



**HAL**  
open science

# Identification des restes archéologiques du genre *Pistacia* L.: approches morphologique et morphométrique traditionnelle et géométrique

Maria Rousou

► **To cite this version:**

Maria Rousou. Identification des restes archéologiques du genre *Pistacia* L. : approches morphologique et morphométrique traditionnelle et géométrique. *Archéologie et Préhistoire*. 2018. dumas-01860439

**HAL Id: dumas-01860439**

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01860439v1>

Submitted on 17 Oct 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License



MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

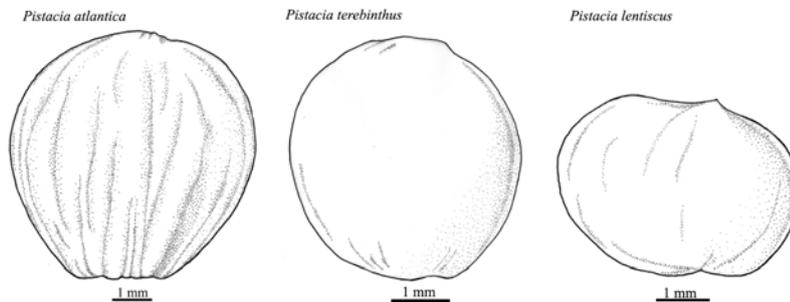
MASTER « ÉVOLUTION, PATRIMOINE NATUREL ET SOCIÉTÉS »

Spécialité « Quaternaire et Préhistoire : Paléo-environnements,  
lignée humaine, histoire des sociétés »

Mémoire de Master 2

# Identification des restes archéologiques du genre *Pistacia* L.

## Approches morphologique et morphométrique traditionnelle et géométrique



soutenu à Paris le 21 juin 2018 par

**Maria ROUSOU**

Sous la direction de Pr Margareta Tengberg

UMR 7209 – MNHN, CNRS

*Archéozoologie, Archéobotanique : Sociétés, pratiques et environnements*

## Remerciements

La présente étude, qui expose les résultats d'un travail intensif de plus de trois mois, n'aurait jamais pu être menée à bien sans l'aide précieuse de plusieurs personnes. Qu'il me soit ici permis de leur exprimer ma gratitude.

Je voudrais tout d'abord remercier tous ceux qui ont contribué à la mission de terrain à Chypre : les propriétaires des terres sur lesquelles les plantes furent prélevées ainsi que les chercheurs qui ont partagé avec moi leur connaissance sur la flore et les paysages chypriotes : Dr. Dimitrios Sarris (Open University of Cyprus), Stavroulla Stylianou, Pantelis Hadjimiltis, Raphael Evzonas, Lakis Roussos, Despo Roussou et Kyriakos Symeou.

Ma reconnaissance est également adressée à l'UMR 7209 pour son accueil qui m'a permis de réaliser mon stage dans les meilleures conditions et son aide pour l'accès aux collections de référence et aux moyens techniques. Au sein de cette unité, ma gratitude est plus particulièrement adressée à Rémi Berthon pour son aide sur les règles du Protocole de Nagoya concernant Chypre, à Michel Lemoine pour ses conseils sur le plateau archéobotanique, ainsi qu'à Marie-Pierre Ruas, Charlène Bouchaud et Aurélie Salavert pour leur disponibilité et leur attention pendant mon travail en laboratoire.

Qu'il me soit aussi permis de citer l'accueil et l'encadrement scientifique de Porter Lowry (MNHN) au sein des collections de l'Herbier ainsi que l'aide de Myriam Gaudeul (UMR 7205) pour la consultation des spécimens et le processus de prélèvement.

À ce titre également, je ne peux oublier de remercier Didier Geffard-Kuriyama et Jean-François Dejouanet (UMS 2700) qui ont encadré mon travail à l'Atelier d'Iconographie Scientifique et qui m'ont permis d'avoir accès aux moyens techniques. Leurs conseils pour la réalisation et traitement de dessins scientifiques ne doivent être particulièrement signalés.

Ma gratitude s'adresse aussi à Katerina Papayiannis (UMR 7209) pour le temps qu'elle m'a accordé et sa précieuse aide dans la réalisation de l'analyse morphométrique géométrique ; à Raphaël Cornette (UMR 7205) pour son accueil et ses conseils sur l'analyse morphométrique géométrique et les statistiques ; à Amandine Blin (UMS 7200) pour son aide en matière de statistiques, enfin à Thomas Cucchi (UMR 7209) pour ses conseils. Un grand merci aussi à Samia Chentout (UMR 7209) pour son aide administrative relative à mon stage.

Je n'oublie pas non plus les étudiants master, doctorants et post-doctorants de l'UMR 7209 et en particulier Pantelitsa Mylona, Carolyne Douché, Vladimir Dabrowski et Juliette Millon pour les conversations qu'ils ont entretenues avec moi sur la carpologie et l'archéologie préhistorique du Proche-Orient ; ni mes amis Athina, Doudou, Constanza, Cecilia, Miranta et Corentin, pour leur soutien.

J'aimerais aussi remercier George Willcox (Laboratoire ArchéOrient) pour les informations et le matériel sur les pistaches sauvages qu'il a collectées au Tadjikistan.

Enfin, qu'il me soit permis de signifier ma plus grande gratitude à mon encadrante, le professeur Margareta Tengberg (UMR 7209), directrice de mon Master au Muséum, et qui m'a accordé sa confiance lors de ce stage. Je la remercie de m'avoir donné la place et le temps de travailler au sein du laboratoire, de m'avoir permis d'exprimer mes idées et mes pensées et d'avoir toujours été disponible pour chaque question, et chaque difficulté. Je n'oublie pas son soutien, ses encouragements et sa patience, malgré mes difficultés linguistiques. Grâce à son aide, j'ai pu ainsi acquérir mes connaissances et les développer au sein d'une recherche pluridisciplinaire.

Enfin, je suis reconnaissante au Département Homme & Environnement d'avoir attribué une subvention au projet « Pistache » ayant permis de financer ma gratification de Master.

Je dédie ce travail à tous mes professeurs qui m'ont appris la détermination, et qu'au sein de la recherche il faut toujours chercher plus loin.

Je le dédie également à notre petite Artemis qui n'est plus avec nous, et à ma famille : mes parents, Charis, Andrie et Konstantinos. Merci pour votre amour, votre soutien et pour avoir toujours accepté d'écouter patiemment mes histoires de pistaches... !

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b>	1
<b>CHAPITRE I - Taxonomie du genre <i>Pistacia</i> (L.)</b>	5
<b>CHAPITRE II - Matériel et méthodes</b>	11
1. Définition du matériel d'étude	11
2. Constitution du référentiel actuel	12
2.1. <i>Échantillonnage sur le terrain à Chypre</i>	13
2.2. <i>Prélèvements dans l'Herbier national</i>	16
2.3. <i>Préparation des fruits pour la collection de référence</i>	22
3. Choix du corpus archéologique	22
3.1. <i>Présentation des sites archéologiques</i>	24
4. Étude morphologique	29
5. Analyse de morphométrie traditionnelle	31
6. Analyse de morphométrie géométrique	33
<b>CHAPITRE III – Résultats</b>	35
1. Approche morphologique	35
2. Application des critères morphologiques au corpus archéologique	52
2.1. <i>Espèces identifiées sur les sites d'Anatolie et du Proche-Orient continental</i>	52
2.2. <i>Espèces identifiées sur les sites de Chypre</i>	56
3. Résultats de l'analyse de morphométrie traditionnelle	61
4. Résultats de l'analyse de morphométrie géométrique	67
5. Application de la morphométrie géométrique sur le matériel archéologique	71
6. Clé d'identification	73
<b>CHAPITRE IV – Discussion</b>	74
1. Apports et limites des approches méthodologiques choisies	74
2. Application des résultats au corpus archéologique	75
3. Implication des identifications des endocarpes archéologiques	78
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES</b>	83
Bibliographie	85
Liste de figures	101
Liste de tableaux	104
Annexe	105
Résumé en français et anglais	

## INTRODUCTION

Pour la plupart d'entre nous le mot pistache évoque très probablement un snack salé ou un ingrédient dans des pâtisseries ou d'autres préparations culinaires. En effet, les graines du 'vrai' pistachier (*Pistacia vera* L.) constituent une source alimentaire appréciée et largement cultivée, notamment en Asie et en Amérique du Nord. Cependant, nous ignorons en général que le genre *Pistacia* (du grec *πιστακία* - *Pistakia*), nommé et décrit par C. von Linné en 1753, comprend une dizaine d'autres espèces et sous-espèces sauvages dont beaucoup sont utilisées traditionnellement à différentes fins (alimentation, pharmacopée, artisanat, combustible). Parmi les exemples les plus connus peuvent être cités le pistachier lentisque (*P. lentiscus* L.), source du célèbre mastic de Chios, le pistachier térébinthe (*P. terebinthus* L.), dont on extrait la térébenthine, et le pistachier de l'Atlas (*P. atlantica*) qui produit des fruits comestibles (Al-Saghir & Porter 2012 ; Golan-Goldhirsh 2009).

