

Paléontologie humaine et Préhistoire

Sur les premiers peuplements du Pacifique sud

Anne-Marie Sémah *, Florent Détroit

UR055, « Paléotropique », Institut de recherche pour le développement (IRD) & Département de Préhistoire, Muséum national d'histoire naturelle, Institut de paléontologie humaine, 1, rue René-Panhard, 75013 Paris, France

Reçu le 28 février 2005 ; accepté après révision le 17 novembre 2005

Disponible sur internet le 18 janvier 2006

Rédigé à l'invitation du Comité éditorial

Résumé

Le Pacifique sud regroupe l'Australie et les îles du Pacifique : Mélanésie, Micronésie, Polynésie. Quelles populations les ont peuplées ? Quand, pourquoi et comment ? D'où venaient-elles ? L'environnement a-t-il conditionné leurs déplacements ? Une discussion exhaustive de ces vastes problématiques ne saurait être entreprise rigoureusement dans le cadre de ce court article. Nous proposons donc plutôt de discuter ici certains points très précis, apportant un éclairage nouveau sur les premiers peuplements du Pacifique sud. Si l'on se réfère aux sites archéologiques les plus anciens d'Australie, l'arrivée des premiers *Homo sapiens* dans la région a pu se produire il y a au moins 40 000 ans, voire dès 50 à 60 ka BP. D'un point de vue paléanthropologique, un débat existe depuis plusieurs années sur l'origine de ces hommes anatomiquement modernes : sont-ils issus d'une migration hors d'Afrique relativement récente (hypothèse de l'*Out of Africa*) ou bien sont-ils les descendants directs des derniers *Homo erectus* indonésiens (hypothèse « multirégionale ») ? Plusieurs points fondamentaux opposent les partisans de ces deux hypothèses, en particulier l'interprétation de ressemblances morphométriques entre les *H. erectus* indonésiens les plus récents et les *H. sapiens* fossiles australiens dits « robustes » de Kow Swamp et Cohuna. L'application de méthodes de morphométrie géométrique en 3D (analyses Procruste) permet d'aborder cette problématique sous un angle nouveau. Les conformations de ces deux ensembles d'hominidés fossiles sont très clairement distinctes, permettant de mettre en doute l'hypothèse d'une filiation locale directe. Pour ces peuplements humains anciens et les migrations ultérieures, la confrontation et la comparaison des données paléoenvironnementales, archéologiques, paléanthropologiques, génétiques et linguistiques permettent de reconstituer petit à petit les grandes lignes de l'histoire des premiers peuplements humains de ces régions. Climat et environnement ont interagi avec ces déplacements de populations. Le tout premier exemple en est la formation de ponts terrestres entre le continent Asiatique et l'archipel Indonésien lors des glaciations quaternaires, qui ont permis le passage des hommes et de la faune. C'est peut-être aussi à l'occasion de l'abaissement du niveau des mers, que la dispersion d'îles en îles a pu être favorisée. Vents et courants, directement liés au climat et à ses variations sont également intervenus dans le peuplement du Pacifique. L'environnement naturel, qui s'appauvrit d'ouest en est, a été enrichi des animaux et des plantes que les hommes transportaient avec eux. En fonction de leur mode de vie, mais aussi des ressources disponibles, ils ont occupé, dans un premier temps, la zone littorale (sites Lapita), puis, très vite, l'intérieur des terres, comme l'ont montré, entre autres, des fouilles réalisées en Nouvelle-Calédonie, dans le Nord de la Grande Terre. **Pour citer cet article : A.-M. Sémah, C. R. Palevol 5 (2006).**

© 2006 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : Anne-Marie.Semah@bondy.ird.fr (A.-M. Sémah).

Abstract

About the first human settlements in South Pacific. South Pacific includes Australia and the Pacific Islands: Melanesia, Micronesia, Polynesia. Which human populations settled them? When, why and how? Where did they come from? Did environment influence these migrations? An exhaustive discussion of these vast questions could not be undertaken rigorously within the framework of this short article. We thus propose to discuss here very precise points that could bring a new lighting on the first settlements of South Pacific. According to the oldest archaeological sites of Australia, first arrivals of *Homo sapiens* in the area occurred at least 40 000 years ago, and possibly as early as 50 to 60 ka BP. From a palaeoanthropological point of view, the question of the origin of these anatomically modern *H. sapiens* is under debate for several years: did they come from a relatively recent 'out of Africa' migration (Out-of-Africa hypothesis) or did they evolve locally from the last Indonesian *H. erectus* (multi-regional hypothesis)? Partisans of these two models disagree on several fundamental points, and particularly on the interpretation of certain morphometric affinities between the most recent Indonesian *H. erectus* and the 'robust' Australian fossil *H. sapiens* from Kow Swamp and Cohuna. The application of 3D geometric morphometrics (Procrustes analysis) makes it possible to approach this question under a new angle. The shapes of these two sets of fossil hominids are clearly distinct, questioning seriously the assumption of a local direct evolution. For these oldest human settlements as well as for later migrations, multidisciplinary studies (archaeology, palaeoenvironment, palaeoanthropology, genetic, and linguistic) allow us to reconstruct the outlines of the first human settlements of these areas. Climate and environment interacted with these migrations of populations. The very first example is the formation of land bridges between Asian mainland and the Indonesian archipelago during Quaternary glaciations allowing the passage of humans and fauna. And periods of lower sea levels possibly also favoured dispersion from islands to islands. Winds and sea currents, directly related with climate and its variations, also intervened in the settlement of the Pacific. Natural environment, which is impoverished eastward, has been enriched by animals and plants transported by humans. In relation to their way of life as well as to available resources, peoples initially settled littoral zones (Lapita sites), then moved inland very quickly, as demonstrated by excavations carried out in the North of Grande Terre, New Caledonia. **To cite this article:** A.-M. Sémah, C. R. Palevol 5 (2006).

© 2006 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Pacifique ; Migrations ; Peuplements ; Climat ; Analyses Procruste

Keywords: Pacific; Migrations; Settlement; Climate; Procrustes analysis

1. Un point sur l'origine des *Homo sapiens* d'Asie du Sud-Est insulaire et d'Australie

1.1. Registre fossile et hypothèses phylogénétiques

Deux hypothèses évolutives contradictoires ont été formulées pour expliquer l'origine des premiers *Homo sapiens* anatomiquement modernes de la région Indonésie-Australie [1,4,6–8,18,29,37,52,53,58–60,76]. Le premier modèle – *Out of Africa* – suppose l'arrivée relativement récente des hommes modernes, remplaçant complètement d'éventuelles populations archaïques encore présentes. Le second modèle – multirégional – propose, en revanche, une filiation régionale directe entre les derniers *Homo erectus* et les premiers *Homo sapiens*.

Les nombreux spécimens indonésiens de la série de Ngandong, les « Hommes de la Solo » [38,68,80], ainsi que les calottes crâniennes de Sambungmacan et celle de Ngawi, sont interprétés, par les partisans du modèle multirégional, comme des fossiles de transition entre les *Homo erectus* classiques locaux (du dôme de Sangiran essentiellement) et les *Homo sapiens* anatomiquement modernes de la région, notamment les fossiles austra-

liens de morphologie robuste de Kow Swamp, Cohuna et WLH50 [34,45,71–75]. Ainsi, pour Wolpoff et collaborateurs, il est possible de voir la persistance de caractères anatomiques régionaux depuis les *Homo erectus* jusqu'aux *Homo sapiens*, en passant par ces formes intermédiaires (voir, entre autres, [20,36,75,81–84,86–88]).

Plusieurs études ont mis en doute les arguments anatomiques de ce modèle multirégionaliste, en montrant notamment que la plupart des caractères supposés indiquer un lien phylogénétique local sont en fait des caractères plésiomorphes (c'est-à-dire primitifs), également rencontrés, dans de plus ou moins grandes proportions, chez de nombreuses autres populations humaines fossiles ou actuelles dans le monde (par exemple, [9,10,30,34,35,40,43,44]). La conservation préférentielle d'un caractère dans un état plésiomorphe ne peut en effet jamais rien indiquer en termes de relations phylogénétiques.

Dans le même temps, des études anatomiques ont cherché à mettre en évidence des pathologies osseuses et/ou des déformations crâniennes chez certains de ces *Homo sapiens* fossiles australiens [2,10,78,79]. Mais cette argumentation repose aussi sur la ressemblance

des formes crâniennes qui, chez certains fossiles australiens, seraient directement héritées des paléo-populations indonésiennes [88]. De nombreuses discussions se poursuivent sur le thème de la ressemblance globale des architectures crâniennes entre ces fossiles [calottes crâniennes de grandes dimensions, basses et allongées, frontal fuyant, largeur crânienne maximale en position basse [36,48,72,85].

