

Berkes, Fikret. 1993. « Traditional Ecological Knowledge in Perspective. » In *Traditional Ecological Knowledge: Concepts and Cases*, dirigé par Julian T. Inglis, 1-39. Ottawa : International Program on Traditional Ecological Knowledge, International Development Research Centre.

Bettinger, Robert L. 1987. « Archaeological Approaches to Hunter-Gatherers. » *Annual Review of Anthropology* 16 (1): 121-142.

DOI : 10.1146/annurev.an.16.100187.001005

Binford, Lewis R. 1980. « Willow Smoke and Dogs' Tails: Hunter-Gatherer Settlement Systems and Archaeological Site Formation. » *American Antiquity* 45 (1): 4-20.

Bitencourt, Ana Luisa Vietti & Patricia Maria Krauspenhar. 2006 « Possible Prehistoric Anthropogenic Effect on *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze Expansion During the Late Holocene. » *Revista Brasileira de Paleontologia* 9 (1): 109-116.

Borrero, Luis Alberto. 2015. « Moving: Hunter-Gatherers and the Cultural Geography of South America. » *Quaternary International* 363: 126-133.

Borrero, Luis Alberto. 2016 « The Elusive Evidence: The Archaeological Record of the South American Extinct Megafauna. » In *American Megafaunal Extinctions at the End of the Pleistocene*, dirigé par Gary Haynes, 145-168. Dordrecht : Springer.

Bueno, Lucas. 2019. « Arqueología do povoamento inicial da América ou História Antiga da América: quão antigo pode ser um "Novo Mundo"? » *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas* 14 (2): 477-496.

Bueno, Lucas & Andrei Isnardis. 2018. « Peopling Central Brazilian Plateau at the Onset of the Holocene: Building Territorial Histories. » *Quaternary International* 473: 144-160.

Burbridge, Rachel E., Francis E. Mayle & Timothy J. Killeen. 2004. « Fifty-Thousand-Year Vegetation and Climate History of Noel Kempff Mercado National Park, Bolivian Amazon. » *Quaternary Research* 61 (2): 215-230.

Bush, Mark B. *et al.* 2007, « Holocene Fire and Occupation in Amazonia: Records from Two Lake Districts. » *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 362: 209-218.

DOI : 10.1098/rstb.2006.1980

Casas, Alejandro. 2001. « Silvicultura y domesticación de plantas en Mesoamérica. » *Plantas, cultura y sociedad. Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los ábores del siglo 21*, dirigé par Beatriz Rendón Aguilar, Silvia Rebollar Domínguez, Javier Caballero Nieto & Miguel Angel Martínez Alfaro, 123-158. Mexico : Universidad Autónoma Metropolitana.

Casas, Alejandro, Adriana Otero-Arnáiz, Edgar Pérez-Negrón & Alfonso Valiente-Banuet. 2007. « *In Situ* Management and Domestication of Plants in Mesoamerica. » *Annals of Botany* 100 (5): 1101-1115.

Cassino, Mariana Franco *et al.* 2021. « Archaeobotany of Brazilian Indigenous Peoples and Their Food Plants. » In *Local Food Plants of Brazil*, dirigé par Michelle Jacob & Ulysses Paulino Albuquerque, 127-159. Cham : Springer.

Charnov, Eric L. 1976. « Optimal Foraging, the Marginal Value Theorem. » *Theoretical population biology* 9 (2): 129-136.

DOI : 10.1016/0040-5809(76)90040-X

Choo, Juanita. 2008. « Potential Ecological Implications of Human Entomophagy by Subsistence Groups of the Neotropics. » *Terrestrial Arthropod Reviews* 1 (1): 81-93.

DOI : 10.1163/187498308X345442

Clement, Charles R. 1999. « 1492 and the Loss of Amazonian Crop Genetic Resources. I. The Relation Between Domestication and Human Population Decline. » *Economic Botany* 53 (2): 188-202.

Clement, Charles R. et al. 2009. « Domesticação e melhoramento de pupunha. » In *Domesticação e melhoramento: espécies amazônicas*, dirigé par Aloízio Borém, Maria Tereza G. Lopes & Charles R. Clement, 367-398. Viçosa : Université fédérale de Viçosa.

Clement, Charles R. et al. 2015. « The Domestication of Amazonia before European Conquest. » *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 282 (1812): 20150813. DOI: 10.1098/rspb.2015.0813.

DOI : 10.1098/rspb.2015.0813

Clement, Charles R. et al. 2021. « Disentangling Domestication from Food Production Systems in the Neotropics. » *Quaternary* 4 (1): 4. DOI: 10.3390/quat4010004.