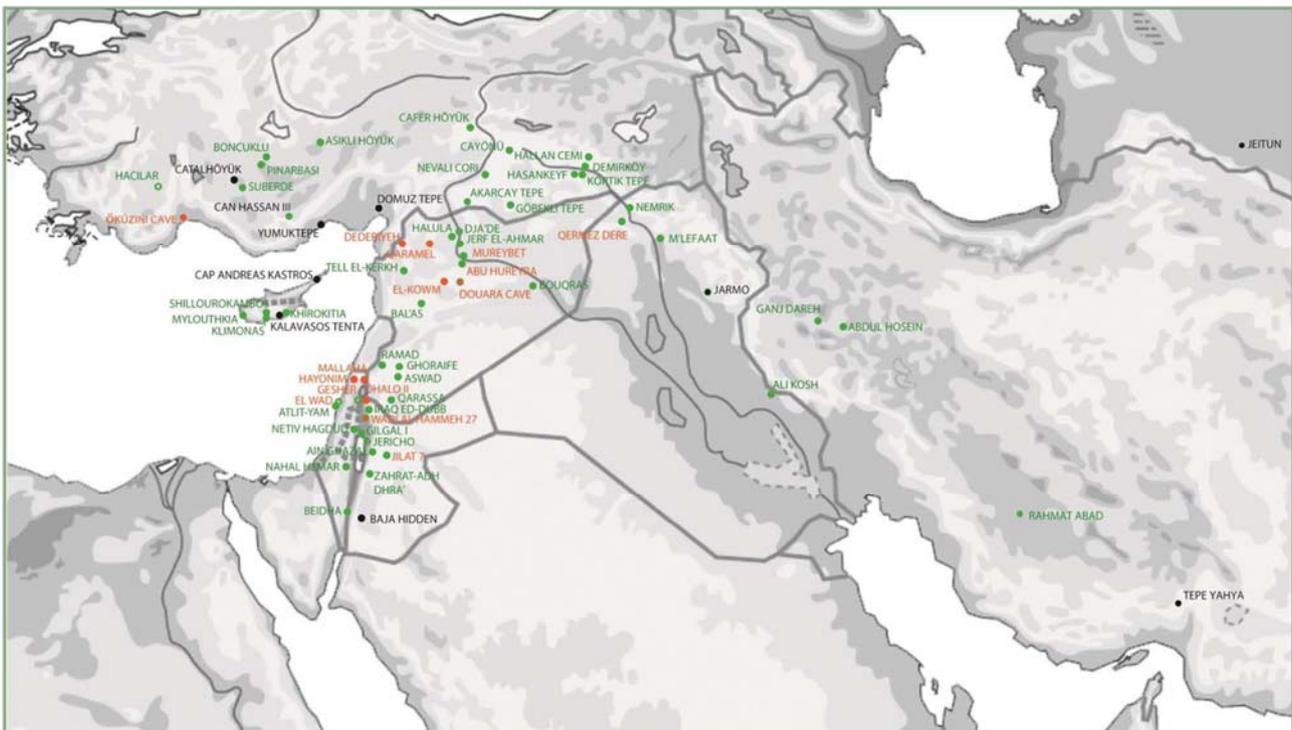
L'abondance et la récurrence de restes de pistache sur les sites archéologiques en Méditerranée orientale, et plus généralement en Asie du Sud-Ouest, témoignent de la grande importance des ressources issues de ces arbres pour les populations du passé (Fig. 1) (Willcox 2016). Sur beaucoup de sites, les fragments de bois carbonisés, étudiés par l'anthracologie, proviennent en grande partie de pistachiers. Dans les contextes archéologiques, ce groupe taxonomique est également représenté, de façon récurrente et abondante, par des « noyaux » entiers ou fragmentés, préservés sous forme carbonisée (Fig. 2). Botaniquement ces vestiges correspondent à des endocarpes, c'est-à-dire la partie interne du fruit de pistachier (botaniquement une drupe). L'endocarpe, lignifiée, entoure et protège la graine (Fig. 4).

Malgré le rôle manifestement important joué par les pistachiers dans le passé, nous ne connaissons quasiment rien sur la disponibilité et l'utilisation des différentes espèces. Cet état de fait est principalement dû à notre difficulté d'identifier, au-delà du niveau du genre, les endocarpes. Ceux-ci montrent par ailleurs une certaine diversité de formes (Fig. 2), parfois au sein d'un même site, suggérant la présence simultanée de plusieurs morphotypes, voire peut-être plusieurs espèces.

Le problème d'identification spécifique constitue un véritable verrou pour la compréhension car il nous prive d'informations fondamentales sur la biogéographie, la paléo-ethnobotanique et la paléo-écologie des pistachiers. Quelles espèces étaient présentes dans

quelles régions ? Leur distribution géographique, a-t-elle varié au cours du temps ? Les aires de distribution du passé étaient-elles similaires à celles d'aujourd'hui ? Quelles parties des pistachiers étaient utilisées et à quelle fin ? L'utilisation d'une même espèce pouvait-elle varier d'une communauté à une autre ?

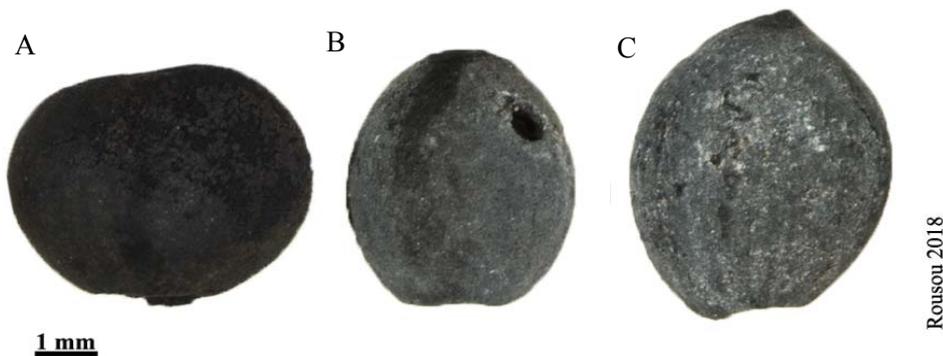
Ce sont des interrogations parmi d'autres et afin d'y apporter un début de réponse, notre travail de Master 2 a pour principal but d'explorer les possibilités d'identifier jusqu'à l'espèce les restes archéologiques du genre *Pistacia*. Une première étape incontournable a consisté en la constitution d'une collection de fruits actuels pouvant servir de référentiel. L'acquisition de cette collection a débuté dès l'automne 2017 par des collectes sur le terrain à Chypre. Elles ont été complétées en hiver 2018 par des prélèvements réalisés dans les collections de l'Herbier national à Paris.



**Figure 1.** Présence de restes de fruits de *Pistacia* sur les sites épipaléolithiques (en rouge), du Néolithique précéramique (en vert) et du Néolithique céramique (en noir) en Asie du Sud-Ouest, période chronologique concernée : env. 23000-6000 av. J.-C. (carte réalisée par C. Douché 2014)

Une fois le référentiel constitué, nous avons décidé d'attaquer le problème d'identification spécifique de trois façons différentes. Premièrement, par l'observation et la description des caractéristiques morphologiques des endocarpes modernes. C'est un procédé

habituellement utilisé par les carpologues afin de dégager des critères d'identification utiles pour l'identification des restes archéobotaniques. Notre description des endocarpes provenant de 7 espèces et 2 hybrides du genre *Pistacia* a été complétée par des dessins scientifiques et des clichés photographiques permettant de documenter et de mieux mettre en évidence des caractéristiques morphologiques particulièrement importantes.



**Figure 2.** Endocarpes carbonisés de *Pistacia* trouvés sur les sites de Jerf el Ahmar en Syrie (A), Ayios Tychonas-Klimonas (B) et Khirokitia-Vounoi (C) à Chypre (clichés par M. Rousou 2018)

Cette approche qui peut être désignée comme qualitative a été complétée par deux approches quantitatives.

Nous avons d'abord soumis les endocarpes à une analyse morphométrique « traditionnelle » afin de déterminer si leur forme, exprimée par des mesures simples (longueur, largeur, épaisseur) et leurs ratios, permettait de décrire la variabilité et éventuellement distinguer les espèces les unes des autres.

Finalement, l'analyse de morphométrie géométrique a été appliquée au référentiel (de façon exploratoire) afin d'aborder la forme des endocarpes de façon plus approfondie et d'évaluer le potentiel de cet outil méthodologique pour la distinction des espèces. La morphométrie géométrique, déjà largement appliquée en archéozoologie (Cucchi *et al.* 2002 ; Evin *et al.* 2013 ; *ibid.* 2014 ; *ibid.* 2015a ; *ibid.* 2015b) est de plus en plus utilisée également dans le domaine de l'archéobotanique afin d'explorer la diversité des formes des graines et fruits, voire des grains d'amidon (Bouby *et al.* 2005 ; Burger *et al.* 2011 ; Coster & Field 2015 ; García-Granero *et al.* 2016 ; Gros-Balthazard *et al.* 2016 ; Newton *et al.* 2006 ; *ibid.* 2014 ; Pagnoux *et al.* 2015 ; Terral 1999 ; Terral *et al.* 2004 ; *ibid.* 2010).

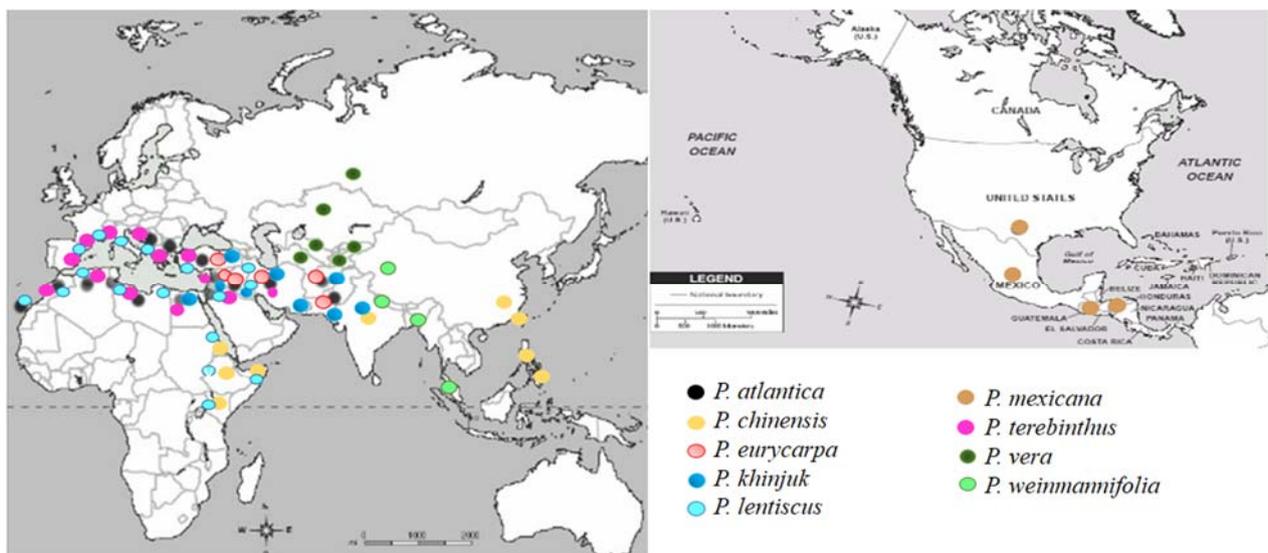
L'objectif final de notre travail a été de traduire les observations réalisées en critères d'identification applicables sur le corpus archéologique.