1.2. Test de la proximité morphométrique par les analyses Procruste

1.2.1. Objectifs de l'analyse

Nous avons testé, au moyen des méthodes Procruste, cette hypothèse d'une évolution graduelle et locale des conformations crâniennes depuis les *Homo erectus* classiques jusqu'aux *Homo sapiens* anatomiquement modernes en Chine et en Indonésie–Australie [14,15] et nous présentons ici une des analyses effectuées. L'application des analyses Procruste, en trois dimensions, permet, en effet, de comparer objectivement les conformations crâniennes entre elles, tout en séparant bien les paramètres de taille des paramètres de conformation, selon l'équation « forme = taille + conformation » [3]. L'un des avantages considérables des méthodes Procruste par rapport aux approches morphométriques traditionnelles est également de permettre d'observer directement les différences de conformation responsables de la proximité ou de l'éloignement des individus les uns par rapport aux autres dans les analyses statistiques. Le but précis est de tester si les conformations crâniennes des fossiles australiens les plus robustes (Kow Swamp/Cohuna) s'inscrivent, à un quelconque degré, dans la continuité évolutive des conformations des hominidés indonésiens plus anciens.

1.2.2. Matériel et méthodes

Les *Homo sapiens* fossiles d'Asie de l'Est, du Sud-Est et d'Australie ont été comparés avec les hominidés plus anciens mis au jour dans ces régions (*Homo erectus*), dans un cadre d'étude plus général incluant une série d'hominidés fossiles africains de référence, des *Homo habilis* aux premiers *Homo sapiens* fossiles anatomiquement modernes. Le « tempo et le mode » des changements de conformations jusqu'aux architectures crâniennes anatomiquement modernes sont ainsi mis en évidence, et la position des derniers *Homo erectus* d'Indonésie est comparée à celle des *Homo sapiens* australiens dans un cadre défini. Au total, 122 individus ont été numérisés pour l'ensemble des analyses Procruste effectuées dans ce travail, que nous ne pouvons évi-

demment pas détailler dans cet article (pour la totalité des résultats et pour les détails méthodologiques, voir [15]).

L'analyse présentée ici porte sur 17 points repères craniométriques classiques numérisés en 3D sur la demi-calotte crânienne gauche de 84 individus. Il s'agit principalement d'*Homo sapiens* fossiles ($n = 19$) et d'hominidés fossiles plus anciens ($n = 11$) d'Asie de l'Est et du Sud-Est et d'Australie. L'échantillon de comparaison est composé d'hominidés fossiles africains ($n = 5$), depuis *Homo habilis* (KNM-ER 1813) jusqu'aux *Homo sapiens* de Jebel Irhoud, ainsi que de crânes sub-actuels, de provenances géographiques diverses ($n = 49$).

Toutes les analyses ont été effectuées à l'aide des logiciels Morpheus et al. (D. Slice, 1994–1999) et NTSYSpc 2.02k (J. Rohlf, Applied Biostatistics, 1986–1998). Les analyses Procruste ont été réalisées avec un ajustement selon les moindres carrés (voir par exemple [3,42,61–63] sur des demi-crânes gauches, afin de pouvoir récupérer certains points manquants par symétrie, dans le cas de fossiles légèrement endommagés d'un côté ou de l'autre. Les résidus Procruste (coordonnées réduites des points ajustés) ont fait l'objet d'une analyse en composantes principales (ACP).

1.2.3. Résultats

Les résultats de la projection des individus sur le plan défini par les deux premières composantes principales et les conformations extrêmes des calottes crâniennes le long de ces deux axes sont présentés dans la Fig. 1.

Ce plan exprime un peu plus de 56% de la variance totale et sépare nettement l'ensemble des individus en deux groupes (Fig. 1a). Si l'on se réfère aux âges et/ou aux statuts taxinomiques les plus couramment admis pour les individus analysés, la première composante de conformation (CP1) distingue nettement les *Homo sapiens* fossiles et actuels (vers la droite de l'axe) des individus plus anciens attribués, selon les cas, à *H. habilis*, *H. ergaster*, *H. erectus* et *H. heidelbergensis* (vers la gauche de l'axe).

Les changements de conformation associés à CP1 correspondent dans l'ensemble à un allongement et un aplatissement plus ou moins prononcé de la calotte, dans les trois dimensions (Fig. 1b). Les calottes à « affinités *erectus* », vers les valeurs négatives de l'axe, sont globalement basses et allongées. En vue latérale, l'os frontal est fuyant et plus long relativement aux pariétaux, plus courts. Les proportions du complexe supra-orbitaire sont nettement plus importantes que celles

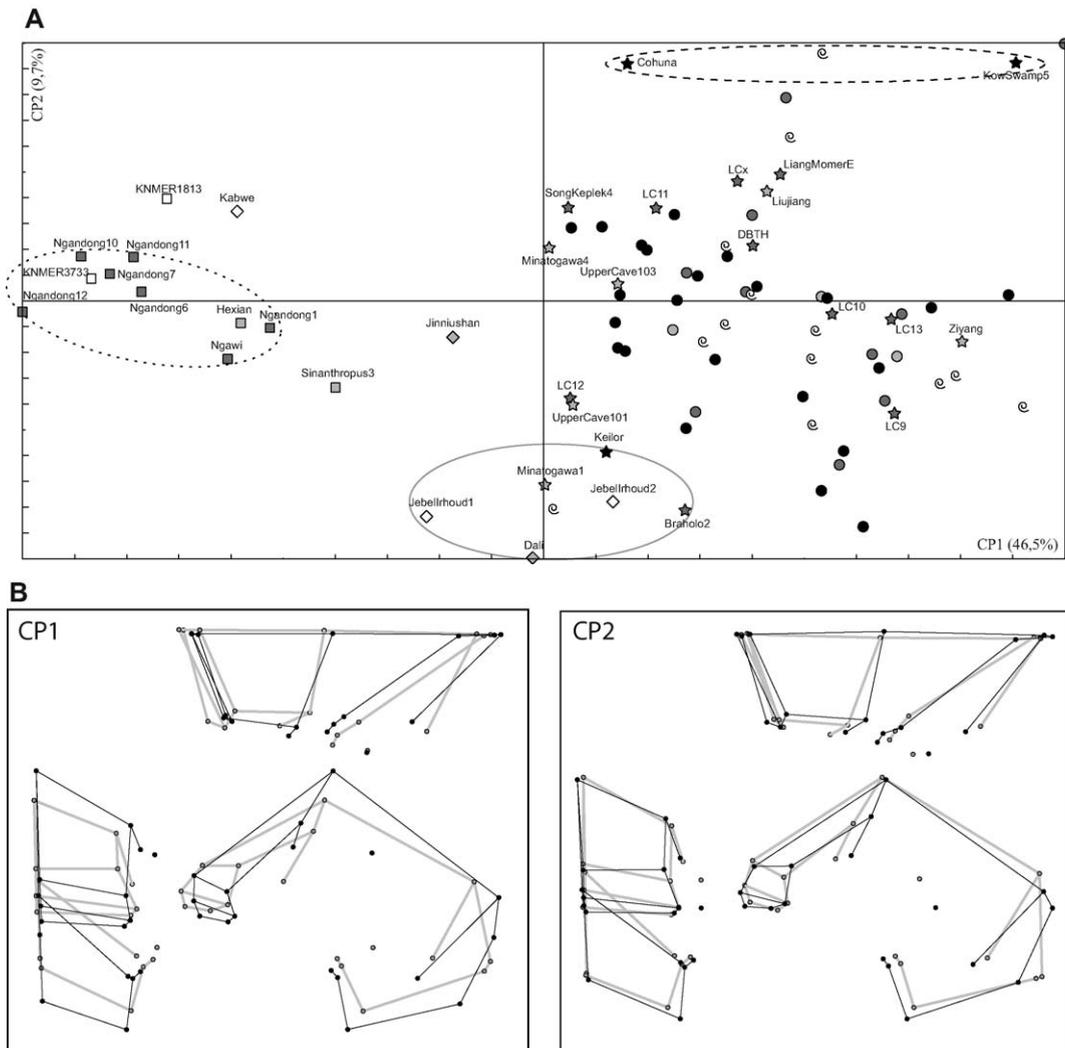


Fig. 1. Analyse en composantes principales des résidus (coordonnées ajustées) de la superposition Procruste, effectuée sur 84 demi-calottes crâniennes gauches. (a) Projection des individus sur le plan formé par les deux premières composantes de l'ACP, le groupe des individus de Ngandong (pointillé fin) et les fossiles australiens de Cohuna et Kow Swamp 5 (pointillé large) sont situés à grande distance sur ce plan ; ils sont également éloignés du groupe « de transition » comprenant des fossiles qualifiés de *Homo sapiens* « archaïques » (trait plein). (b) Visualisation des conformations extrêmes pour les deux premières composantes principales en vues supérieure, frontale et latérale gauche. Pour les deux composantes (CP1 et CP2), le contour en trait gris représente les conformations des individus du côté des valeurs négatives de l'axe, le contour en trait noir pour les valeurs positives de l'axe.