DOI : 10.3390/quat4010004

Darwin, Charles. 1876 [1872]. *The Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. 6e édition, augmentée et corrigée. Londres : John Murray, Albermarle Street.

DOI : 10.1093/owc/9780199580149.003.0005

Denham, Tim. 2018. « Long-Term Records of Human Adaptation and Tropical Rainforest Conservation in Papua New Guinea: Translating the Past into the Present. » In *Exploring Frameworks for Tropical Forest Conservation: Integrating Natural and Cultural Diversity for Sustainability, a Global Perspective*, dirigé par Nuria Sanz, 54-91. Mexico : UNESCO Office Mexico.

Dias, Adriana Schmidt. 2004. « Diversificar para poblar: el contexto arqueológico brasileño en la transición Pleistoceno-Holoceno. » *Complutum* 15: 249-263.

Dias, Adriana Schmidt & Lucas Bueno. 2013. « The Initial Colonization of South America Eastern Lowlands: Brazilian Archaeology Contributions to Settlement of America Models. » In *Paleoamerican Odyssey*, dirigé par Kelly E. Graf, Caroline V. Ketron & Michael R. Waters, 339-357. College Station : Center for the Study of the First Americans.

Dillehay, Tom D. 2008. « Profiles in Pleistocene History. » In *The Handbook of South American Archaeology*, dirigé par Helaine Silverman & William Isbell, 29-43. New York : Springer Science & Business Media.

Dixon, E. James. 2001. « Human Colonization of the Americas: Timing, Technology and Process. » *Quaternary Science Reviews* 20 (1-3): 277-299.

Fausto, Carlos & Eduardo Neves. 2018. « Timeless Gardens: Deep Indigenous History and the Making of Biodiversity in the Amazon. » In *Exploring Frameworks for Tropical Forest Conservation: Integrating Natural and Cultural Diversity for Sustainability, a Global Perspective*, dirigé par Nuria Sanz, 150-179. Mexico : UNESCO Office Mexico.

Gnecco, Cristóbal. 1999. « An Archaeological Perspective of the Pleistocene/Holocene Boundary in Northern South America. » *Quaternary International* 53: 3-9.

DOI : 10.1016/S1040-6182(98)00003-2

Gnecco, Cristóbal. 2003. « Against Ecological Reductionism: Late Pleistocene Hunter-Gatherers in the Tropical Forests of Northern South America ». *Quaternary International* 109-110: 13-21.

DOI : 10.1016/S1040-6182(02)00199-4

Gnecco, Cristóbal & Javier Aceituno. 2004. « Poblamiento temprano y espacios antropogénicos en el norte de Suramérica. » *Complutum* 15: 151-164.

Gnecco, Cristóbal & Santiago Mora. 1997. « Late Pleistocene/Early Holocene Tropical Forest Occupations at San Isidro and Pena Roja, Colombia. » *Antiquity* 71 (273): 683-690.

Grayson, Donald K. & David J. Meltzer. 2002. « Clovis Hunting and Large Mammal Extinction: A Critical Review of the Evidence. » *Journal of World Prehistory* 16 (4): 313-359.

Iriarte, Jose et al. 2020. « The Origins of Amazonian Landscapes: Plant Cultivation, Domestication and the Spread of Food Production in Tropical South America. » *Quaternary Science Reviews* 248: 106582. DOI: 10.1016/j.quascirev.2020.106582.

DOI : 10.1016/j.quascirev.2020.106582

Isendahl, Christian. 2011. « The Domestication and Early Spread of Manioc (*Manihot Esculenta Crantz*): A Brief Synthesis. » *Latin American Antiquity* 22(4): 452-468.

Junqueira, André Braga, Glenn Harvey Shepard & Charles R. Clement. 2010. « Secondary Forests on Anthropogenic Soils in Brazilian Amazonia Conserve Agrobiodiversity. » *Biodiversity and Conservation* 19 (7): 1933-1961.

DOI : 10.1007/s10531-010-9813-1

Kistler, Logan *et al.* 2015. « Gourds and Squashes (*Cucurbita* spp.) Adapted to Megafaunal Extinction and Ecological Anachronism through Domestication. » *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112 (49): 15107-15112.

DOI : 10.1073/pnas.1516109112

Kluiving, Sjoerd J. 2015. « How Geoarchaeology and Landscape Archaeology Contribute to Niche Construction Theory (NCT). » *Water History* 7(4): 557-571.

DOI : 10.1007/s12685-015-0144-8

Laland, Kevin N. & Michael J. O'Brien. 2010. « Niche Construction Theory and Archaeology. » *Journal of Archaeological Method and Theory* 17 (4): 303-322.