Ce dernier est constitué d'endocarpes carbonisés provenant de 7 sites archéologiques localisés en Anatolie centrale (Aşikli Höyük, Turquie), au Proche-Orient (Jerf el Ahmar, Tell Aswad, Dja'de el Mughara et Tell Qaramel, Syrie) et à Chypre (Ayios Tychonas-*Klimonas* et Khirokitia-*Vounoi*). Notre choix s'est porté sur ces sites en raison de la disponibilité, au sein de l'UMR 7209, d'endocarpes entiers et bien préservés. Datés de la période Néolithique précéramique et couvrant une période d'environ 9500 à 5500 av. J.-C., ils représentent aussi une période particulièrement intéressante du point de vue à la fois économique et paléo-environnementale. En Asie du Sud-Ouest nous nous situons à cette époque à la charnière entre la fin du Paléolithique et le début d'un mode de vie néolithique caractérisé, entre autres, par la naissance des pratiques d'agriculture et d'élevage. Si la domestication des espèces animales et végétales se met progressivement en place durant la période représentée par notre corpus, les ressources sauvages continuent à jouer un rôle très important. Parmi celles-ci figurent les fruits de pistache qui représentent 57% des restes carpologiques identifiés Aşikli Höyük et 88% à Khirokitia (Ergun inédit, p. 344 ; Parés inédit, p. 157-158). Parallèlement aux transformations des modes de vie des sociétés, la première moitié de l'Holocène correspond au réchauffement climatique post-glaciaire et à la mise en place progressive des flores actuelles. Des travaux antérieurs (Rossignol-Strick 1995 ; Woldring & Bottema 2001/2002), notamment dans le domaine de la palynologie, ont démontré le rôle important des pistachiers dans la recolonisation postglaciaire sans qu'il n'ait été possible d'en préciser les espèces impliquées. Notre travail a ainsi pour objectif à ouvrir la voie vers une compréhension approfondie des phénomènes à la fois sociétaux, économiques et écologiques qui marquent cette période particulière.

## CHAPITRE I - TAXONOMIE DU GENRE *PISTACIA* (L.)

Le genre *Pistacia* appartient à la famille des Anacardiaceae (Anacardiaceae L., ordre : Sapindales) réunissant arbres, arbustes et lianes dans une distribution principalement pantropicale (Amérique, Afrique, Asie) bien que certains taxons soient également indigènes aux régions tempérées d'Europe et d'Eurasie (Brown 2010, p. 790-796 ; Heywood 1996, p. 197-198 ; Judd *et al.* 2002, p. 338 ; Martin 2014, p. 101). Au total la famille comprend 70 genres et plus de 875 espèces dont certaines d'importance économique comme le pommier-cajou (*Anacardium occidentale*), le manguier (*Mangifera indica*), le poivrier rose (*Schinus molle*) et le pistachier (*Pistacia vera*) (Martin 2014, p. 101).

Défini par Carl Von Linné, le genre *Pistacia* L. est probablement d'origine américaine, selon les fossiles les plus anciens (Paléocène) découverts en Amérique du Nord (Al-Saghir 2009, p. 256 ; Zohary 1952, p. 219). Il comprend arbres et arbustes, riches en résines, d'une distribution géographique actuellement large et discontinue : Mexique et Amérique du Sud, îles atlantiques, Europe du Sud et bassin méditerranéen, Afrique tropicale de l'Est, Asie Centrale, Chine et Asie du Sud-Est (Fig. 3).



**Figure 3.** Distribution géographique actuelle des espèces du genre *Pistacia* (L.) (d'après Al-Saghir inédit, p. 31, 38 ; modifié par M. Rousou 2018)

Les pistachiers sont souvent dioïques, leurs feuilles sont alternes, paripennées ou imparipennées, rarement simples ou trifoliées. Les fleurs sont petites, unisexuées, anémophiles et rassemblées en panicules axillaires ou en racèmes. Le fruit est une drupe, généralement de

forme globulaire ou obovoïde, latéralement compressée et contenant une seule graine (Al-Saghir & Porter 2012, p. 12 ; Brown 2010, p. 795 ; Heywood 1996, p. 197-198 ; Judd *et al.* 2002, p. 338 ; Martin 2014, p. 101 ; Rechinger 1969, p. 1 ; Zohary 1952, p. 187). Sur la plupart des espèces se développent des galles riches en tanins. La seule espèce domestiquée, et la plus importante du genre par ses graines comestibles, est le pistachier dit 'vrai' (*Pistacia vera*) (Zohary *et al.* 2012, p. 151). Selon les données de la FAO (*Corporate Statistical Database*), les États-Unis, l'Iran, la Turquie, la Chine et la Syrie sont aujourd'hui les principaux producteurs de pistaches (FAOSTAT 2016). D'autres espèces sont également exploitées pour leur résine ou leur bois.

Le genre présente une taxonomie complexe avec non moins de 63 noms binomiaux différents enregistrés à l'IPNI (International Plant Names Index 2005). Cependant, le nombre d'espèces reconnues varie selon les auteurs entre 6 et 11. Les difficultés liées à la classification des pistachiers sont dues à plusieurs facteurs : les différentes espèces sont proches génétiquement et peuvent s'hybrider, notamment dans les régions où leurs aires de distribution se chevauchent (Al-Saghir & Porter 2012, p. 13 ; Yi *et al.* 2008, p. 247 ; Zohary 1952, p. 188-189, 214). Plusieurs d'entre elles présentent également des caractéristiques morphologiques proches (feuilles, fleurs) prêtant à confusion. Les aires de distribution de certaines d'entre elles, par exemple *P. atlantica*, sont très vastes avec la présence de sous-populations considérées par certains auteurs comme représentant des espèces ou sous-espèces à part (Zohary 1952).

Enfin, si un nombre important de recherches phylogénétiques a été consacré à la seule espèce cultivée (*Pistacia vera*) (Ahmat *et al.* 2003 ; Arzani *et al.* 2013 ; Barazani *et al.* 2003 ; Barone *et al.* 1996 ; Dyszel & Pettit 1990 ; Fasihi-Harandi & Ghaffari 2001 ; Hormaza *et al.* 1994 ; Jazi *et al.* 2017 ; Khanazarov *et al.* 2009), en revanche peu d'études moléculaires ont englobé le genre dans son ensemble (Al-Saghir & Porter 2012 ; Engler 1883 ; Kafkas 2006 ; Kafkas & Perl-Treves 2002 ; Yi *et al.* 2008 ; Zohary 1952).

Au 18<sup>ème</sup> siècle, Linné avait reconnu six espèces de pistachiers : *Pistacia narbonensis*, *P. lentiscus*, *P. terebinthus*, *P. trifolia*, *P. simaruba* et *P. vera* (Linnaeus 1753, p. 1025-1026). La première véritable monographie consacrée au genre a été publiée par A. Engler qui a défini 8 espèces : *P. atlantica*, *P. chinensis*, *P. khinjuk*, *P. lentiscus*, *P. mexicana*, *P. mutica*, *P. terebinthus* et *P. vera* ainsi qu'un hybride : *P. terebinthus* x *vera* (Engler 1883, p. 284-293).

Environ 70 ans plus tard, M. Zohary publie une monographie sur le genre très complète en prenant en compte les caractéristiques morphologiques, l'aire de distribution, les relations

phytogéographiques, les données cytologiques et paléobotaniques ainsi que l'évolution et la diffusion du genre (Zohary 1952). Il considère les caractéristiques anatomiques des feuilles comme étant les plus fiables pour la reconnaissance des espèces et leur classification (Zohary 1952, p. 189-191). Sur cette base il identifie 11 espèces réparties entre 4 sections : *Lentiscella*, *Eu Lentiscus*, *Butmela*, *Eu Terebinthus* (Zohary 1952, p. 194-196) (Tabl. 1).

Fondé sur l'étude d'un nombre plus réduit d'espèces, Parfitt et Badenes (1997, p. 7991) propose une division du genre plutôt en deux sections : *Terebinthus* correspondant des espèces à feuilles caduques et *Lentiscus* regroupant des espèces à feuilles persistantes (Parfitt & Badenes 1997, p. 7991).

L'étude phylogénétique menée par Yi *et al.* (2008) est l'une des plus complètes jusqu'à ce jour. Elle inclut les 11 espèces reconnues par Zohary, un hybride putatif – *P. x saportae* – tout comme quelques extra-groupes (*outgroups*) constitués d'espèces d'autres genres des Anacardiacees. De surcroît, cette étude est fondée sur un large nombre de marqueurs génétiques (ADN nucléaire et de chloroplastes) (Yi *et al.* 2008, p. 242, 244). Les résultats obtenus renforcent la division du genre en les deux sections précédemment établies : *Terebinthus* et *Lentiscus* (Tabl. 1). (Yi *et al.* 2008, p. 245).

Depuis les années 2000, Al-Saghir a révisé la taxonomie du genre en considérant l'ensemble des caractéristiques morphologiques et moléculaires. Il a ainsi contribué de façon importante à la compréhension des relations phylogénétiques entre les espèces et il a proposé une clé d'identification à partir de la morphologie de leurs feuilles (Al-Saghir inédit ; *ibid.* 2010 ; Al-Saghir & Porter 2006 ; *ibid.* 2012). Selon sa publication la plus récente (2012), il reconnaît 9 espèces et 5 sous-espèces organisées, à l'instar de la classification de Parfitt et Badenes (1997) et Yi *et al.* (2008), en deux sections selon la nature caduque (*Pistacia*) ou persistante (*Lentiscella*) des feuilles (Al-Saghir & Porter 2012, p. 14-30) (Tabl. 1). Dans notre travail de M2, nous avons choisi d'utiliser la classification et la nomenclature d'Al-Saghir & Porter (2012) car issues la plus récente et entière révision du genre *Pistacia*.