Fig. 1. Principal Component Analysis of residual coordinates after Procrustes superimposition of 84 left half-skullcaps. (a) Plot of individuals on PC1/PC2, the Ngandong group (thin dotted line) and Australian fossils from Cohuna and Kow Swamp 5 (thick dotted line) are plotted far from each others; both groups are also plotted far from the 'transitional group' of fossil archaic *Homo sapiens* (solid line). (b) Visualization of shape characteristics for the first two principal components in upper, front and lateral views. For PC1 and PC2, contours in grey line represent shape's tendencies for negative values, contours in black line represent shape's tendencies for positive values.

de l'écaïlle frontale : en vue latérale, l'écaïlle est nettement raccourcie (depuis le supra-glabellaire et le point de largeur frontale minimale jusqu'au bregma), en vues supérieure et frontale, le complexe supra-orbitaire est nettement plus large que l'écaïlle. L'os occipital est également basculé vers l'avant aux dépens des pariétaux : le lambda est plus en avant, l'opisthocrânion et

l'inion sont plus haut placés et la mastoïde est relativement plus haute et reculée. L'opisthocrânion et l'inion tendent à se rejoindre : l'occipital est pincé et l'angle entre le plan occipital et le plan nucal est fermé. Enfin, les largeurs maximales (à la suture coronale et dans la zone pariéto-temporale) sont situées en position très basse. Dans le sens des valeurs positives de la CP1,

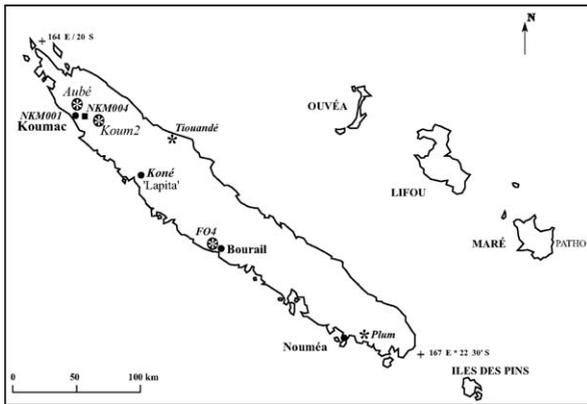


Fig. 2. Nouvelle-Calédonie et localisation des sites.
Fig. 2. Map of New Caledonia and localization of the sites.

les changements de conformation sont inverses : les calottes sont globalement hautes, raccourcies et élargies. Les pariétaux sont plus étendus par rapport au frontal et à l'occipital. L'écaille frontale est redressée et le complexe supra-orbitaire raccourci et verticalisé. L'os occipital s'ouvre, l'opisthocrânion et l'inion se séparent nettement, l'angle occipital est largement ouvert. Les largeurs crâniennes maximales sont en position haute.

Les déformations associées à la CP2 sont plus subtiles. Les individus projetés en position haute sur cet axe présentent un os frontal allongé, avec un complexe supra-orbitaire relativement important, et un os occipital largement ouvert (l'opisthocrânion et l'inion se séparent nettement). Vers les valeurs négatives de la CP2, l'os occipital conserve une conformation nettement pincée au niveau opisthocrânion–inion, tandis que les proportions de l'os frontal se modifient : l'écaille se redresse et s'élargit, alors que le complexe supra-orbitaire se réduit et se verticalise.

La position des individus sur ce plan donne une orientation du nuage de points situé dans la partie gauche du graphique. Les spécimens présentant les conformations négatives les plus prononcées sont du côté des valeurs positives de la CP2, puis les individus « descendant » le long de cette composante, en même temps qu'ils se rapprochent du zéro de la CP1. Très grossièrement, on remarque que les individus africains et chinois les plus récents de ce sous-ensemble (Jebel Irhoud 1 & 2, Jinniushan, Dali) sont situés à l'extrémité de ce nuage (au centre et en bas du plan CP1/CP2), à proximité d'*Homo sapiens* actuels et fossiles. La structure du nuage *Homo sapiens* est plus homogène sur ce plan, même si les *Homo sapiens* fossiles semblent situés plutôt à la périphérie du nuage de points.

La position des spécimens australiens Cohuna et Kow Swamp 5, utilisés comme arguments de continuité multirégionale en Indonésie–Australie, est très intéressante. Ceux-ci sont très loin des individus de Ngandong–Ngawi, mais surtout en position très haute selon la CP2. Si l'on se réfère aux déformations précédemment décrites associées à cet axe (Fig. 2b), l'hypothèse de crânes déformés artificiellement (déformations culturelles/ « rituelles » [2,10,14,40,43]) semble bien plus probable que celle d'un lien phylogénétique direct avec les hominidés indonésiens de Ngandong–Ngawi. L'association d'un os frontal fuyant avec une forte constriction post-orbitaire (en arrière d'un complexe supra-orbitaire développé vers l'avant) et d'un os occipital avec un plan nucal très étendu, formant un angle assez important, avec une écaille occipitale réduite (au niveau d'un opisthocrânion haut situé), semble cohérente avec des compressions prolongées, appliquées en ces deux endroits pendant la croissance des individus.

Cette analyse Procruste, ainsi que l'ensemble des comparaisons morphométriques effectuées par ailleurs [15], montrent clairement qu'aucun argument morphométrique ne vient à l'appui d'une continuité évolutive locale des *Homo erectus* indonésiens aux *Homo sapiens* australiens. Au contraire, nos résultats semblent plutôt indiquer une forte cohésion morphométrique des conformations crâniennes des *Homo sapiens* anatomiquement modernes, compatible avec une origine africaine unique et relativement récente. Les fossiles australiens connus à ce jour sont donc vraisemblablement issus d'une vague de migration sortie d'Afrique il y a 100 à 150 000 ans.

2. Interactions climats et premiers peuplements humains dans le Pacifique

2.1. Peuplements humains et milieux abordés

Les sociétés océaniques se distribuent sur de très grandes superficies, les distances entre les différents groupes pouvant être très importantes. Plusieurs facteurs déterminants ont conditionné les migrations : que des hommes soient prêts à partir, qu'ils possèdent les techniques appropriées à leurs ambitions et, enfin, que les conditions climatiques leur soient favorables [41].

Climat et environnement ont interagi avec ces déplacements de populations. Le tout premier exemple en est la formation de ponts terrestres entre le continent Asiatique et l'archipel Indonésien lors des glaciations quaternaires [77], qui ont permis le passage des hommes et de la faune.

Les premiers hommes à avoir peuplé l'Australie ont privilégié les régions côtières, qui présentaient des conditions environnementales et climatiques favorables et leur assuraient une subsistance régulière grâce aux produits de la mer [46], par opposition à l'intérieur du pays, aux ressources plus aléatoires et plus durement marqué par les périodes d'aridité [47]. Pendant longtemps, la colonisation par l'homme des zones centrales arides ou semi-arides a été considérée comme un phénomène récent, datant de la deuxième partie de l'Holocène.

Les navigateurs, quant à eux, ont abordé différents types de terres, des îles hautes, des îles basses, des atolls et y ont trouvé des ressources naturelles variables selon que les îles étaient anciennes ou récentes, qu'elles aient été rattachées à un continent, comme la Nouvelle-Calédonie, ou qu'elles soient plus nouvellement formées comme les îles volcaniques. Ils les ont enrichies de leurs ressources propres.

Ce qui existe sur les îles avant la venue des hommes sont les plantes et les animaux arrivés seuls, à savoir des oiseaux, des chauves-souris ainsi, naturellement, que la faune marine. Aucun mammifère ne vivait dans les îles du Pacifique avant l'arrivée de l'homme. Pour la flore, on trouvera des plantes dont la dispersion est facile ou qui possèdent des graines qui résistent à l'eau de mer et qui flottent, comme les noix de coco, auxquelles s'ajoutent de possibles radeaux de végétation détachés de continents et qui dérivent sur l'océan.

L'émergence d'une horticulture mélanésienne a été mise en évidence avec la découverte, au centre des montagnes de Nouvelle-Guinée, du site de Kuk (1600 m), complexe horticole daté de 9000 ans [27] résultant de la domestication, il y a plus de 10 000 ans, de plantes indigènes comme les bananes, le taro ou les ignames. Le réchauffement du climat à cette époque a favorisé le développement d'une forme d'horticulture locale à l'origine des cultures océaniques (taros, ignames, arbres à pain, canne à sucre, bananiers...).

Les navigateurs embarquent avec eux les plantes utiles à leur survie pendant le voyage et celles qu'ils replanteront. Ils se sont intéressés, en tant que navigateurs, aux plantes liées à leurs embarcations, plantes à fibres pour les filets, plantes à latex pour les colles... (*Gnetum*, *Hibiscus tiliaceus*, *Pandanus*, *Tacca leontopetaloides*). À celles-ci, s'ajoutent les plantes à usage technique (*Broussonetia papyrifera*), les plantes médicinales (*Morinda citrifolia*), les plantes à usage rituel (la cordyline) et les plantes assimilées à des drogues ou des anxiolytiques (*Areca catechu*, *Piper methysticum*).

La dispersion de ces plantes a suivi les vagues de migrations.

Quand ils s'installent, progressivement, les hommes domestiquent, ils organisent, ils plantent mais, insulaires, ils restent tournés vers la mer, privilégiant ainsi l'horticulture et la pêche [5].