DOI : 10.1007/s10816-010-9096-6

Levis, Carolina *et al.* 2017. « Persistent Effects of Pre-Columbian Plant Domestication on Amazonian Forest Composition. » *Science* 355 (6328): 925-931.

DOI : 10.1126/science.aal0157

Levis, Carolina *et al.* 2018. « How People Domesticated Amazonian Forests. » *Frontiers in Ecology and Evolution* 5: 171. DOI: 10.3389/fevo.2017.00171.

DOI : 10.3389/fevo.2017.00171

Lima, Jeannette Maria Dias de. 2012. « A Furna do Estrago no Brejo da Madre de Deus. » *Pesquisas, Antropologia* 69: 1-159.

Lima, Pedro Glécio Costa. 2018. « Paleoambiente e paisagem durante o holoceno em Canaã dos Carajás, Pará, Brasil. » Thèse de doctorat. Recife : Université fédérale rurale de Pernambuco (UFRPE).

Lima, Pedro Glécio Costa *et al.* 2018. « Plantas úteis na flora contemporânea e pretérita de Carajás. » In *A humanidade e a Amazônia: 11 mil anos de evolução histórica em Carajás*, dirigé par Marcos Pereira Magalhães, 183-209. Belém : Museu Paraense Emílio Goeldi.

Lins, Juliana *et al.* 2015. « Pre-Columbian Floristic Legacies in Modern Homegardens of Central Amazonia. » *PLOS One* 10(6): e0127067. DOI: 10.1371/journal.pone.0127067.

DOI : 10.1371/journal.pone.0127067

Lins Neto, Ernani Machado de Freitas, Nivaldo Peroni & Ulysses Paulino de Albuquerque. 2010. « Traditional Knowledge and Management of Umbu (*Spondias tuberosa*, Anacardiaceae): An Endemic Species from the Semi-Arid Region of Northeastern Brazil. » *Economic Botany* 64 (1): 11-21.

Lombardo, Umberto *et al.* 2013. « Early and Middle Holocene Hunter-Gatherer Occupations in Western Amazonia: The Hidden Shell Middens. » *Plos one* 8 (8): e72746. DOI: 10.1371/journal.pone.0072746.

DOI : 10.1371/journal.pone.0072746

Lombardo, Umberto *et al.* 2020. « Early Holocene Crop Cultivation and Landscape Modification in Amazonia. » *Nature* 581 (7807): 190-193.

DOI : 10.1038/s41586-020-2162-7

Maezumi, S. Yoshi *et al.* 2018a. « The Legacy of 4,500 Years of Polyculture Agroforestry in the Eastern Amazon. » *Nature Plants* 4 (8): 540-547.

DOI : 10.1038/s41477-018-0205-y

Maezumi, S. Yoshi *et al.* 2018b. « Reassessing Climate and Pre-Columbian Drivers of Paleofire Activity in the Bolivian Amazon. » *Quaternary International* (488): 81-94.

DOI : 10.1016/j.quaint.2017.11.053

Magalhães, Marcos Pereira. 2005. *A physis da origem: o sentido da história na Amazônia*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.

Magalhães, Marcos Pereira *et al.* 2019. « O Holoceno inferior e a antropogênese amazônica na longa história indígena da Amazônia oriental (Carajás, Pará, Brasil). » *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas* 14 (2): 291-326.

DOI : 10.1590/1981.81222019000200004

Maia, J. G. Soares & William A. Rodrigues. 1974. « *Virola theiodora* como alucinógena e tóxica. » *Acta Amazonica* 4 (1): 21-23.

DOI : 10.1590/1809-43921974041021

May, Peter H., Anthony B. Anderson, Michael J. Balick & José Mário F. Frazão. 1985. « Subsistence Benefits from the Babassu Palm (*Orbignya martiana*). » *Economic Botany* 39 (25): 113-129.

Mayle, Francis E. & Bronwen S. Whitney. 2012 « Long-Term Perspectives on Tropical Forest-Savanna Dynamics in Lowland Bolivia from the Last Ice Age Until Present. » In *Ecotones Between Forest and Grassland*, dirigé par Randall W. Myster, 189-207. New York : Springer.

Mayle, Francis E. & José Iriarte. 2014. « Integrated Palaeoecology and Archaeology – A Powerful Approach for Understanding Pre-Columbian Amazonia. » *Journal of Archaeological Science* 51: 54-64.