	Zohary 1952	Yi et al. 2008	Al-Saghir & Porter 2012
<b>Sections</b>	4	2	2
<b>Espèces</b>	11	10	9
<b>Ssp/var</b>	11	0	5
	<b>Section <i>Eu-Terebinthus</i> Zoh.</b>	<b>Section <i>Terebinthus</i> Parfitt &amp; Badenes</b>	<b>Section <i>Pistacia</i> Zoh.</b>
	<i>P. chinensis</i> Bunge	<i>P. chinensis</i> Bunge	<i>P. chinensis</i> Bunge ssp. <i>chinensis</i>
	<i>P. chinensis</i> Bunge. var. <i>falcata</i>	-	<i>P. chinensis</i> Bunge ssp. <i>falcata</i> (Bess. ex Martinelli) Rech. f.
	<i>P. chinensis</i> Bunge. var. <i>integerrima</i>	<i>P. integerrima</i> J.L.Stewart ex Brandis	<i>P. chinensis</i> Bunge ssp. <i>integerrima</i> (J.L. Stewart ex Brandis) Rech. f.
	<i>P. khinjuk</i> Stocks	<i>P. khinjuk</i> Stocks	<i>P. khinjuk</i> Stocks
	<i>P. khinjuk</i> Stocks var. <i>glaberrima</i> Boiss.	-	-
	<i>P. khinjuk</i> Stocks var. <i>glabra</i> Engl.	-	-
	<i>P. khinjuk</i> Stocks var. <i>microphylla</i> Boiss.	-	-
	<i>P. khinjuk</i> Stocks var. <i>populifolia</i> Boiss.	-	-
	<i>P. palaestina</i> Boiss.	-	-
	<i>P. terebinthus</i> L.	<i>P. terebinthus</i> L.	<i>P. terebinthus</i> L.
	<i>P. vera</i> L.	<i>P. vera</i> L.	<i>P. vera</i> L.
	<b>Section <i>Butmela</i> Zoh.</b>	-	-
	<i>P. atlantica</i> Desf.	<i>P. atlantica</i> Desf.	<i>P. atlantica</i> Desf.
	<i>P. atlantica</i> var. <i>latifolia</i> DC.	-	-
	<i>P. atlantica</i> Desf. var. <i>kurdica</i> Zoh.	-	<i>P. eurycarpa</i> Yalt.
	<b>Section <i>Lentiscella</i> Zoh.</b>	<b>Section <i>Lentiscus</i> Parfitt &amp; Badenes</b>	<b>Section <i>Lentiscella</i> Zoh.</b>
	<i>P. mexicana</i> Humb., Bonp. & Kunth	<i>P. mexicana</i> Humb., Bonp. & Kunth	<i>P. mexicana</i> Humb., Bonp. & Kunth
	<i>P. texana</i> Swingle	<i>P. texana</i> Swingle	-
	<b>Section <i>Eu Lentiscus</i> Zoh.</b>	-	-
	<i>P. lentiscus</i> L.	<i>P. lentiscus</i> L.	<i>P. lentiscus</i> L. ssp. <i>lentiscus</i>
	<i>P. lentiscus</i> L. var. <i>emarginata</i> Engl.	-	<i>P. lentiscus</i> ssp. <i>emarginata</i> (Engl.) Al-Saghir
	<i>P. saportae</i> Burnat	-	-
	<i>P. saportae</i> Burnat var. <i>oxycarpa</i> Zoh.	-	-
	<i>P. weinmannifolia</i> Poisson	<i>P. weinmannifolia</i> Poiss. ex Franch	<i>P. weinmannifolia</i> Poiss. ex Franch
	<i>P. weinmannifolia</i> Poisson var. <i>malayana</i> (Henderson) Zoh.	-	-

**Tableau 1.** Sections et taxons reconnus par les principales études taxonomiques du genre *Pistacia* (L.) (Al-Saghir & Porter 2012 ; Yi et al. 2008 ; Zohary 1952). Abréviations et symboles: *P.* : *Pistacia* ; ssp. : sous-espèce ; var. : variété ; - : taxon non reconnu

Sur la base des travaux morphologiques et génétiques cités ci-dessus, il peut être établi que le genre *Pistacia* L. est d'une origine monophylétique, comprenant une dizaine (9 pour Al-Saghir) d'espèces distinctes se répartissant entre deux sections différentes (*Pistacia* et *Lentiscella*) elles aussi d'origine monophylétique (Al-Saghir & Porter 2006, p. 1005 ; Golan-Goldhirsh *et al.* 2004, p. 13 ; Kafkas & Perl-Treves 2001, p. 910, 911; *ibid.* 2002, p. 169 ; Katsiotis *et al.* 2003, p. 284-285 ; Yi *et al.* 2008, p. 244).

De ces études récentes ressortent également plusieurs autres constats qui sont brièvement cités ci-dessous :

A partir de caractéristiques morphologiques et les marqueurs moléculaires, la variété *kurdica* du Pistachier de l'Atlas (*P. atlantica* var. *kurdica*), identifiée par Zohary et d'autres auteurs, est désormais considérée comme une espèce distincte, sous le nom de *P. eurycarpa* (Al-Saghir 2010, p. 32 ; Kafkas 2006, p. 117 ; Kafkas & Perl-Treves 2001, p. 910-911 ; *ibid.* 2002, p. 170 ; Karimi *et al.* 2009, p. 569 ; Yaltirik 1967, p. 545-546).

Toutes les études récentes ont montré la proximité morphologique et génétique entre *P. khinjuk* et *P. vera* (Al-Saghir 2010, p. 32 ; Al-Saghir & Porter 2006, p. 1005-1006 ; Arabnezhad *et al.* 2011, p. 251 ; Golan-Goldhirsh *et al.* 2004, p. 16-17 ; Kafkas 2006, p. 120-121 ; Kafkas & Perl-Treves 2001, p. 912-913 ; *ibid.* 2002, p. 169, 170 ; Parfitt & Badenes 1997, p. 7991 ; Shanjani *et al.* 2009, p. 451 ; Yi *et al.* 2008, p. 249 ; Zohary 1952, p. 213, 221). Selon Zohary, *P. khinjuk* peut être un descendant de *P. vera* et peut aussi avoir joué un rôle important comme intermédiaire dans la différenciation d'espèces de la section *Eu-Terebinthus*, comme *P. terebinthus* et *P. chinensis* (Zohary 1952, p. 212, 214, 222).

*Pistacia palaestina* reconnue par Zohary comme une espèce distincte en raison de sa morphologie et sa distribution géographique (Zohary 1952, p. 208, 210) est désormais considérée comme un synonyme de *P. terebinthus* (Al-Saghir 2010, p. 32 ; Golan-Goldhirsh *et al.* 2004, p. 13, 16, 17 ; Kafkas 2006, p. 122-123 ; Kafkas & Perl-Treves 2002, p. 169 ; Katsiotis *et al.* 2003, p. 285 ; Yi *et al.* 2008, 249).

*P. chinensis* représente une très grande variabilité intra-spécifique (feuilles, fruits, caractéristiques chimiques) selon la distribution géographique des populations (Chen *et al.* 2009). Al-Saghir & Porter reconnaissent trois sous-espèces appartenant à cette espèce indigène en Asie du Sud-Est et en Afrique de l'Est (Al-Saghir & Porter 2012, p. 17-19).

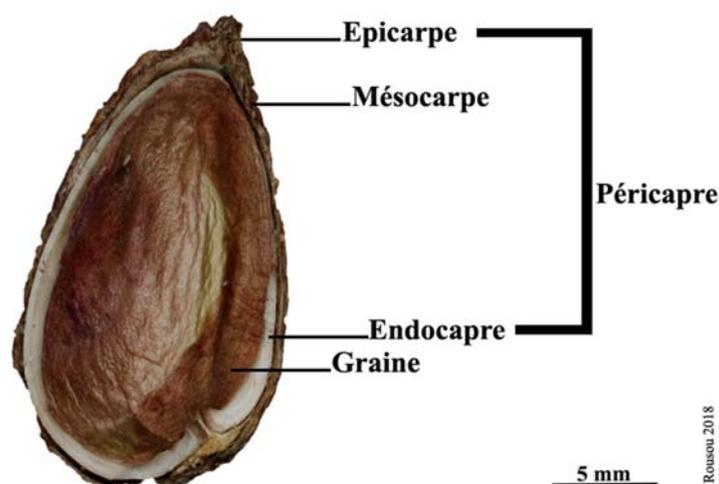
En ce qui concerne la section *Lentiscella*, les deux espèces américaines, *P. mexicana* et *P. texana*, ne sont pas reconnues par tous les auteurs comme des espèces différentes. Si la plupart d'études montrent que *P. texana* doit être considéré comme une espèce distincte de *P. mexicana* (Parfitt & Badenes 1997, p. 7990 ; Yi *et al.* 2008, p. 249 ; Zohary 1952, p. 198-199), en revanche Al-Saghir le considère comme un synonyme de *P. mexicana* (Al-Saghir 2010, p. 33 ; Al-Saghir & Porter 2006, p. 27-29).

Finalement, toutes les études récentes concluent que *P. saportae*, reconnue par Zohary (1952, p. 203-204) comme une espèce en soi, est le résultat de l'hybridation entre les espèces *P. lentiscus* et *P. terebinthus* : par conséquent ce taxon est maintenant nommée *P. x saportae* (Al-Saghir & Porter 2012, p. 30 ; Werner *et al.* 2001, p. 185 ; Yi *et al.* 2008, p. 249-250). Les auteurs font parfois référence à d'autres hybrides, comme *Pistacia x cappadocica*, résultant probablement du croisement entre *P. terebinthus* et *P. vera* (Al-Saghir & Porter 2012, p. 31). Cependant, ces hybrides (autres que *P. x saportae*) sont très problématiques du point de vue de leur taxonomie et de leur phylogénie : ils ne sont donc pas inclus dans notre étude.