Dans le Pacifique, les jardins océaniques se développent [16] ; sur de nombreux sites « Lapita », on retrouve hameçons, restes coquilliers, arêtes de poissons, mais également des témoins de culture, des graines, des traces d'amidon sur des outils d'obsidienne.

Cela pose le problème de la cohabitation de groupes de pêcheurs et de groupes de cultivateurs se diversifiant sur un même territoire.

À Koumac, dans le Nord de la Grande Terre, en Nouvelle-Calédonie, des sites contemporains, de bord de mer et de l'intérieur des terres, ont ainsi été mis en évidence.

2.2. Paramètres climatiques

À l'exception de la Nouvelle-Zélande qui a un climat tempéré océanique, les archipels océaniques sont situés dans la zone intertropicale avec un climat chaud et humide, en moyenne 26–27 °C près de l'équateur.

Présents dans tout le Pacifique tropical, les typhons ou cyclones sont les vents les plus destructeurs. Fréquents et violents, ils se forment principalement au sud-est et au sud-ouest du Pacifique.

D'autres vents influencent l'Océanie : les alizés, fréquents dans l'Est du Pacifique tropical, soufflent toute l'année et sans interruption, entre mai et septembre. Les moussons sont des vents saisonniers qui prennent le relais des alizés dans l'Extrême-Ouest du Pacifique et engendrent de fortes précipitations durant l'été austral. Enfin, les vents équatoriaux, plus faibles, se manifestent près de l'équateur et se caractérisent par un taux élevé d'humidité et de nuages.

La direction et la force des courants marins et des vents s'intègrent dans un système complexe et imbriqué, qui varie au cours du temps et est fonction des variations de températures atmosphérique et océanique. Les anticyclones de Californie et de l'île de Pâques sont deux centres de hautes pressions qui déterminent des flux d'alizés qui se rejoignent le long de la convergence intertropicale dont la position varie au cours de l'année et a varié au cours du temps.

Si la colonisation de l'archipel indonésien et de la plate-forme de Sahul n'a pu se faire que lors d'abaissements du niveau marin contemporains des périodes glaciaires, celle de l'océan Pacifique a été conditionnée par

des événements climatiques faisant intervenir les vents et les courants marins ainsi que les variations de ceux-ci à l'occasion de perturbations et d'anomalies, comme le phénomène El Niño par exemple.

Alizés, vents d'ouest, et vents de moussons saisonniers sont naturellement intervenus dans la colonisation des îles du Pacifique [17], qui a donc pu se faire grâce à la conjonction de conditions climatiques favorables et à un minimum de connaissances de ces phénomènes de la part des navigateurs. C'est pourquoi il est intéressant de chercher à corréliser les périodes de déplacement et celles de variations du climat.

Aux cyclones [49] et aux sécheresses, fréquents dans le passé de cet environnement insulaire, s'ajoutent des catastrophes accidentelles et les oscillations australes de El Niño et La Niña. Le choix des habitats en grotte, à l'intérieur des terres ou sur le littoral, s'est fait en fonction de ces conditions du climat.

De très nombreuses études pluridisciplinaires sont menées à partir d'enregistrements continentaux et marins pour reconstituer l'évolution des climats du passé. L'étude des coraux renseigne notamment sur les variations de la température de surface des océans. Les analyses isotopiques, mais aussi biologiques de sondages coralliens et les corrélations entre différents sondages réalisés dans le Pacifique permettent de suivre les variations du niveau de la mer, ainsi que la succession des anomalies thermiques, et d'en interpréter la nature (El Niño, La Niña...) [11–13,24].

2.3. Deux exemples : la Nouvelle-Calédonie et les îles Marquises

Dans le vaste domaine du Pacifique, nous aborderons, par deux exemples, les principaux thèmes du peuplement : les signes de première occupation de terres vierges et les inter-relations entre l'homme et un environnement nouveau pour lui, souvent fragile et original. Quel milieu rencontre-t-il, comment s'y adapte-t-il, le modifie-t-il ?

2.3.1. Exemple d'études pluridisciplinaires. La reconstitution du climat et de l'environnement lors des premiers peuplements de la Nouvelle-Calédonie

La Nouvelle-Calédonie (Fig. 2), située dans la zone intertropicale, est isolée géographiquement et soumise aux alizés. Son climat, « tropical océanique », est relativement tempéré. Il se caractérise par l'existence de deux saisons principales, la « saison des cyclones », chaude et humide, de novembre à avril, et la « saison fraîche », de mai à septembre. Deux intersaisons de transition les séparent. En avril et mai, la zone de convergence inter-tropicale remontant vers le nord, les perturbations tropicales se font rares et, de septembre à novembre, la ZCIT se déplace vers le sud, sans affecter toutefois la Nouvelle-Calédonie. Cette dernière intersaison est la plus sèche, la pluviosité est à son minimum et les alizés sont quasi permanents. En période El Niño, la sécheresse peut affecter sensiblement la Nouvelle-Calédonie.

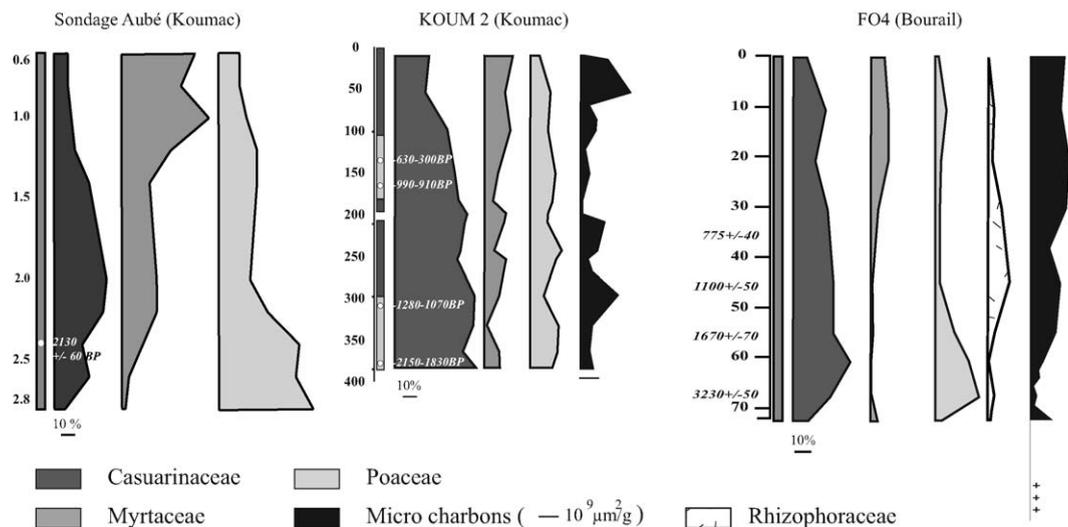
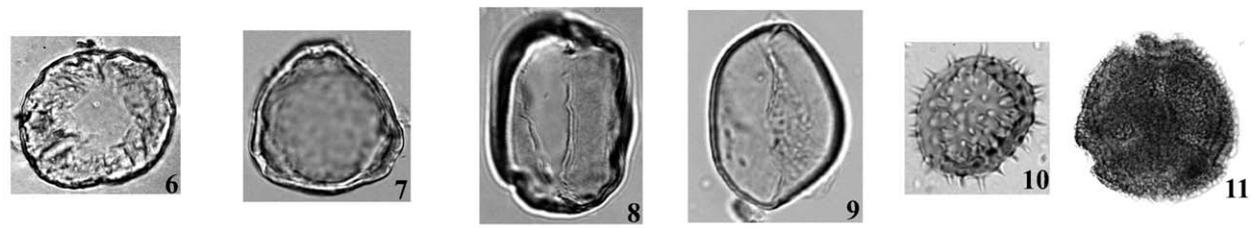
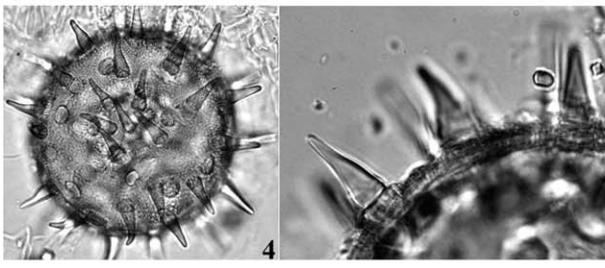
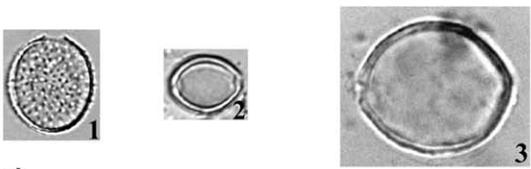
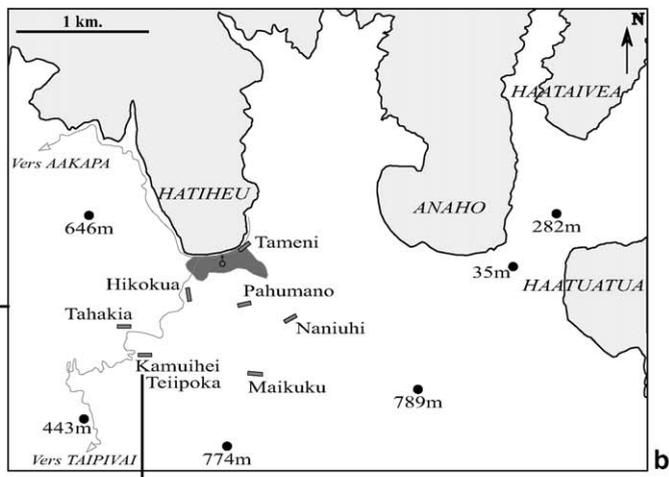
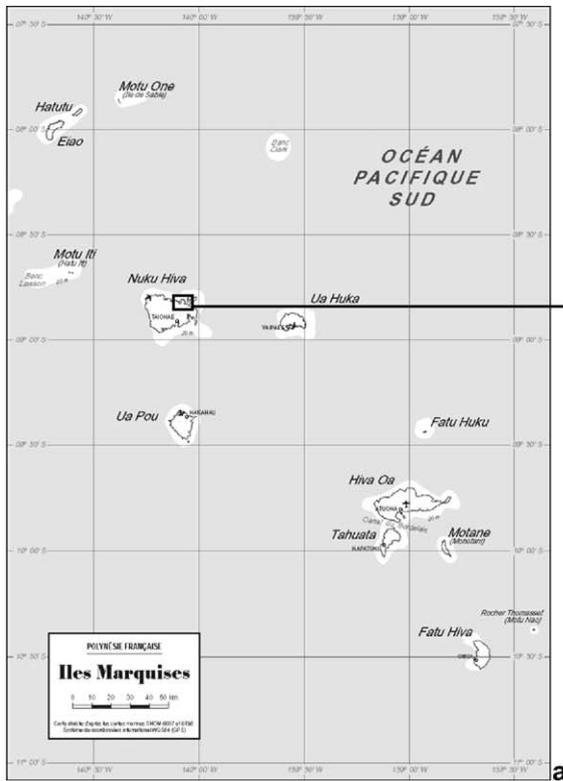