DOI : 10.1016/j.jas.2012.08.038

Meltzer, David J. 1993 « Pleistocene Peopling of the Americas ». *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 1 (5): 157-169.
 DOI : 10.1002/evan.1360010505

Menezes, Ana Valeria Araujo. 2006. « Estudo dos macro-restos vegetais do sítio arqueológico Furna do Estrago, Brejo da Madre de Deus, Pernambuco, Brasil. » Dissertation de *mestrado en droit*. Recife : Université fédérale de Pernambuco (UFPE).

Mora, Santiago. 2003. *Early Inhabitants of the Amazonian Tropical Rain Forest: A Study of Humans and Environmental Dynamics*. Latin American Archaeology Reports No. 3. Pittsburgh: University of Pittsburgh.

Morcote-Rios, Gaspar & Rodrigo Bernal. 2001. « Remains of Palms (Palmae) at Archaeological Sites in the New World: A Review. » *The Botanical Review* 67 (3): 309-350.

Morcote-Ríos, Gaspar, Francisco Aceituno & Tomás León. 2014. « Recolectores del Holoceno temprano en la floresta amazónica colombiana. » In *Antes de Orellana. Actas del 3er encuentro internacional de arqueología amazónica*, dirigé par Stéphen Rostain, 39-50. Quito : Instituto Francés de Estudios Andinos.

Morcote-Ríos, Gaspar, Dany Mahecha & Carlos Franky. 2017. « Recorrido en el tiempo: 12000 años de ocupación de la Amazonia. » In *Universidad y território*. Tomo 1, 66-93. Bogota: Universidad Nacional de Colombia.

Morcote-Ríos, Gaspar *et al.* 2021. « Colonisation and Early Peopling of the Colombian Amazon During the Late Pleistocene and the Early Holocene: New Evidence from La Serranía La Lindosa. » *Quaternary International* 578: 5-19.
 DOI : 10.1016/j.quaint.2020.04.026

Ortega, Daniela Dias. 2019. « Microvestígios botânicos em artefatos líticos do sítio Lapa do Santo (Lagoa Santa, Minas Gerais). » Dissertation de *mestrado en droit*. São Paulo : Université de São Paulo (USP).

Pereira, Edithe da Silva & Claude de Paula Moraes. 2019. « A cronologia das pinturas rupestres da Caverna da Pedra Pintada, Monte Alegre, Pará: revisão histórica e novos dados. » *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas* 14 (2): 327-342.

Piperno, Dolores R. 1993. « Phytolith and Charcoal Records from Deep Lake Cores in the American Tropics. » In *Current Research in Phytolith Analysis: Applications in Archaeology and Paleoenvironment*, dirigé par Deborah M. Pearsall & Dolores R. Piperno, 59-71. Philadelphie : University of Pennsylvania Press.

Piperno, Dolores R. 2011. « The Origins of Plant Cultivation and Domestication in the New World Tropics: Patterns, Process, and New Developments. » *Current Anthropology* 52 (S4): S453-S470.

Piperno, Dolores R. & Deborah M. Pearsall. 1998. *The Origins of Agriculture in the Lowland Neotropics*. New York: Academic Press.

Piperno, Dolores R. & Karen E. Stothert. 2003. « Phytolith Evidence for Early Holocene *Cucurbita* Domestication in Southwest Ecuador. » *Science* 299 (5609): 1054-1057.
 DOI : 10.1126/science.1080365

Politis, Gustavo G. 1996. « Moving to Produce: Nukak Mobility and Settlement Patterns in Amazonia. » *World Archaeology* 27 (3): 492-511.
 DOI : 10.1080/00438243.1996.9980322

Posey, Darrell A., & William Balée. 1989. *Resource Management in Amazonia: Indigenous and Folk Strategies. Advances in Economic Botany*. Vol. 7. New York: New York Botanical Garden.

Prous, André. 1991. « Fouilles de l'abri du Boquete, Minas Gerais, Brésil. » *Journal de la Société des Américanistes* 77 : 77-109.

Raczka, Marco F., Paulo E. de Oliveira, Mark Bush & Crystal McMichael. 2013. « Two Paleoecological Histories Spanning the Period of Human Settlement in Southeastern Brazil. » *Journal of Quaternary Science* 28 (2): 144-151.
 DOI : 10.1002/jqs.2597

Ratter, James Alexander, Sam Bridgewater & José Felipe Ribeiro. 2003. « Analysis of the Floristic Composition of the Brazilian Cerrado Vegetation III: Comparison of the Woody Vegetation of 376 Areas. » *Edinburgh Journal of Botany* 60 (1): 57-109.