## CHAPITRE II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1. Définition du matériel d'étude

Notre travail sur le genre *Pistacia* vise la reconnaissance des fruits et plus particulièrement celle des endocarpes. Dans le cas des pistachiers, l'endocarpe (du grec *ἔνδον* + *καρπός* ; *endon* + *karpos*) est lignifié et correspond à la couche interne d'un fruit simple et charnu de type drupe (Fig. 4). L'endocarpe (aussi appelé putamen ou noyau) provient de l'épiderme interne de la paroi ovarienne qui se sclérifie progressivement au cours de la maturation du fruit grâce aux fonctionnements phyto-hormonaux (Bowes & Mauseth 2012, p. 220 ; Roth 1977, p. 9-11, 30-34, 75-87). Riche en sclérenchyme (sclérides, fibres), cette partie rigide dont la fonction est la protection de la graine, se préserve très bien dans les contextes archéologiques même lorsqu'elle est carbonisée. Au contraire, les graines contenues à l'intérieur des endocarpes, souvent riches en huile, sont plus fragiles et par conséquent rarement préservées.



**Figure 4.** Les différentes parties de la paroi du fruit (le péricarpe) du pistachier

Les endocarpes étudiés dans ce travail appartiennent à deux catégories : d'une part, ceux provenant de spécimens modernes dont l'identité est précisément établie (ils constituent notre référentiel) ; d'autre part, les endocarpes carbonisés prélevés sur des sites archéologiques en Asie du Sud-Ouest. Ci-dessous suit une description des différentes étapes de la mise en place du référentiel moderne, suivie d'une explication du choix du corpus archéologique.

Tout au long de notre travail, nous avons utilisé les termes de *spécimen* et d'*individu*. Dans le premier cas, il s'agit de la plante, sur pied ou représentée par une part d'herbier, ayant fait l'objet du prélèvement d'un ou de plusieurs fruits. Le terme *individu* est utilisé pour désigner l'endocarpe individuel. Un même spécimen (pistachier) peut ainsi livrer plusieurs individus (noyaux de pistache).

## 2. Constitution du référentiel actuel

Sont incluses dans notre étude des espèces dont l'aire de distribution actuelle correspond au sens large à la région de laquelle provient notre corpus archéologique, à savoir l'Asie du Sud-Ouest (Méditerranée orientale, Anatolie, Proche- et Moyen-Orient) (Fig. 3) : *Pistacia atlantica*, *P. eurycarpa*, *P. khinjuk*, *P. lentiscus*, *P. terebinthus* et *P. vera*. De plus, nous avons considéré *P. chinensis* qui présente une distribution géographique relativement proche de notre aire d'étude (Fig. 1). Nous avons par ailleurs inclus deux hybrides attestés en Asie du Sud-Ouest : *P. x saportae*, dont la taxonomie et position phylogénétique au sein du genre est bien étudié, et *P. terebinthus x vera* (Al-Saghir & Porter 2012, p. 30 ; Werner *et al.* 2001, p. 185 ; Yi *et al.* 2008, p. 249-250).

En revanche, nous avons exclu des espèces ayant des aires de distribution très éloignées de notre région d'étude comme *P. mexicana*, la seule espèce américaine, et *P. weinmannifolia*, présente en Chine et en Asie du Sud-Est (Fig. 3).

Afin d'obtenir une bonne représentativité des espèces et hybrides sélectionnés, il nous a été préconisé de prélever un individu (endocarpe) d'au moins 30 spécimens (plantes) distincts. Cependant, en raison d'un nombre limité de spécimens disponibles pour certains taxons, nous n'avons pas toujours pu atteindre ce nombre. Dans certains cas, nous avons pallié le faible nombre de spécimens par le prélèvement de plusieurs individus par spécimen.

Le référentiel actuel utilisé dans notre étude provient majoritairement de deux sources. D'une part, il résulte des collectes réalisées par l'auteur sur l'île de Chypre et, d'autre part, il s'agit de prélèvements opérés dans l'Herbier national à Paris (Fig. 5). Dans le deux cas, une détermination botanique fiable des spécimens échantillonnés a constitué un critère absolu et a nécessité un important travail de consultation de la littérature disponible sur le genre *Pistacia* sous forme de flores, monographies et d'autres études synthétiques (Al-Saghir inédit ; Al-Saghir & Porter 2012 ; Al-Saghir *et al.* 2006 ; Ghaemmaghami *et al.* 2009 ; Kafkas & Perl-Treves

2001 ; Meikle 1977-1985 ; Rechinger 1969 ; Thiébaud 1936 ; Tsintidis *et al.* 2002 ; Werner *et al.* 2001 ; Yaltirik 1967 ; Yasin 1983 ; Zohary 1952 ; *ibid.* 1986). Ce travail sur la systématique et la morphologie des pistachiers a abouti à la constitution d'un tableau résumant les principaux critères de distinction (Annexe 1), utilisé notamment lors de la sélection des spécimens.



**Figure 5.** Observations et identifications de spécimens sur le terrain à Chypre (A) et dans l'Herbier national (B)

En général, nous avons évité de prélever des fruits des spécimens dont l'identification botanique posait question. Nous avons également pris garde, à la fois sur le terrain et dans l'Herbier, de choisir des fruits arrivés à maturité. Ces derniers ont pu être reconnus par leur taille, la coloration de la drupe et la date (le mois) de la collecte (pour les spécimens de l'Herbier).

### 2.1. Échantillonnage sur le terrain à Chypre

Quatre espèces du genre *Pistacia* poussent actuellement à Chypre : *Pistacia atlantica*, *P. lentiscus*, *P. terebinthus* et *P. vera* (Meikle 1977-1985, p. 365-370). Si les trois premières sont indigènes, *P. vera* a été introduite pour sa culture. En ce qui concerne les espèces indigènes, *P. lentiscus* (σσινιά/σχοίνος en dialecte chypriote) est attesté de 0 à 2500 m d'altitude, *P. terebinthus* (τρεμικιά/τριμικιά/τερέβινθος en dialecte chypriote) de 0 à 4500 m d'altitude et *P.*

*atlantica* (τρέμιθος/τρέμιθος en dialecte chypriote) de 0 à 5000 m d'altitude (Meikle 1997-1985, p. 365-370 ; Tsintidis *et al.* 2002).

À celles-ci s'ajoute *P. x saportae*, hybride entre *P. terebinthus* et *P. lentiscus*, décrite par exemple dans la région d'Akamas, district de Paphos (Meikle 1977-1985, p. 367 ; Tsintidis *et al.* 2002). Certains auteurs distinguent par ailleurs une sous-espèce du pistachier de l'Atlas (*P. atlantica*) qui serait endémique sur l'île et qu'ils nomment *Pistacia atlantica* ssp. *cypricola*. Les études les plus récentes la considèrent cependant comme synonyme à *P. atlantica* (Meikle 1977-1985, p. 368 ; Tsintidis *et al.* 2002).

Notre échantillonnage à Chypre avait pour but la collection de fruits des trois espèces indigènes à raison de 10 à 15 spécimens (arbres/arbustes) par espèce, dans trois ou quatre stations (localisations géographiques) différentes. La collecte des fruits a été accompagnée par la constitution d'un herbier de référence, issu du prélèvement systématique de quatre branches d'une longueur d'environ 20-30 cm, sur la face ouest de la plante qui correspond à celle moins exposée à la fois au soleil et aux vents. Une fiche comportant des informations sur l'écologie de la station, les coordonnées, la date de la collecte, etc. a été remplie pour chaque spécimen (Annexe 2). Les arbres échantillonnés ont également fait l'objet d'une documentation photographique (la plante et son environnement).

Bien que l'hybride *Pistacia x saportae* soit effectivement attesté à Chypre, nous n'en avons pas pu identifier avec certitude lors de nos missions et il n'a donc pas fait l'objet de collecte sur le terrain. Il est de même pour *P. vera*, en raison de son introduction présumée récente.

Trois missions de terrain ont été organisées par l'auteur dans la partie libre du territoire de la République Chypriote au mois d'août-septembre 2017, en octobre 2017 et en décembre 2017-janvier 2018.

Comme *Pistacia. atlantica* et *P. terebinthus* sont tous les deux des arbres caducifoliées et parfois proches morphologiquement, notre première mission a eu pour objectif de localiser et d'identifier les spécimens qui allaient faire l'objet de prélèvements plus tard, en automne et en hiver, lorsque les fruits arrivent à maturité.

Lors de la deuxième mission de terrain, les observations initiées en été ont été poursuivies et les premiers prélèvements effectués. Une troisième sortie de terrain a néanmoins été nécessaire en hiver car un certain nombre de fruits n'était pas encore arrivés à maturité en

octobre sans doute à cause des faibles précipitations enregistrées pendant tout l'automne 2017 (Indicateurs de sécheresse du Département de météorologie, Ministère de l'Agriculture, Ressources naturelles et Environnement 2017).

Les localisations concernées par nos collectes sont Kiperounta-*Katashi*, Dimes et Agrithkia-*Stremmata*, dans le district de Limassol ; Tochni-*Ipsaros*, Tochni-*Pervolia*, Zigi, Khirokitia et Troulloi-*Ayios Georgios Mavrovouniou*, dans le district de Larnaca ; Lithrodontas-*Avgatia* et Latsia, dans le district de Nicosie et Kouklia dans le district de Paphos (Fig. 6). Le choix de plusieurs stations a permis d'obtenir des échantillons des trois espèces qui sont présentes dans des localités différentes et également de collecter des fruits sur des arbres d'une même espèce ayant poussé dans des conditions écologiques différentes. Pour des raisons d'identification des taxons, nous avons cependant évité, autant que possible, les zones présentant un risque élevé d'hybridation, c'est-à-dire là où plusieurs espèces poussent de façon sympatrique.