Fig. 3. Diagrammes polliniques synthétiques concernant les familles les plus représentées et leur évolution pour les sites de Koumac (Aubé, Koum2) et de Bourail (FO4), sur la côte ouest de la Nouvelle-Calédonie.

Fig. 3. Synthetic pollinic diagrams concerning the most represented families and their evolution for the sites of Koumac (Aubé, Koum2) and Bourail (FO4), on the western coast of New Caledonia.



Des études paléoclimatologiques pluridisciplinaires d'enregistrements sédimentaires continentaux et marins sont réalisées en Nouvelle-Calédonie. Leurs résultats, associés à ceux de l'archéologie, précisent quel était l'environnement des premiers occupants de l'île et comment il a évolué, que cette évolution ait été subie ou provoquée par les hommes.

D'après les datations des sites répertoriés, le peuplement de la Nouvelle-Calédonie aurait eu lieu il y a environ 3500 ans BP [65].

Les sites les plus anciens, généralement localisés en bord de mer, ont livré des tessons de poterie Lapita, aussi bien sur la Grande-Terre que dans les îles Loyauté, à l'exception toutefois d'Ouvéa. À la poterie de tradition Lapita, s'ajoute celle de Podtanéan ou poterie au battoir ; l'une et l'autre évolueront différemment par la suite, comme le montre la chronologie établie à partir des céramiques [25,26,66]. La matière première utilisée pour ces deux types de poterie étant souvent la même, elles peuvent correspondre à une même population. Cependant, elles ne sont pas toujours retrouvées associées dans les sites archéologiques.

Outre les sites de bord de mer, des fouilles ont montré que l'intérieur des terres avait été occupé à des périodes comparables comme c'est le cas pour Koumac (Fig. 2), au nord de la Grande Terre, où un site en grotte (NKM004) [69] présente des niveaux archéologiques datés de 2800 ans BP. Il est ainsi contemporain du site littoral Lapita (NKM001), fouillé dans les années 1980 [21]. Le site NKM004 a livré un important matériel archéologique, poterie au battoir, très nombreuses coquilles de mollusques marins souvent consommés, outils lithiques utilisant tous les supports disponibles (phtanite, plaquettes calcaires...). Situé dans un système karstique, il trouve son homologue sur la côte est, à Tiouandé [67].

Plusieurs sondages réalisés dans des milieux marécageux et lacustres de cette région et leurs études sédimentologique et palynologique montrent une évolution de l'environnement depuis 3000 ans, date à partir de laquelle les hommes s'y sont installés (Fig. 2).

Pour deux des sondages effectués dans le Nord, le sondage Aubé, en plaine, à proximité de la ville de Koumac et le sondage Koum2, provenant d'un lac en amont, situé à 120 m d'altitude, l'évolution des trois

principales familles botaniques représentées dans les diagrammes est assez comparable (Fig. 3). On note, depuis 3000 ans, l'importance, puis la régression des Casuarinaceae (arbre) et le développement des Myrtaceae (arbres, arbustes). Le pourcentage des Poaceae (graminées) diminue en plaine, alors qu'il reste plus constant en altitude. Le même type d'évolution est observé à Bourail, pour le marais Fournier (FO4) proche des sites Lapita WBR 001 et WBR 009 [22,23,65], la courbe des Rhizophoraceae soulignant le déplacement de la ligne de rivage et la régression marine.

Il semble que l'on soit passé d'un environnement ouvert (importance des graminées) à un paysage de forêt sclérophylle, une forêt sèche, évoluant à son tour en formations plus ouvertes où les Myrtaceae dominent.

Les micro-charbons observés dans les sédiments illustrent l'importance des incendies. Dans de nombreux enregistrements, le développement de ces micro-charbons est interprété comme étant de nature anthropique. Le brusque développement de ce marqueur est souvent assimilé à l'arrivée de l'homme dans une région, bien que certains auteurs remettent en question cette hypothèse [50]. Les incendies peuvent en effet être provoqués, dans l'Ouest du Pacifique, par de fortes sécheresses consécutives à un événement El Niño [33]. À Bourail, et comme c'est le cas également sur la côte sud-ouest de la Grande Terre, à Plum [70], on observe cependant une recrudescence des feux à partir de 3000 ans BP environ.

À l'époque de l'arrivée des premiers Mélanésiens sur la côte ouest de la Grande Terre, la végétation était différente de l'actuelle, plus sèche ; puis, l'augmentation de l'humidité avec le développement d'un couvert forestier sclérophylle a pu favoriser l'exploitation de l'intérieur des terres. Contrairement au site côtier, l'occupation du site en grotte se poursuit jusqu'à une période tardive et des villages kanaks se développent [31].

L'enregistrement sédimentologique de Koum 2 met en évidence des changements de faciès attribuables à des variations climatiques, ainsi qu'un événement brusque (cyclone ?) vers 1000 ans BP, que l'on pourra chercher à corréliser avec d'autres sites [51].

À Bourail, l'étude stratigraphique montre le passage brusque, vers 3000 ans BP, de niveaux sableux à une argile organique. Le recul de la mer, la disparition de la

Fig. 4. (a) Les îles Marquises ; (b) sites du Nord de Nuku Hiva (principaux Tohuas, sites communautaires) ; (c) site de Teiipoka ; (d) pollen : 1, *Pandanus* sp. (Pandanaceae) ; 2, *Ficus* sp. (Moraceae) ; 3, *Artocarpus altilis* (Moraceae) ; 4, *Hibiscus tiliaceus* (Malvaceae) ; 5, *Thespesia populnea* (Malvaceae) ; 6, *Cananga odorata* (Annonaceae) ; 7, *Casuarina equisetifolia* (Casuarinaceae) ; 8, *Cocos nucifera* (Arecaceae) ; 9, *Pelagodoxa henryana* (Arecaceae) ; 10, *Colocasia esculenta* (Araceae) ; 11, *Morinda citrifolia* (Rubiaceae).

Fig. 4. (a) The Marquesas Islands; (b) sites to the North of Nuku Hiva (principal Tohuas, community sites); (c) site of Teiipoka; d. pollen: 1, *Pandanus* sp. (Pandanaceae) ; 2, *Ficus* sp. (Moraceae) ; 3, *Artocarpus altilis* (Moraceae) ; 4, *Hibiscus tiliaceus* (Malvaceae) ; 5, *Thespesia populnea* (Malvaceae) ; 6, *Cananga odorata* (Annonaceae); 7, *Casuarina equisetifolia* (Casuarinaceae) ; 8, *Cocos nucifera* (Arecaceae) ; 9, *Pelagodoxa henryana* (Arecaceae); 10, *Colocasia esculenta* (Araceae); 11, *Morinda citrifolia* (Rubiaceae).

mangrove et des ressources associées, la formation d'une lagune, puis d'un marécage fermé, modifient les conditions environnementales. L'abandon du site par les Lapita peut en être une conséquence.