Reis, Maurício Sedrez dos, Ana Ladio & Nivaldo Peroni. 2014. « Landscapes with Araucaria in South America: Evidence for a Cultural Dimension. » *Ecology and Society* 19 (2): 43. DOI: 10.5751/ES-06163-190243.

Resende, Eunice M. T. 1994. « Os restos vegetais. » In « Estudo arqueológico do Vale do Rio Peruaçu, Relatório apresentado a FAPEMIG », dirigé par André Prous, 183-203. Belo Horizonte. Rapport non-publié.

Resende, Eunice M. T. & André Prous. 1991. « Os vestígios vegetais do Grande Abrigo de Santana do Riacho. » *Arquivos do Museu de História Natural da Universidade Federal de Minas Gerais* 12: 87-111.

Rindos, David. 1984. *The Origins of Agriculture: An Evolutionary Perspective*. Orlando: Academic Press.

Roosevelt, Anna C. 1992. « Arqueologia amazônica. » In *História dos índios no Brasil*, dirigé par Manuela Carneiro da Cunha, 53-86. São Paulo : Companhia das Letras.

Roosevelt, Anna C. et al. 1996. « Paleoindian Cave Dwellers in the Amazon: The Peopling of the Americas. » *Science* 272 (5260): 373-384.

DOI : 10.1126/science.272.5260.373

Roosevelt, Anna C. 1998. « Ancient and Modern Hunter-Gatherers of Lowland South America: An Evolutionary Problem. » In *Advances in Historical Ecology*, dirigé par William Balée, 190-212. New York : Columbia University Press.

Roosevelt, Anna C., John Douglas & Linda Brown. 2002. « The Migrations and Adaptations of the First Americans: Clovis and Pre-Clovis Viewed from South America. » In *The First Americans: The Pleistocene Colonization of the New World*, dirigé par Nina G. Jablonski, 159-236. California : Wattis Symposium Series in Anthropology.

Rull, Valentí. 2009. « New Palaeoecological Evidence for the Potential Role of Fire in the Gran Sabana, Venezuelan Guayana, and Implications for Early Human Occupation. » *Vegetation History and Archaeobotany* 18: 219-224.

Rull, Valentí et al. 2013. « Ecological Palaeoecology in the Neotropical Gran Sabana Region: Long-Term Records of Vegetation Dynamics as a Basis for Ecological Hypothesis Testing. » *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 15: 338-359.

Sauer, Carl. 1952. *Agricultural Origins and Dispersals – The Domestication of Animals and Foodstuffs*. New York: The American Geographical Society.

Scheel-Ybert, Rita & Caroline Bachelet. 2020. « A Good Place to Live: Plants and People at the Santa Elina Rock Shelter (Central Brazil) from Late Pleistocene to the Holocene. » *Latin American Antiquity* 31(2): 273-291.

Schmitz, Pedro Ignácio, André Osorio Rosa & Ana Luisa Veitti Bitencourt. 2004. « Arqueologia nos cerrados do Brasil central: Serranópolis III. » *Pesquisas-Antropologia* 60: 7-286.

Shock, Myrtle Pearl. 2021. « As Seen through the Trees, a Lens into Amazonian Mobility and Its Lasting Landscape. » In *South American Contributions to World Archaeology*, dirigé par Mariano Bonomo & Sonia Archila, 219-248. Cham : Springer.

Shock, Myrtle Pearl & Claude de Paula Moraes. 2019. « A floresta é o domus: a importância das evidências arqueobotânicas e arqueológicas das ocupações humanas amazônicas na transição Pleistoceno/Holoceno. » *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas* 14 (2): 263-289.

DOI : 10.1590/1981.81222019000200003

Smith, Bruce D. 1997. « The Initial Domestication of *Cucurbita pepo* in the Americas 10,000 Years Ago. » *Science* 276 (5314): 932-934.

DOI : 10.1126/science.276.5314.932

Smith, Bruce D. 2011a. « General Patterns of Niche Construction and the Management of “Wild” Plant and Animal Resources by Small-Scale Pre-Industrial Societies. » *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366 (1566): 836-848. DOI: 10.1098/rstb.2010.0253.

DOI : 10.1098/rstb.2010.0253

Smith, Bruce D. 2011b. « A Cultural Niche Construction Theory of Initial Domestication. » *Biological Theory*, 6 (3): 260-271.

DOI : 10.1007/s13752-012-0028-4

Smith, Maira & Carlos Fausto. 2016. « Socialidade e diversidade de pequis (*Caryocar brasiliense*, Caryocaraceae) entre os Kuikuro do alto rio Xingu (Brasil). » *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas* 11 (1): 87-113.