**Figure 6.** Localisation des sites ayant fait l'objet de prélèvements au terrain (Google Earth 2018 ; modifié par M. Rousou 2018)

Les trois espèces indigènes de pistachier ne font pas l'objet d'une protection particulière de la part du Département des forêts du Ministère de l'Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (2018c) mais nous avons bien entendu évité de faire des prélèvements dans des zones protégées ou dans les parcs forestiers nationaux ou encore sur des arbres pluri-centenaires (Département des forêts du Ministère de l'Agriculture, Ressources naturelles et Environnement

2018a ; ibid. 2018b). En effet, nous avons choisi plutôt des pistachiers poussant dans de propriétés privées de personnes que nous connaissons et qui nous ont accordé leur permission pour les prélèvements. La République Chypriote a signé mais n'a pas encore ratifié le Protocole de Nagoya (Pays-Parties du Protocole de Nagoya 2018). Le matériel provenant de Chypre a été utilisé uniquement pour l'étude morphologique et morphométrique dans le cadre de ce stage de Master 2. Aucune reproduction ou extraction d'ADN n'a pas été réalisée.

Sur 43 arbres identifiés lors de ces missions, 30 ont fait l'objet d'un prélèvement pour un total de 1173 fruits. Les fruits collectés proviennent majoritairement (comme les prélèvements pour l'herbier de référence de la face occidentale des arbres (Tabl. 2 ; Annexe 3).

Espèce	Nombre de spécimens localisés	Nombre de spécimens prélevés	Nombre d'endocarpes prélevés
<i>P. atlantica</i>	9	4	133
<i>P. lentiscus</i>	15	11	440
<i>P. terebinthus</i>	19	15	600
<i>P. vera</i>	0	0	0
<i>P. x saportae</i>	0	0	0
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>30</b>	<b>1173</b>

**Tableau 2.** Nombre de spécimens localisés, prélevés et nombre d'endocarpes prélevés par espèce pendant les trois missions au terrain de l'île de Chypre en 2017 et 2018. Abréviations : *P.* : *Pistacia* ; N : nombre

## 2.2. Prélèvements dans l'Herbier national

La deuxième phase d'échantillonnage pour la constitution du référentiel moderne a été réalisée dans les collections de l'Herbier national (Muséum national d'Histoire naturelle) dont l'accès a été permis par Porter P. Lowry (Missouri Botanical Garden et l'Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité, CNRS/MNHN), chargé de conservation de l'ordre des Sapindales qui comprend, parmi d'autres familles, celle des Anacardiacees.

Dans l'Herbier, nous avons à la fois pu compléter l'échantillonnage réalisé sur le terrain à Chypre (*Pistacia atlantica*, *P. lentiscus*, *P. terebinthus*) et élargir le référentiel à 4 espèces supplémentaires (*P. chinensis*, *P. eurycarpa*, *P. khinjuk*, *P. vera*) tout comme à deux hybrides (*P. x saportae*, *P. terebinthus x vera*).

La sélection des spécimens dans l'Herbier a été précédée d'un travail considérable d'examen de près de 600 parts d'herbier ayant pour but de vérifier leur identification botanique et évaluer leur potentiel pour notre étude. En effet, si les parts d'herbier appartenant au genre *Pistacia* sont nombreux (>1000) beaucoup d'entre eux ne comportent pas de fruits car soit le spécimen n'a pas été collecté à la saison de fructification, soit il s'agit de spécimens mâles ne portant pas de fruits (les pistachiers étant des espèces dioïques).

Notre choix final a porté sur des spécimens bien identifiés (parfois par nos soins), associés à des fruits mûres, idéalement en nombre relativement élevé. Lorsqu'une espèce était représentée par un nombre important de parts d'herbier couvrant une aire géographique vaste, comme c'est le cas par exemple pour *Pistacia atlantica* avec une aire de distribution s'étendant des îles Canaries jusqu'en Asie Centrale (Fig. 3), nous avons essayé d'inclure des spécimens de différentes origines géographiques afin d'obtenir une large représentation des différentes populations à l'intérieur de l'espèce. En ce qui concerne le pistachier cultivé (*P. vera*), nous avons évité les spécimens provenant de la région Méditerranéenne ou de l'Europe en général car correspondant à une région secondaire de culture dans laquelle l'espèce a été introduite, probablement assez tardivement. Nous avons ainsi préféré des spécimens provenant plutôt de sa région d'origine située en Iran et/ou en Asie Centrale (Popov 1994, p. 174-176 ; Zohary 1952, p. 213-214 ; *ibid.* 1973, p. 369 ; Zohary *et al.* 2012, p. 151-152).

De façon générale, nous avons aussi évité de sélectionner des spécimens pré-linnéens (collections historiques) et, autant que possible, des spécimens avec peu de fruits.

Une fois notre choix arrêté, les prélèvements des fruits ont été effectués par Myriam Gaudeul (Maître de conférences du Muséum, MNHN, UMR 7205). Au total, 185 fruits ont été prélevés à partir de 92 spécimens (Tabl. 3, Annexe 4).

Taxon	Nombre de spécimens prélevés	Nombre de fruits prélevés
<i>P. atlantica</i>	25	32
<i>P. chinensis</i>	3	7
<i>P. eurycarpa</i>	14	19
<i>P. khinjuk</i>	8	13
<i>P. lentiscus</i>	19	44
<i>P. terebinthus</i>	15	60
<i>P. vera</i>	4	4
<i>P. x saportae</i>	3	5
<i>P. terebinthus x vera</i>	1	1
<b>Total</b>	<b>92</b>	<b>185</b>

**Tableau 3.** Spécimens échantillonnés dans les collections de l’Herbier national et nombre de fruits prélevés pour chaque espèce. Abréviations : *P.* : *Pistacia* ; N : nombre

Aux spécimens obtenus par la collecte sur le terrain à Chypre et dans l’Herbier s’ajoutent 4 fruits de *P. vera* collectés par G. Willcox (DR CNRS) au Tadjikistan, puis déposés dans les collections du Laboratoire d’archéobotanique de l’UMR 7209.

Au total, le référentiel moderne comprend 1362 fruits représentant 7 espèces et 2 hybrides (Tabl. 4). Le nombre d’individus disponibles varie largement entre une espèce et une autre. Si les pistachiers collectés à la fois sur le terrain et dans l’Herbier (*P. atlantica*, *P. terebinthus*, *P. lentiscus*) sont bien représentés, les fruits d’autres espèces, par exemple *P. vera*, sont au contraire peu nombreux. Dans le cas d’une étude plus approfondie, il serait naturellement souhaitable d’augmenter le nombre de ces dernières.

<b>Taxon</b>	<b>N fruits Chypre</b>	<b>N fruits Herbie</b>	<b>N fruits UMR7209</b>	<b>NTot</b>
<i>P. atlantica</i>	133	32	0	<b>165</b>
<i>P. chinensis</i>	0	7	0	<b>7</b>
<i>P. eurycarpa</i>	0	19	0	<b>19</b>
<i>P. khinjuk</i>	0	13	0	<b>13</b>
<i>P. lentiscus</i>	440	44	0	<b>484</b>
<i>P. terebinthus</i>	600	60	0	<b>660</b>
<i>P. vera</i>	0	4	4	<b>8</b>
<i>P. x saportae</i>	0	5	0	<b>5</b>
<i>P. terebinthus x vera</i>	0	1	0	<b>1</b>
<b>Total</b>	1173	185	4	<b>1362</b>

**Tableau 4.** Nombre de fruits prélevés sur le terrain à Chypre et dans les collections de l'Herbier national et de l'UMR 7209. Abréviations : *P.* : *Pistacia* ; N : nombre

*Pistacia atlantica*



A.

Rousou 2018



B.

Rousou 2018

*Pistacia chinensis*



C.

Useful tropical plants 2014a



D.

Useful tropical plants 2014b

*Pistacia terebinthus*



E.

Rousou 2018



F.

Rousou 2018

**Figure 7.** Spécimens et fruits de *Pistacia atlantica* (A, B), *P. chinensis* (C, D) et *P. terebinthus* (E, F) (clichés par M. Rousou 2018 ; Useful tropical plants 2014a ; ibid. 2014b)

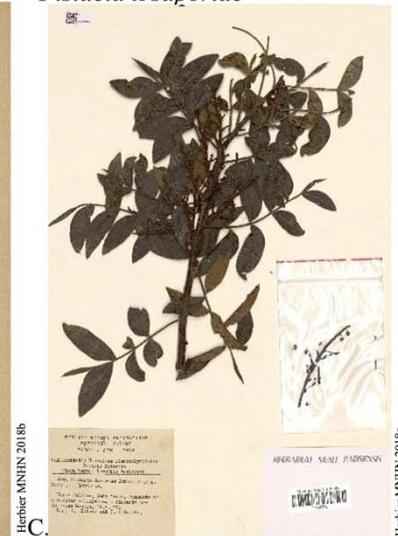
*Pistacia eurycarpa*



*Pistacia khinjuk*



*Pistacia x saportae*



*Pistacia terebinthus x vera*



*Pistacia vera*



*Pistacia lentiscus*



**Figure 8.** Spécimens avec fruits de l'Herbier national : *Pistacia eurycarpa* (A), *P. khinjuk* (B), *P. x saportae* (C) et *P. terebinthus x vera* (D) ; Spécimens et fruits de *P. vera* (E) et *P. lentiscus* (F, G). Code des spécimens de l'Herbier : A. MNHN-P-P06635236, B. MNHN-P-P06634957, C. MNHN-P-P06635273, D. MNHN-P-P00056167. (Herbier MNHN 2018a ; ibid. 2018b ; ibid. 2018c ; ibid. 2018d ; Rousou 2018, Tengberg 2015)

### 2.3. Préparation des fruits pour la collection de référence

Afin d'étudier les caractéristiques anatomiques des endocarpes actuels, il a été nécessaire d'enlever la partie charnue du fruit (botaniquement : l'épicarpe et le mésocarpe de la drupe). Cependant, avant de décortiquer les fruits nous les avons documentés par la prise de photographies en utilisant le dispositif de Séries-Z sous loupe binoculaire Nikon SMZ1270 (grossissements x0.63-x8) disponible dans le Laboratoire d'archéobotanique de l'UMR 7209.

Le décortiquage a été fait manuellement. Dans certains cas, notamment pour les fruits desséchés provenant de l'Herbier, le décortiquage a été précédé par le trempage des fruits dans de l'eau pendant une durée d'environ 3 heures.