La forêt sclérophylle, formation climacique de la côte ouest, est aujourd'hui très dégradée [39] et l'on constate que cette dégradation a débuté assez tôt, les incendies ayant, par ailleurs, une action très forte sur cette forêt sèche.

La limite des enregistrements vers 3500 BP à Bou-rail, au passage sable/argiles, est-elle représentative d'un événement climatique corrélatif de l'arrivée des hommes ? Y a-t-il un rapport de cause à effet entre leur arrivée et des conditions climatiques particulières ?

2.3.2. Interactions hommes/environnement/climat – Richesse et fragilité des milieux insulaires – Exemple des îles Marquises

L'archipel des îles Marquises compte parmi les plus isolés (Fig. 4a). Son éloignement géographique des continents rend son peuplement particulièrement intéressant à étudier, notamment pour tout ce qui concerne le développement de la flore, sa diversité et son taux d'endémisme élevé. Peuplées relativement récemment, au début de notre ère pour certains auteurs [54], les îles Marquises sont considérées comme un centre principal de la diffusion polynésienne.

Les îles volcaniques se sont formées il y a moins de deux millions d'années et ont naturellement développé des formes originales de végétation. La morphologie des îles hautes induit l'existence de nombreux écosystèmes et impose, pour son étude, un découpage en unités botaniques à l'échelle des vallées. Le taux d'endémisme des plantes est estimé à 57%, plantes auxquelles s'ajoutent de nombreuses autres, introduites par les Polynésiens, puis les Européens. La végétation actuelle est donc la résultante des apports naturels et humains, de la compétition entre les plantes et de la destruction des certaines d'entre elles par l'homme.

Le climat marquisien, de type tropical humide, se caractérise par des températures moyennes élevées, supérieures à 25 °C et relativement constantes. La pluviométrie, dont la moyenne annuelle est relativement faible (entre 700 et 1400 mm), est cependant variable. Les îles connaissent de longues périodes de déficit pluviométrique. Les alizés contribuent à accentuer l'aridité des terres et engendrent, quand ils sont violents, un *upwelling* refroidissant les eaux de surface de l'océan, le phénomène inverse se produisant lorsque les alizés disparaissent [64]. Le courant froid de Humboldt est également responsable de baisses de température durant

l'été austral. Enfin, les orages sont rares et les cyclones absents.

Les recherches archéologiques menées par Pierre Ottino portent sur les structures d'habitat, d'aménagement de l'espace et d'organisation sociale traditionnelle de vallées dans les îles de Ua Pou [54,55], Hiva Oa [56] et Nuku Hiva, afin d'appréhender les deux groupes, sud et nord, de l'archipel.

L'ensemble des sites proches de Hatiheu (Fig. 4b), au nord de l'île de Nuku Hiva, est actuellement étudié et partiellement fouillé. Les Tohuas, principales structures communautaires marquisiennes, sont dégagés et des sondages sont réalisés, tant sur le site que dans des marécages voisins, pour suivre l'évolution des paysages avant l'arrivée des Polynésiens, pendant qu'ils occupaient le site et après qu'ils l'eurent abandonné.

L'ensemble de Tahakia–Kamuihei–Teiipoka [57] se situe sur un terrain dont la pente est importante, en contrebas et au pied de la principale avancée rocheuse de la vallée (Te Moui). Cette situation même peut justifier le choix d'une telle implantation, par ailleurs contraignante face aux problèmes de construction, mais aussi d'érosion et de colluvionnements, une sorte d'intégration de la structure à l'environnement.

Un sondage profond de 2,5 m réalisé sur le site de Teiipoka (Fig. 4c) a mis au jour une stratigraphie présentant trois niveaux d'occupation riches en charbons. Des prélèvements de charbons effectués sur le sol d'habitat le plus ancien pour datations lui donnent un âge de 360 ± 80 BP. Ce niveau anthropique est séparé du suivant, d'âge comparable, par un dépôt torrentiel important.

En résumant l'histoire des dépôts, il apparaît que des colluvions se déposaient déjà à Teiipoka, avant que les hommes ne s'y installent. L'établissement des hommes sur le site, entre 1420 et 1670, y a peut-être momentanément accéléré l'érosion ; puis la mobilisation des sédiments a repris un rythme « normal », jusqu'à l'abandon du monument, vers 1850.

À ces ensembles de structures monumentales, qui s'intègrent dans la végétation des vallées, s'ajoute le domaine du vao [32]. Il représente le fond des vallées, sombre, humide et frais, associé à une source, symbole du renouvellement de la fertilité. Le vao est lié au fonctionnement et au renouvellement de l'écosystème insulaire. Ce lieu rituel est régi par des lois de respect et d'interdits et souligne le rapprochement des hommes avec la nature.

L'inventaire floristique de l'île a mis en évidence l'existence de plantes endémiques, comme l'*Arecaceae Peladodoxa henryana* [19], en voie de disparition et

actuellement replanté, *Lebronnecia kokioides* (Malvaceae), *Plakothira* (Loasaceae), des plantes traditionnelles comme les Banians (*Ficus benghalensis*), l'arbre à pain (*Artocarpus altilis*) présents sur les sites, les taros (*Colocasia esculenta*), le nono (*Morinda citrifolia*)...

La flore pollinique est actuellement à l'étude [28] et la base de référence (Fig. 4d) servira à suivre dans les sondages, l'évolution de la végétation, les apports, les disparitions.

La flore insulaire est fragile, l'endémisme et la diversité qui y règnent doivent être préservés. À titre d'exemple, le santal, qui avait pratiquement disparu, est actuellement replanté.

En conclusion de ce texte, qui juxtapose les thèmes que nous avons développés lors du colloque *Climats, Cultures et Sociétés aux temps préhistoriques : de l'apparition des Hominidés jusqu'au Néolithique*, il apparaît que les phénomènes de migration qui ont marqué les hommes dès le début du Quaternaire sont étroitement liés aux événements climatiques du passé.

Si les périodes de refroidissement ont favorisé les premières migrations, elles sont également intervenues dans le peuplement de la plate-forme de Sahul, puis, plus tard, de façon plus ou moins directe, dans celui des îles du Pacifique. Les variations des systèmes de courants atmosphériques et marins consécutifs aux changements climatiques ont conditionné, voire orienté, les déplacements ; les événements brusques et/ou violents, comme les cyclones ou les raz-de-marée, par exemple, en détruisant l'environnement, notamment des îles basses, ont également provoqué des migrations nouvelles.

Les moyens de mise en évidence de l'ensemble de ces déplacements sont multiples et nous n'en avons évoqué que quelques uns (palynologie, sédimentologie, archéologie, climatologie, paléanthropologie...).

Dans de nombreux cas, des vagues de migrations successives semblent marquer le pas sur les évolutions sur place. Les différents groupes humains sont associés à un environnement naturel et culturel qu'ils tentent de retrouver et de préserver dans leurs déplacements, faisant du Pacifique un milieu ouvert par son étendue et fermé par le système de réseaux qui s'y est constitué.

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier le professeur Henry de Lumley et les organisateurs du colloque *Climats, cultures et sociétés aux temps préhistoriques*. Nous remercions les responsables de l'herbier du Muséum national d'histoire naturelle de Paris, ainsi que

Jacques Florence, pour leur aide et les prélèvements de matériel floral qu'ils ont favorisés.