Steege, Hans ter et al. 2013. « Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora. » *Science* 342 (6156): 1243092. DOI: 10.1126/science.1243092.

DOI : 10.1126/science.1243092

Steege, Hans ter et al. 2016. « The Discovery of the Amazonian Tree Flora with an Updated Checklist of all Known Tree Taxa. » *Scientific reports* 6 (1): 1-15.

DOI : 10.1038/srep29549

Strauss, André. 2016. « Os padrões de sepultamento do sítio arqueológico Lapa do Santo (Holoceno Inicial, Brasil). » *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Humanas* 11 (1): 243-276.

DOI : 10.1590/1981.81222016000100013

Terra, Marcela de Castro Nunes Santos et al. 2017. « Tree Dominance and Diversity in Minas Gerais, Brazil. » *Biodiversity and Conservation* 26 (9): 2133-2153.

DOI : 10.1007/s10531-017-1349-1

Wassén, S. Henry. 1993. « Commentaries on Some South American Indian Drugs and Related Paraphernalia. » *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia* 3: 147-158.

Watling, Jennifer *et al.* 2018a. « Direct Archaeological Evidence for Southwestern Amazonia as an Early Plant Domestication and Food Production Centre. » *PLoS One* 13 (7): e0199868. DOI: 10.1371/journal.pone.0199868.

DOI : 10.1371/journal.pone.0199868

Watling, Jennifer, Francis E. Mayle & Denise Schaan. 2018b « Historical Ecology, Human Niche Construction and Landscape in Pre-Columbian Amazonia: A Case Study of the Geoglyph Builders of Acre, Brazil. » *Journal of Anthropological Archaeology* 50: 128-139.

Zedeño, María Nieves & Brenda J. Bowser. 2009. « The Archaeology of Meaningful Places. » In *The Archaeology of Meaningful Places*, dirigé par María Nieves Zedeño & Brenda J. Bowser, 1-14. Salt Lake City : The University of Utah Press.

Notes

2 Nous n'utiliserons plus ce terme dans la suite du texte car il propage l'image de groupes humains affrontant un risque constant de famine et prenant des décisions toujours orientées par la possibilité de l'échec (Shock 2021).

3 L'utilisation du radiocarbone (¹⁴C) comme méthode de datation se base sur un principe de radioactivité constante de cet isotope et permet d'obtenir des datations en « années avant le présent » (*before present*, BP), le présent étant par convention fixé à l'année 1950 de notre ère pour cette méthode. Cependant, la quantité de ¹⁴C dans l'atmosphère, qui est incorporée par les êtres vivants au cours de leur existence, n'est pas constante, principalement du fait d'une variation de sa production dans la haute atmosphère. En conséquence, il n'y a pas une correspondance stricte entre les années BP et les années calendaires. Les chercheurs ont établi des courbes de calibration pour corriger ces dates, en étudiant l'évolution de la proportion de ¹⁴C atmosphérique au cours du temps. Leur application permet d'obtenir des dates calibrées (cal. BP), en années calendaires.

4 Une telle hypothèse se fonde sur l'association entre l'apparition d'outils lithiques polis et l'exploitation de plantes et/ou leur importance « croissante » dans l'économie de l'Holocène initial ou du début de l'Holocène moyen (Aceituno & Loaiza 2015 ; Roosevelt 1992).

5 « Manipulation » se réfère ici à toutes les manières par lesquelles les individus interagissent avec les processus biologiques et écologiques, ce qui comprend la culture, à savoir la plantation, l'ensemencement ou le greffage intentionnels de graines et boutures. « Domestication des espèces » se réfère au processus continu et co-évolutif au sein duquel la sélection de certains phénotypes de populations de plantes ou d'animaux est à l'origine de transformations génotypiques à même d'en augmenter l'utilité pour les individus (Rindos 1984). « Domestication des paysages » se réfère au processus au sein duquel apparaissent des modifications du fonctionnement et de la structure des écosystèmes faisant l'objet d'une gestion/manipulation (Clement 1999).

6 La portée originale de l'étude, qui concernait le seul Brésil, a été étendue pour englober les régions du bassin amazonien de pays voisins, où d'importantes recherches archéobotaniques ont déjà été menées. C'est pour cette raison que nous faisons référence tout au long du texte aux deux ensembles géographiques se chevauchant pour partie que sont le Brésil et l'Amazonie.