### 3. Choix du corpus archéologique

Les sites archéologiques dont les restes sont étudiés dans le cadre de ce travail ont été sélectionnés en raison de la présence de restes de pistaches bien préservés, notamment des endocarpes entiers. Ce sont 7 sites néolithiques situés à Chypre (Ayios Tychonas-Klimonas, Khirokitia-Vounoi), en Turquie (Aşıklı Höyük) et en Syrie (Tell Aswad, Jerf el-Ahmar, Tell Qaramel et Dja'de el Mughara) (Fig. 9).



**Figure 9.** Localisation de sites archéologiques étudiés (Google Earth 2018 ; modifié par M. Rousou 2018)

L'ensemble du matériel archéologique est conservé sous forme carbonisée, en raison de l'exposition des fruits et/ou des endocarpes de pistache au feu dans des circonstances qui ne sont pas précisément connues mais qui peuvent être liées à l'utilisation de bois de pistachier comme combustible, le brûlage de déchets domestiques, la préparation alimentaire, etc. Pour les buts de notre projet, seuls des endocarpes entiers ont été sélectionnés à partir des collections archéobotaniques présentes et disponibles au sein de l'UMR 7209. Dans les cas où la présence de plusieurs morphotypes de *Pistacia* sur un même site avait été signalé, comme par exemple à Khirokitia-Vounoi (Parés inédit, p. 157-158), nous avons augmenté le nombre d'endocarpes considérés, afin d'inclure dans la plus grande variabilité de formes possible. Au total, 433 endocarpes provenant de 7 sites archéologiques ont été étudiés (Tabl. 5).

Site archéologique	Localisation	Datation	Nombre de contextes prélevés	Nombre d'endocarpes prélevés
Tell Qaramel	Syrie	PPNA	20	48
Jerf el Ahmar	Syrie	PPNA	2	2
Ayios Tychonas-Klimonas	Chypre	PPNA	10	13
Dja'de el Mughara	Syrie	PPNB	9	14
Tell Aswad	Syrie	PPNB	11	26
Aşikli Höyük	Turquie	ECA=PPNB récente	2	21
Khirokitia-Vounoi	Chypre	PPNB final/PPNC	14	309
<b>Total</b>	-	-	<b>68</b>	<b>433</b>

**Tableau 5.** Nombre de contextes archéologiques et d'endocarpes étudiés par site archéologique

Afin de situer les restes archéobotaniques dans leur contexte biogéographique et chrono-culturel, nous présentons brièvement ci-dessous par ordre chronologique les sites archéologiques inclus dans notre étude.

### **3.1. Présentation des sites archéologiques**

#### *Tell Qaramel (Syrie, PPNA, env. 10900-8800 cal BC)*

Le site de Qaramel, est situé près du village homonyme, sur la rive ouest de la rivière Qoueiq, à environ 25 km au nord de la ville d'Alep. Il correspond à un *tell* de 190 x 160m, fouillé à partir de 1999 par une équipe syro-polonaise sous la direction de R.F. Mazurowski (Mazurowski *et al.* 2009, p. 772). Les fouilles ont mis en évidence un habitat constitué de maisons rondes, daté de 10900-8800 cal BC et appartenant à la période du Néolithique Pré-Céramique A (ou PPNA - *Pre-Pottery Neolithic A*) (Mazurowski *et al.* 2009, p. 776-779). Tell Qaramel est l'un des plus anciens villages connus au Levant Nord et les niveaux d'occupation les plus anciens correspondent à la fin de la période de Dryas récente, autrement dit de l'ultime oscillation froide du Tardiglaciaire (Willcox & Herveux 2012, p. 128). Les habitants du site forme alors une communauté de chasseurs-cueilleurs spécialisée ne pratiquant pas encore ni l'élevage ni l'agriculture (Willcox & Herveux 2012, p. 126). Des différences dans le cortège des plantes exploitées par rapport à d'autres sites occupés à cette période s'expliquent vraisemblablement par des conditions climatiques légèrement plus humides (pluviométrie moyenne annuelle actuelle d'environ 400 mm) et la présence de sols non basaltiques (Willcox & Herveux 2012, p. 120 ; Willcox *et al.* 2008, p. 321, *ibid.* 2009, p. 152).

#### *Jerf el Ahmar (Syrie, PPNA, env. 9500-8700 cal BC)*

Situé sur la rive gauche du Moyen Euphrate, le site de Jerf el Ahmar a été découvert par M.-C. Cauvin, M. Molist et A. Taha lors de prospections préalables à la construction du barrage de Tichrine. Après une première campagne de fouilles en 1989, dirigée par T. Mc Clellan et M. Mottram mais dont les résultats n'ont jamais été publiés, le site a été exploré systématiquement de 1995 à 1999 par une équipe franco-syrienne, sous la direction de D. Stordeur (CNRS) et B. Jamous (Direction des Antiquités syrienne) (Stordeur 2014, p. 27 ; *ibid.* 2015, p. 23). Ces travaux, réalisés dans le cadre de fouilles de sauvetage, ont permis de mettre au jour onze niveaux d'occupation d'un village préhistorique de petite taille (< 1 ha) (Stordeur 2014, p. 29 ; *ibid.* 2015, p. 18). Les datations absolues (9500 à 8700 cal BC), l'architecture (maisons individuelles et bâtiments communautaires) ainsi que les autres vestiges archéologiques montrent la présence d'une organisation sociale complexe et situent ce site préhistorique dans le cadre de la culture mureybétienne, au sein du PPNA du Levant (Stordeur 2015, p. 18).

Malgré la difficulté de déterminer l'emplacement exact de l'Euphrate pendant la période d'occupation du site, la proximité du fleuve permettait aux habitants d'exploiter différentes ressources telles matériaux de construction (galets, argile) et diverses ressources animales et végétales. Le fleuve jouait sans doute également un rôle dans les systèmes d'échange impliquant notamment l'obsidienne d'origine anatolienne (Stordeur 2015, p. 21-22 ; Stordeur & Margueron 1998, p. 95). Outre la forêt-galerie le long du fleuve, les habitants avaient accès à d'autres types d'environnements, comme la steppe et les collines calcaires (Helmer *et al.* 1998, p. 17 ; Stordeur 2015, p. 22 ; Stordeur & Margueron 1998, p. 96 ; Willcox 1996, p. 150). Le climat de l'époque était probablement plus froide et humide qu'actuellement et selon les données archéobotaniques et archéozoologiques, la steppe aux alentours portait une végétation arborée (Helmer *et al.* 1998, p. 17 ; Stordeur 2015, p. 22-23 ; Stordeur *et al.* 1997, p. 284 ; Willcox 1996, p. 149-150). Si d'autres sites de la région continuent à être habités lors de la période de transition vers le PPNB ancien, Jerf el Ahmar a été abandonné pour des raisons qu'on ignore à partir d'environ 8700 cal BC (Stordeur 2015, p. 19).

#### *Ayios Tychonas-Klimonas (Chypre, PPNA, env. 9500 cal BC)*

Le site de Klimonas est situé sur un versant de colline près du village actuel d'Ayios Tychonas, au nord-est de Limassol et à une distance d'environ 2 km de la mer. Il a été découvert en 1989 lors des prospections systématiques d'Amathode (Briois *et al.* 2005). Des sondages effectués en 2009 ont révélé des vestiges préhistoriques (Vigne *et al.* 2011, p. 5). Les fouilles conduites sous la direction de F. Briois (EHES) et J.-D. Vigne (UMR 7209, CNRS-MNHN) ont mis au jour un village du Néolithique acéramique avec, entre autres, un bâtiment semi-enterré d'un diamètre de 10 m (Vigne *et al.* 2017, p. 23). L'ensemble des vestiges archéologiques indiquent une proximité culturelle avec le PPNA du Proche-Orient continental (par exemple avec Jerf el Ahmar en Syrie) (Vigne *et al.* 2011, p. 3-4 ; *ibid.* 2017, p. 23, 28, 29, 41).

Les premiers résultats des études bio-archéologiques montrent la probable introduction de certaines espèces végétales et animales du Proche-Orient continental. Tel est par exemple le cas du blé amidonnier (*Triticum dicocoides/dicocum*) et du chien domestique, *Canis familiaris* (Vigne *et al.* 2017, p. 37 ; *ibid.* 2011, p. 11, 15 ; *ibid.* 2012, p. 8447). Toutefois, la chasse était prédominante. Par contre, l'exploitation des ressources animales marines était quasi inexistante, malgré la proximité de la mer (Vigne *et al.* 2017, p. 40). L'étude géomorphologique indique la

présence, pendant la période d'occupation, d'une plaine alluviale ayant pu fournir des conditions favorables pour le développement de l'agriculture (Mylona *et al.* 2017, p. 102).

*Dja'de el Mughara (Syrie, PPNB, env. 9310-8290 cal BC)*

Le site de Dja'de el Mughara est implanté au nord-est d'Alep, sur la rive gauche du Moyen Euphrate. Comme Jerf el Ahmar, ce tell préhistorique a été découvert par les prospections du Haut Euphrate effectuées par T. McClellan, M.-C. Cauvin et M. Molist avant la construction du barrage de Tichrine (Coqueugniot 1998, p. 109). Jusqu'en 2011, quand les recherches archéologiques ont été interrompues par la crise en Syrie, les fouilles archéologiques, conduites sous la direction d'Eric Coqueugniot (Archéorient, Lyon) ont permis de dégager un établissement préhistorique couvrant une séquence stratigraphique de près d'un millénaire (9310-8290 cal BC) (Coqueugniot 1998, p. 114 ; *ibid.* 2014, p. 91). Les niveaux d'occupation les plus anciens sont contemporains de la dernière occupation de Jerf el Ahmar (Coqueugniot 2014, p. 91, 93). L'ensemble des vestiges archéologiques (architecture, industrie lithique, etc.) tout comme les indices relatifs à l'organisation sociale (par exemple bâtiments communautaires, pratiques funéraires, vestiges de repas collectifs) placent le site dans les horizons culturels du Levant de la fin du PPNA jusqu'à la fin du PPNB (Coqueugniot 1998, p. 109 ; *ibid.* 2014, p. 91).