Références

- [1] J. Allen, Antiquity, in: T. Murray (Ed.), *Archaeology of Aboriginal Australia: a reader*, Allen & Unwin, Sydney, 1998, pp. 9–12.
- [2] S.C. Anton, K.J. Weinstein, Artificial cranial deformation and fossil Australians revisited, *J. Hum. Evol.* 36 (1999) 195–209.
- [3] M. Baylac, Morphométrie géométrique et systématique, *Biosystema, Systématique et Informatique* 14 (1996) 73–89.
- [4] P. Bellwood, Crossing the Wallace Line – With Style, in: M. Spriggs, D. Yen, W. Ambrose, R. Jones, A. Thorne, A. Andrews (Eds.), *A Community of Culture: The People and Prehistory of the Pacific*, Australian National University, Canberra, Australia, 1993, pp. 43–48.
- [5] M.I. Bird, G. Hope, D. Taylor, P.E.P. Populating II, the dispersal of humans and agriculture through Austral-Asia and Oceania, *Quat. Int.* 118–119 (2004) 145–163.
- [6] J.M. Bowler, J.W. Magee, Redating Australia's oldest human remains: a skeptic's view, *J. Hum. Evol.* 38 (2000) 719–726.
- [7] J.M. Bowler, A.G. Thorne, H.A. Polach, Pleistocene man in Australia: age and significance of the Mungo skeleton, *Nature* 240 (1972) 48–50.
- [8] J.M. Bowler, H. Johnston, J.M. Olley, J.R. Prescott, R. G. Roberts, W. Shawcross, N.A. Spooner, New ages for human occupation and climatic change at Lake Mungo, Australia, *Nature* 421 (2003) 837–840.
- [9] G. Bräuer, The evolution of modern humans: a comparison of the African and non-African evidence, in: P. Mellars, C.B. Stringer (Eds.), *The Human Revolution*, Edinburgh University Press, Edinburgh, Royaume-Uni, 1989, pp. 123–154.
- [10] P. Brown, Recent human evolution in East Asia and Australasia, *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 337 (1992) 235–242.
- [11] G. Cabioch, Postglacial reef development in the South-West Pacific: case studies from New Caledonia and Vanuatu, *Sediment. Geol.* 159 (2003) 43–59.
- [12] T. Corrège, T. Quinn, T. Delcroix, F. Le Cornec, J. Récy, G. Cabioch, Little Ice Age sea-surface temperature variability in the Southwest tropical Pacific, *Geophys. Res. Lett.* 28 (18) (2001) 3477–3480.
- [13] T. Corrège, M.K. Gagan, J. Warren Beck, G.S. Burr, G. Cabioch, F. Le Cornec, Interdecadal variation in the extent of South Pacific tropical waters during the Younger Dryas event, *Nature* 428 (2004) 927–929.
- [14] F. Déroit, The period of transition between *Homo erectus* and *Homo sapiens* in East and Southeast Asia: new perspectives by the way of geometric morphometrics, *Acta Anthropol. Sin.* 19 (suppl.) (2000) 75–81.
- [15] F. Déroit, Origine et évolution des *Homo sapiens* en Asie du Sud-Est : Descriptions et analyses morphométriques de nouveaux fossiles, thèse, Muséum national d'histoire naturelle de Paris, 2002.
- [16] A. Di Piazza, Les jardins enfouis de Futuna, *J. Soc. Océanistes* 91 (1990) 151–162.
- [17] J.-R. Dodson, D. Taylor, Y. Ono, P. Wang, Climate, Human, and natural systems of the PEP II transect, *Quat. Int.* 118–119 (2004) 3–12.

- [18] J. Flood, Archaeology of the Dreamtime, in: The story of prehistoric Australia and its people, Angus & Robertson, Sidney, 1995, p. 328 (revised edition).
- [19] J. Florence, in: Flore de la Polynésie française, tome 1 : Cannabaceae, Cecropiaceae, Euphorbiaceae, Moraceae, Piperaceae, Ulmaceae, Urticaceae faune et flore tropicales 34, Orstom Éditions, Paris, 1997 (393 p.).
- [20] D.W. Frayer, M.H. Wolpoff, A.G. Thorne, F.H. Smith, G. G. Pope, Theories of Modern Human Origins: The Paleontological Test, *Am. Anthropol.* 95 (1993) 14–50.
- [21] D. Frimigacci, Localisation éco-géographique et utilisation de l'espace de quelques sites Lapita de Nouvelle-Calédonie : essai d'interprétation, *J. Soc. Océanistes* 66–67 (1980) 5–11.
- [22] D. Frimigacci, Où sont allés les potiers Lapita de Bourail?, in IRD, in: Le Pacifique de 5000 à 2000 avant le présent. Suppléments à l'histoire d'une colonisation/The Pacific from 5000 to 2000 BP, Colonisations and transformations, Paris, 1999, pp. 63–84.
- [23] D. Frimigacci, J.-P. Siorat, L'îlot Vert (site archéologique des périodes Koné et Naia de la Nouvelle-Calédonie), *J. Soc. Océanistes* 86 (1) (1988) 3–20.
- [24] M.K. Gagan, L.K. Ayliffe, J.W. Beck, J.E. Cole, E.R.M. Druffel, R.B. Dunbar, D.P. Schrag, New views of tropical paleoclimates from corals, *Quat. Sci. Rev.* 19 (2000) 45–64.
- [25] J.-C. Galipaud, La poterie préhistorique néo-calédonienne et ses implications dans l'étude du processus de peuplement du Pacifique occidental, thèse, université Paris-1, 1988.
- [26] J.-C. Galipaud, Archéologie de la Nouvelle-Calédonie, in: De jade et de nacre, Catalogue d'exposition des musées nationaux, 1990, pp. 32–47.
- [27] J. Golson, No room at the top: agricultural intensification in the New Guinea highlands, in: J. Allen, J. Golson, R. Jones (Eds.), Sunda and Sahul: Prehistoric studies in Southeast Asia, Melanesia and Australia, Academic Press, London, 1977, pp. 601–638.
- [28] W. Gourdon, Flore pollinique des Marquises (Polynésie française) : étude de l'environnement végétal marquisien, indications paléoclimatologiques et paléoethnologiques, Mémoire du DEA Quaternaire : « Géologie, Paléontologie humaine, Préhistoire », MNHN, Paris, 2004.
- [29] L. Groube, J. Chappell, J. Muke, D. Price, A 40 000 year-old human occupation site at Huon Peninsula, Papua New Guinea, *Nature* 324 (1986) 453–455.
- [30] C.P. Groves, A Regional Approach to the Problem of the Origin of Modern Humans in Australasia, in: P. Mellars, C.B. Stringer (Eds.), The Human Revolution, Edinburgh University Press, Edinburgh, Royaume-Uni, 1989, pp. 274–285.
- [31] D. Guillaud, H. Forestier, Les hameaux des karsts. Occupation ancienne de la vallée de Koumac, Documents scientifiques et techniques, IRD Éditions, Nouméa, mai 1996.
- [32] H. Guiot, Gestion traditionnelle des espaces forestiers à Futuna (Polynésie occidentale), contenu idéal et pratiques associées, *J. Soc. Océanistes* 110 (1) (2000) 19–33.
- [33] S.G. Haberle, G.S. Hope, S. van der Kaars, Biomass burning in Indonesia and Papua New Guinea: natural and human induced fire events in the fossil record, *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 171 (2001) 259–268.
- [34] P.J. Habgood, Réestimation des variations observées sur le matériel osseux australien, *L'Anthropologie* 91 (1987) 797–802.
- [35] P.J. Habgood, The origin of anatomically modern humans in Australasia, in: P. Mellars, C.B. Stringer (Eds.), The Human Revolution, Edinburgh University Press, Edinburgh, Royaume-Uni, 1989, pp. 245–273.
- [36] J. Hawks, S. Oh, K. Hunley, S. Dobson, G. Cabana, P. Dayalu, M.H. Wolpoff, An Australasian test of the recent African origin theory using the WLH- 50 calvarium, *J. Hum. Evol.* 39 (2000) 1–22.
- [37] P. Hiscock, in: P.N. Peregrine, M. Ember (Eds.), Early Australian, *Encyclopedia of Prehistory*, Vol. III, Plenum Press, 2001, pp. 18–22.
- [38] T. Jacob, in: Some Problems Pertaining to the Racial History of the Indonesian Region, Utrecht, Drukkerij Neerlandia, 1967 (386 p.).
- [39] T. Jaffré, P. Morat, J.-M. Veillon, Étude floristique et phytogéographique de la forêt sclérophylle de Nouvelle-Calédonie, *Bull. Mus. nat. Hist. nat. Paris*, 4e sér., 15, section B, Adansonia 1–4 (1993) 107–146.
- [40] G.E. Kennedy, Are the Kow Swamp hominids 'archaic'?, *Am. J. Phys. Anthropol.* 65 (1984) 163–168.
- [41] P.V. Kirch, in: On the Road of the Winds: An Archaeological History of the Pacific Islands Before European Contact, University of California Press, Berkeley, CA, États-Unis, 2000 (446 p.).
- [42] C.P. Klingenberg, Morphometrics and the role of the phenotype in studies of the evolution of developmental mechanisms, *Gene* 287 (2002) 3–10.
- [43] M.M. Lahr, in: The evolution of modern human diversity. A study of cranial variation, Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, 1996, p. 416.
- [44] M.M. Lahr, R.V.S. Wright, The question of robusticity and the relationship between cranial size and shape in *Homo sapiens*, *J. Hum. Evol.* 31 (1996) 157–191.
- [45] N.W.G. Macintosh, S.L. Larnach, The persistence of *Homo erectus* traits in Australian aboriginal crania, *Archaeol. Phys. Anthropol. Oceania* 7 (1972) 1–7.
- [46] M.A. Mannino, K.D. Thomas, Depletion of a resource? The impact of human foraging on intertidal mollusc communities and its significance for human settlement, mobility and dispersal, *World Archaeol.* 33 (2002) 452–474.
- [47] V. Markgraf, J.R. Dodson, A.P. Kershaw, M.S. Mc Glone, N. Nicholls, Evolution of Late Pleistocene and Holocene climates in the circum-South Pacific land areas, *Clim. Dyn.* 6 (1992) 193–211.
- [48] W.A. Neves, J.F. Powell, E.G. Ozolins, Modern human origins as seen from the peripheries, *J. Hum. Evol.* 37 (1999) 129–133.
- [49] J. Nott, Palaeotempestology: the study of prehistoric tropical cyclones – a review and implications for hazard assessment, *Environ. Int.* 30 (2004) 433–447.
- [50] P.D. Nunn, Late Quaternary environmental changes on Pacific islands: controversy, certainty and conjecture, *J. Quat. Sci.* 12 (5) (1997) 443–450.
- [51] P.D. Nunn, Environmental catastrophe in the Pacific Islands around A.D. 1300, *Geoarchaeology* 15 (2000) 515–740.
- [52] J.F. O'Connell, J. Allen, When did humans first arrive in Greater Australia and why is it important to know?, *Evol. Anthropol.* 6 (1998) 132–146.
- [53] J.F. O'Connell, J. Allen, Dating the colonization of Sahul (Pleistocene Australia–New Guinea): a review of recent research, *J. Archaeol. Sci.* 31 (2004) 835–853.
- [54] P. Ottino, Anapua: Abri-sous-roche de pêcheurs : Étude des hameçons (1^{re} partie), *J. Soc. Océanistes* 94 (1) (1992) 57–79.
- [55] P. Ottino, Anapua : Abri-sous-roche de pêcheurs : Étude des hameçons (2e partie), *J. Soc. Océanistes* 95 (1992–2) 201–226.