7 Les théories de *foraging* supposent que les individus choisissent leur nourriture en pensant toujours à l'optimisation du rendement calorique par rapport au temps de recherche et de préparation, dont le résultat serait un régime « idéal » axé sur un nombre restreint de ressources énergétiques. Selon cette logique, l'exploitation de nombreuses espèces, ou régime à large spectre, serait due au manque d'animaux et/ou de plantes, la mobilité s'avérant nécessaire une fois épousées les ressources valorisées de la zone occupée (Bettinger 1987 ; Charnov 1976).

8 Les équivalences entre noms scientifiques des plantes, noms vernaculaires au Brésil et noms vernaculaires en français sont données dans les tableaux.

9 Le terme taxon se réfère à un groupe taxonomique défini, quel que soit son niveau dans la classification linnéenne. Comme l'identification au niveau de l'espèce des vestiges botaniques trouvés dans les sites archéologiques n'est pas toujours possible, nous présentons l'identification la plus fine que nous pouvons atteindre dans chaque cas, par exemple la famille, la sous-famille ou le genre. Quand il existe une quasi-certitude quant à l'identification, on utilise l'abréviation « cf. », qui indique qu'une confirmation définitive doit encore être donnée. Dans le système linnéen, les noms de familles se terminent par le suffixe « -aceae », et les sous-familles par « -eae ». L'identification au niveau de l'espèce est présentée sur forme binomale : d'abord le nom du genre, commençant par une majuscule, puis celui de l'espèce, les deux en italique. La nomenclature peut être complétée par l'autorité (c'est-à-dire le chercheur qui a décrit le taxon pour la première fois), débutant par une majuscule, et généralement abrégé (par exemple : « Mart. » pour « von Martius »). Quand on parvient à atteindre le niveau du genre mais pas celui

de l'espèce, le nom du genre est suivi de « sp. » (« spp. » au pluriel), et dans une liste de plusieurs espèces du même genre, à partir de la seconde on abrèvie le genre par sa première lettre.

10 La consommation d'amande de palmier-pêche a été confirmée par de nombreuses connaissances d'une des auteures (Myrtle P. Shock) à Santarém (État du Pará, Brésil). Il y existe de nombreux dictons populaires afférents à ses effets.

11 Les vestiges archéobotaniques identifiés au niveau de l'espèce ont été consultés dans la liste de l'Appendice S1 de Steege *et al.* (2013), qui présente 227 espèces « hyperdominantes » composant 50% de tous les arbres actuels d'Amazonie.

12 Le terme *paricá* s'applique également à la substance psychoactive à priser produite à partir des graines de l'espèce *Anadenanthera* (Wassén 1993).

13 La diversité totale des arbres de la région amazonienne inclut plus de 11 000 espèces (Steege *et al.* 2016). Les plantes ayant subi des processus de domestication, y compris les herbacées, représentent quant à elles 138 espèces (Clement 1999).

14 Cet auteur est le premier à avoir souligné le rôle des dynamiques spatiales chez les groupes du PF/HI à partir de ses recherches à Peña Roja et San Isidro (ce dernier site étant situé dans les bois submontagnards de Colombie).

15 Pour éviter des confusions, rappelons que la sélection artificielle dont parle Darwin est différente de la sélection de l'ingénierie agricole, laquelle vise la production de transformations ciblées sur des plantes ou des animaux.