- [56] P. Ottino, M.N. de Bergh-Ottino, Hiva Oa, images d'une mémoire océanienne, département d'archéologie, Centre polynésien des sciences humaines, 1991.
- [57] P. Ottino, H. Guiot, M. Orliac, A.-M. Sémah, F. Valentin, Recherches archéologiques sur le site de Tahakia-Kamuihei-Teiipoka, vallée de Hatiheu, île de Nuku Hiva, archipel des îles Marquises, Polynésie française, Mission CNRS-IRD, Paris, rapport 2002.
- [58] R.G. Roberts, R. Jones, Chronologies of Carbon and of Silica: evidence concerning the dating of the earliest human presence in northern Australia, in: P.V. Tobias, M.A. Rath, J. Moggi-Cecchi, G.A. Doyle (Eds.), *Humanity from African naissance to coming millennia*, Witwatersrand University Press, Johannesburg (ZA), Firenze University Press, Florence, Italie, 2001, pp. 239–248.
- [59] R.G. Roberts, R. Jones, M.A. Smith, Thermoluminescence dating of a 50000-year-old human occupation site in northern Australia, *Nature* 345 (1990) 153–156.
- [60] R.G. Roberts, R. Jones, N.A. Spooner, M.J. Head, A.S. Murray, M.A. Smith, The human colonization of Australia: optical dates of 53,000 and 60,000 years bracket human arrival at Deaf Adder Gorge, Northern Territory, *Quat. Geochronol.* 13 (1994) 575–583.
- [61] F.J. Rohlf, Rotational fit (Procrustes) methods, in: F.J. Rohlf, F.L. Bookstein (Eds.), *Proc. Michigan Morphometrics Workshop*, University of Michigan Museum of Zoology, Ann Arbor, 1990, pp. 227–236.
- [62] F.J. Rohlf, Shape statistics: Procrustes superimpositions and tangent spaces, *J. Classif.* 16 (1999) 197–223.
- [63] F.J. Rohlf, D. Slice, Extensions of the procrustes method for the optimal superimposition of landmarks, *Syst. Zool.* 39 (1990) 40–59.
- [64] F. Rougerie, G. Cabioch, Rapport sur la mission Paleomark du N.O. Alis aux îles Marquises (Polynésie française) du 14 au 27 septembre 1997, rapports de missions, Sciences de la Terre, Géologie – Géophysique, IRD, Noumia, Nouvelle-Calédonie, n° 36, 1997.
- [65] C. Sand, Recent developments in the study of New Caledonia's prehistory, *Archaeol. Oceania* 31 (1996) 45–71.
- [66] C. Sand, Lapita and non-Lapita ware during New Caledonia's first millennium of Austronesian settlement, in: IRD, in: *Le Pacifique de 5000 à 2000 avant le présent. Suppléments à l'histoire d'une colonisation/The Pacific from 5000 to 2000 BP, Colonisations and transformations*, Paris, 1999, pp. 139–159.
- [67] C. Sand, J. Bolé, A. Ouetcho, D. Baret, F. Valentin, B.F. Leach, A. Budec-Piric, J.M. Davidson, Tiouandé, Archéologie d'un massif de karst du Nord-Est de la Grande Terre (Nouvelle-Calédonie), in: C. Sand (Ed.), *Les cahiers de l'Archéologie en Nouvelle-Calédonie*, Département Archéologie, Service des Musées et du Patrimoine, Noumia, Nouvelle-Calédonie, 12, 2001.
- [68] A.P. Santa Luca, The Ngandong Fossil Hominids., in: *A Comparative Study of a Far Eastern Homo erectus*, Group, Department of Anthropology, Yale University, New Heaven, 1980 (175 p.).
- [69] A.-M. Sémah, Recherche des traces de la première conquête des vallées dans le Nord de la Grande Terre (Nouvelle-Calédonie). Archéologie en grotte et étude du paléoenvironnement à Koumac, *J. Soc. Océanistes* 107 (2) (1998) 169–178.
- [70] J. Stevenson, A Late-Holocene record of human impact from the southwest coast of New Caledonia, *Holocene* 14 (6) (2004) 888–898.
- [71] T. Stone, M.L. Cupper, Last Glacial Maximum ages for robust humans at Kow Swamp, southern Australia, *J. Hum. Evol.* 45 (2003) 1–13.
- [72] C.B. Stringer, A metrical study of the WLH-50 calvaria, *J. Hum. Evol.* 34 (1998) 327–332.
- [73] A.G. Thorne, Mungo and Kow swamp: morphological variation in Pleistocene Australians, *Mankind* 8 (1971) 85–89.
- [74] A.G. Thorne, P.G. Macumber, Discoveries of Late Pleistocene man at Kow swamp, Australia, *Nature* 238 (1972) 316–319.
- [75] A.G. Thorne, M.H. Wolpoff, Regional continuity in Australasian Pleistocene hominid evolution, *Am. J. Phys. Anthropol.* 55 (1981) 337–349.
- [76] A. Thorne, R. Grün, G. Mortimer, N.A. Spooner, J.J. Simpson, M. McCulloch, L. Taylor, D. Curnoe, Australia's oldest human remains: age of the Lake Mungo 3 skeleton, *J. Hum. Evol.* 36 (1999) 591–612.
- [77] H.K. Voris, Maps of Pleistocene Sea Levels in South East Asia: Shorelines, River Systems, Time Durations, *J. Biogeogr.* 27 (2000) 1153–1168.
- [78] S. Webb, Cranial thickening in an Australian hominid as a possible palaeoepidemiological indicator, *Am. J. Phys. Anthropol.* 82 (1990) 403–411.
- [79] S. Webb, in: *Palaeopathology of Aboriginal Australians: health and disease across a hunter-gatherer continent*, Cambridge University Press, Cambridge, 1995 (336 p.).
- [80] F. Weidenreich, Morphology of Solo man, *Anthropol. Pap. Am. Mus. Nat. Hist.* 43 (1951) 205–290.
- [81] M.H. Wolpoff, Describing anatomically modern *Homo sapiens*: a distinction without a definable difference, in: V.V. Novotny, A. Miserova (Eds.), *Fossil Man: New Facts, New Ideas, Papers in Honor of Jan Jelinek's Life Anniversary*, Anthropos, Brno, 1986, pp. 41–53.
- [82] M.H. Wolpoff, Multiregional evolution: the fossil alternative to Eden, in: P. Mellars, C.B. Stringer (Eds.), *The Human Revolution*, Edinburgh University Press, Edinbourg, Royaume-Uni, 1989, pp. 62–108.
- [83] M.H. Wolpoff, Interpretations of multiregional evolution, *Science* 274 (1996) 704–707.
- [84] M.H. Wolpoff, X.Z. Wu, A.G. Thorne, Modern *Homo sapiens* origins: a general theory of hominid evolution involving the fossil evidence from East Asia, in: F.H. Smith, F. Spencer (Eds.), *The Origin of Modern Humans: A World Survey of the Fossil Evidence*, Alan R. Liss, New York, 1984, pp. 411–483.
- [85] M.H. Wolpoff, J.N. Spuhler, F.H. Smith, J. Radovic, G. Pope, D.W. Frayer, R. Eckhardt, G. Clark, Modern Human Origins, *Science* 241 (1988) 772–773.
- [86] M.H. Wolpoff, A.G. Thorne, J. Jelinek, Y. Zhang, The case for sinking *Homo erectus*. 100 years of *Pithecanthropus* is enough!, *Cour. Forschungsinst. Senckenb.* 171 (1994) 341–361.
- [87] M.H. Wolpoff, A.G. Thorne, F.H. Smith, D.W. Frayer, G. Pope, Multiregional evolution: A world-wide source for modern human populations, in: M.H. Nitecki, D.V. Nitecki (Eds.), *Origins of Anatomically Modern Humans*, Plenum Press, New York, 1994, pp. 175–199.
- [88] M.H. Wolpoff, J. Hawks, D.W. Frayer, K. Hunley, Modern human ancestry at the peripheries: a test of the replacement theory, *Science* 291 (2001) 293–297.