Table des illustrations

	Titre	Figure n° 1 – Sites archéologiques du Brésil et d'Amazonie de la fin du PF/HI où des données archéobotaniques sont disponibles (les datations correspondent à celles des contextes archéologiques analysés et ne représentent pas toujours la chronologie complète des occupations)
	Crédits	Source : M. Shock, fond « Modis Blue Marble Land Surface » de la NASA 2001, cours d'eau de HydroSHEDS 2008.
	URL	http://journals.openedition.org/bresils/docannexe/image/12408/img-1.jpg
	Fichier	image/jpeg, 4,8M
	Titre	Tableau n° 1 – Taxons de palmiers et d'arbres fruitiers de 19 sites archéologiques du Brésil et d'Amazonie au PF/HI, avec l'indication des types de vestiges retrouvés : macrovestiges (m) ou phytolithes (p), les chiffres associés (par exemple « m5 ») se référant à la quantité d'espèces du même genre ⁹ .
	Crédits	Sources : Lima 2012 ; Lima 2018 ; Lima <i>et al.</i> 2018 ; Lombardo <i>et al.</i> 2020 ; Magalhães 2005 ; Menezes 2006 ; Mora 2003 ; Morcote-Ríos, Aceituno & León 2014 ; Morcote-Ríos, Mahecha & Franky 2017 ; Morcote-Ríos <i>et al.</i> 2021 ; Ortega 2019 ; Prous 1991 ; Resende 1994 ; Resende & Prous 1991 ; Roosevelt 1998 ; Roosevelt <i>et al.</i> 1996 ; Schmitz, Rosa & Bitencourt 2004 ; Shock & Moraes 2019 ; Watling <i>et al.</i> 2018a.
	URL	http://journals.openedition.org/bresils/docannexe/image/12408/img-2.png
	Fichier	image/png, 383k
	Titre	Tableau n° 2 – Taxons de plantes herbacées, y compris les racines et tubercules, retrouvées sur des sites archéologiques du Brésil et d'Amazonie datant du PF/HI, avec l'indication des types de vestiges rencontrés : macrovestiges (m), phytolithes (p) et grains d'amidon (a). Les sites où ces taxons sont absents n'ont pas été inclus.
	Crédits	Sources : Lombardo <i>et al.</i> 2020 ; Mora 2003 ; Morcote-Ríos, Aceituno & León 2014 ; Morcote-Ríos, Mahecha & Franky 2017 ; Morcote-Ríos <i>et al.</i> 2021 ; Ortega 2019 ; Watling <i>et al.</i> 2018a.
	URL	http://journals.openedition.org/bresils/docannexe/image/12408/img-3.png
	Fichier	image/png, 201k
	Titre	Tableau n° 3 – Taxons aux usages extra-alimentaires retrouvées sur des sites archéologiques du Brésil et d'Amazonie datant du PF/HI, avec l'indication des types de vestiges rencontrés : macrovestiges (m), phytolithes (p) et grains d'amidon (a). Les sites où ces taxons sont absents n'ont pas été inclus.

Crédits	Sources : Lombardo <i>et al.</i> 2020 ; Magalhães 2005 ; Mora 2003 ; Morcote-Ríos, Aceituno & León 2014 ; Morcote-Ríos, Mahecha & Franky 2017 ; Morcote-Ríos <i>et al.</i> 2021 ; Ortega 2019 ; Prous 1991 ; Resende 1994 ; Resende & Prous 1991 ; Schmitz, Rosa & Bitencourt 2004 ; Watling <i>et al.</i> 2018a.
URL	http://journals.openedition.org/bresils/docannexe/image/12408/img-4.png
Fichier	image/png, 450k
Titre	Tableau n° 4 – Taxons des plantes identifiées à partir d'analyses anthracologiques menées sur les charbons de sites archéologiques du Brésil et d'Amazonie datant du PF/HI.
Crédits	Sources : Archila 2005 ; Lima 2018 ; Scheel-Ybert & Bachelet 2020.
URL	http://journals.openedition.org/bresils/docannexe/image/12408/img-5.png
Fichier	image/png, 683k
Titre	Figure n° 2 – Modèle conceptuel de la construction de niches culturelles, ou domestication des paysages, entre le Pléistocène final et l'Holocène initial.
Légende	1 : Les personnes occupent un nouveau lieu et donnent naissance à une niche initiale dite « <i>inceptive</i> » ; 2 : Ce processus crée des gradients dans l'environnement entre des zones de plus ou moins grande abondance de ressources ; 3 : Attrirées par cette abondance, les personnes réoccupent les mêmes lieux, provoquant le développement de niches secondaires, dites « <i>responsives</i> », en altérant plus encore l'environnement ; 4 : Ces lieux deviennent une partie du patrimoine écologique du ou des groupe(s) humain(s), qui peuvent influencer leur devenir.
URL	http://journals.openedition.org/bresils/docannexe/image/12408/img-6.jpg
Fichier	image/jpeg, 1,6M

Pour citer cet article

Référence électronique

Myrtle P. Shock et Jennifer Watling, « Plantes et peuplement : questions et enjeux relatifs à la manipulation et à la domestication de végétaux au Pléistocène final et à l'Holocène initial au Brésil et en Amazonie », *Brésil(s)* [En ligne], 21 | 2022, mis en ligne le 31 mai 2022, consulté le 11 mai 2023. URL : <http://journals.openedition.org/bresils/12408> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/bresils.12408>

Auteurs

Myrtle P. Shock

Myrtle P. Shock est archéologue et enseignante dans le Programme d'anthropologie et d'archéologie de l'Université fédérale Oeste de Pará (UFOPA). ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-9129-0442>;

Jennifer Watling

Jennifer Watling est archéologue et « jeune chercheuse FAPESP » auprès du Musée d'archéologie et d'ethnologie de l'Université de São Paulo (MAE-USP) où elle dirige le Laboratoire de microbotanique. ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-7897-5105>;

Traducteur

David Yann Chaigne

Droits d'auteur



Creative Commons - Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International - CC BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>