Les données bio-archéologiques montrent le développement d'une économie de subsistance encore largement fondée sur les pratiques de chasse, pêche et cueillette même si des indices d'une agriculture pré-domestique sont également révélés (Coqueugniot 1998, p. 112 ; Willcox *et al.* 2008, p. 323). Les études bio-archéologiques ont par ailleurs montré l'exploitation de plusieurs types de biotopes, comme la ripisylve, la forêt pré-steppique et la steppe (Coqueugniot 1998, p. 112) dont le développement a bénéficié de conditions climatiques vraisemblablement plus humides et froides qu'à l'actuel (Coqueugniot 1998, p. 112 ; Helmer *et al.* 1998, p. 17-18 ; Willcox 1996, p. 149). Vers 8200 cal BC le site est abandonné, avant d'être réoccupé par un village au début du Néolithique céramique au 6<sup>e</sup> millénaire av. J.-C., puis par une dernière occupation à l'Âge du Bronze (Coqueugniot 1998, p. 113).

*Tell Aswad (Syrie, PPNB, env. 8600-7400 cal BC)*

Le site de Tell Aswad (littéralement la colline noire) est un grand tell situé à l'extrémité orientale du village de Jdeideh al-Khass, à 30 km à l'est de Damas, dans une plaine d'origine lacustre, actuellement située à 600 m d'altitude (de Contenson 1995, p. 13 ; Stordeur *et al.* 2010,

p. 43). Il a été découvert en 1967 et fouillé en 1971 et en 1972 par H. de Contenson (de Contenson 1995) puis entre 2001 et 2006 par une équipe franco-syrienne, sous la direction de D. Stordeur (CNRS) et B. Jamous (Direction des Antiquités syrienne) (Stordeur *et al.* 2010, p. 41, 43). Les fouilles ont mis en évidence dix-huit niveaux d'une occupation continue, du PPNB ancien jusqu'au début du PPNB récent (ca. 8600-7400 cal BC) (Stordeur *et al.* 2010, p. 43).

L'environnement actuel du site est très différent de celui du Néolithique. En effet, au Pléistocène toute la zone était occupée par un grand lac dont il ne reste actuellement qu'une petite étendue salée au sud, le Baharet al-Hijjaneh (Stordeur *et al.* 2010, p. 44-45). L'ensemble des données paléo-environnementales reflète également la prédominance d'un environnement humide avec l'exploitation d'espèces végétales et animales caractéristiques de ce milieu (Helmer & Gourichon 2008, p. 122-124 ; Stordeur *et al.* 2010, p. 45). Cependant, le la steppe était également proche et exploitée par les habitants (chasse de gazelles et équidés, collecte de plantes steppiques) (Helmer & Gourichon 2008, p. 122-123 ; Stordeur *et al.* 2010, p. 45). Un changement des modes de subsistance à Aswad est attesté au cours du temps, car l'importance de l'exploitation des animaux domestiques augment, alors que la part de la chasse et de la pêche diminuent (Helmer & Gourichon 2008, p. 145). Les céréales attestées sont issues de pratiques agricoles. L'ensemble des données bio-archéologiques montre ainsi que les habitants du site passent progressivement du statut de chasseurs-cultivateurs et éleveurs à celui d'éleveurs-cultivateurs (Stordeur *et al.* 2010, p. 47).

#### *Aşikli Höyük (Turquie, ECA, env. 8200-7500 cal BC)*

Le site préhistorique d'Aşikli Höyük se trouve dans l'ouest de l'Anatolie sur la rive droite de la rivière Melendiz, à environ 25 km sud-est de la ville actuelle d'Aksaray en Cappadoce. Découvert en 1963 par le hittitologue E. Gordon, il a fait l'objet d'une prospection réalisée quelques années après sous la direction d'Ian Todd (Todd 1966, p. 139). Plusieurs programmes de fouilles ont ensuite été réalisés sur le site par le Département de Préhistoire de l'Université d'Istanbul, sous les directions successives d'Ufuk Esin (1989-2004), Nur Balkan-Atli (2002-2004) et Mihriban Özbaşaran (2010-). Ces programmes ont mis en évidence l'existence, dans cette région riche en ressources, de plusieurs villages préhistoriques se succédant au même lieu sur une durée de près de mille ans (ca. 8200-7500 cal BC) (Duru & Özbaşaran 2005, p. 17 ; Esin & Hermankaya 1999, p. 117 ; Özbaşaran 2012, p. 135).

Selon la chronologie de l'Anatolie Centrale, Aşikli Höyük appartient à la Période Acéramique II (ECA II), ce qui correspond à la période PPNB récent selon la chronologie du Levant (Ergun inédit, p. 74, 79).

L'étude de l'ensemble du matériel archéologique et bio-archéologique montre la présence d'une société complexe, avec une économie de subsistance dépendant de la culture de céréales sauvages et domestiques, tout comme de la chasse et de la cueillette (Duru & Özbaşaran 2005, p. 17). Les données palynologiques dans la région (Eski Acigöl) montrent l'expansion de la couverture forestière (*Pistacia* sp. *Quercus* sp.), indication d'une l'augmentation des précipitations et des températures pendant la période d'occupation du site (Woldring & Bottema 2001/2002, p. 17).

#### *Khirokitia-Vounoi (Chypre, PPNB final ou PPNC, (env. 7000-5500 cal BC)*

Le site de Khirokitia-Vounoi, nommé site du patrimoine mondial de l'Unesco en 1998, est l'un des sites les plus importants pour la période du Néolithique pré-céramique chypriote à la fois par sa taille et la qualité des vestiges archéologiques découverts. Situé sur les flancs d'une colline enserrée dans un méandre de la rivière Maroni et à environ 6 km de la côte sud de l'île de Chypre dans le district de Larnaca, il a été découvert par P. Dikaios en 1934 (Le Brun & Daune-Le Brun 2009, p. 69). Les fouilles archéologiques ont été continuées jusqu'à 1946 sous la direction de P. Dikaios (Département des Antiquités de Chypre), en 1972 par D. Christou et N.P. Stanley-Price (Département des Antiquités de Chypre) puis de 1977 à 2009 sous la direction de A. Le Brun et O. Daune-Le Brun (CNRS, MAEE) (Le Brun 2004/2005). Les quatorze niveaux d'occupation du site correspondent à une durée d'occupation continue depuis le début du 7<sup>e</sup> millénaire jusqu'à environ 5500 cal BC (Parés inédit, p. 52-53, 56). Cette période correspond à la phase PPNB final ou PPNC selon la chronologie du Levant (Stordeur 2015, p. 17).

Les rapports préliminaires anthracologiques montrent que le climat était plus humide pendant la période d'occupation du site et que la ripisylve était exploitée par l'homme (Thiébaud 2003, p. 227-228). Au contraire, une dégradation du couvert forestier et une aridification du climat pendant la période d'abandon du site est aussi manifestée par les données anthracologiques (Thiébaud 2003, p. 230). Le site de Khirokitia a été abandonné vers 5500 cal BC pour des raisons qu'on ignore, avant d'être à nouveau réoccupé au 5<sup>e</sup> millénaire cal BC lors du Néolithique céramique (Le Brun & Daune-Le Brun 2009, p.77).



#### 4. Étude morphologique

La première approche utilisée est celle d'un examen détaillé de la morphologie des endocarpes du référentiel actuel afin d'en décrire les principales caractéristiques et distinguer des spécificités liées aux espèces pouvant être utilisées en tant que critères d'identification.

Étant donné qu'il s'agit, à notre connaissance, de la première étude systématique des endocarpes du genre *Pistacia*, nous avons dû élaborer une terminologie adaptée aux différentes parties en nous appuyant sur une bibliographie portant sur la morphologie végétale en général et sur celle des fruits en particulier (Beentje 2010 ; Berggren 1969 ; Botineau 2010 ; Bowes & Mauseth 2012 ; Harris & Harris 2001 ; Marouf & Reynaud 2007). Nous avons également utilisé les travaux déjà réalisés sur d'autres groupes de plantes, notamment 'des fruits à coque' comme les prunes, les amandes et les olives ou encore sur les graines lignifiées de la vigne (Burger *et al.* 2011 ; Caillavet 1991 ; Kroll 1978 ; Martinoli & Jacomet 2004 ; Terral 1999 ; Terral *et al.* 2004). La consultation de la bibliographie disponible nous a aidé à établir un protocole méthodologique, suivi à la fois pour le matériel actuel et archéologique.

Les observations ont été réalisées à l'aide d'une loupe binoculaire Nikon SMZ1270 (grossissements 0.63x-8x) mise à notre disposition dans le Laboratoire d'archéobotanique de l'UMR 7209. Plusieurs individus de chaque taxon ont été examinés selon quatre vues différentes : latérale, ventrale, dorsale et en vue de section inférieure. Plusieurs caractéristiques anatomiques ont été décrits pour chaque taxon : **(a)** suture ventrale, **(b)** suture dorsale, **(c)** symétrie en vue ventrale, **(d)** symétrie en vue latérale, **(e)** symétrie en section, **(f)** forme en vue latérale, **(g)** forme en vue ventrale/dorsale, **(h)** forme en section, **(i)** forme de l'apex, **(j)** forme de la base pédonculaire, et **(k)** texture de la surface. Au total nous avons étudié 313 individus actuels (Tabl. 6) et 438 individus archéologiques (Tabl. 7).

Taxon	Approche méthodologique		
	Morphologie	Morphométrie Classique	Morphométrie géométrique
<i>P. atlantica</i>	54	54	36
<i>P. chinensis</i>	7	7	7
<i>P. eurycarpa</i>	19	19	19
<i>P. khinjuk</i>	14	14	14
<i>P. lentiscus</i>	99	99	58
<i>P. terebinthus</i>	105	105	43
<i>P. vera</i>	9	9	8
<i>P. x saportae</i>	5	5	4
<i>P. terebinthus x vera</i>	1	1	1
<b>Total</b>	<b>313</b>	<b>313</b>	<b>190</b>

**Tableau 6.** Effectifs d'individus actuels étudiés par chaque approche méthodologique. Abréviations : *P.* : *Pistacia*.

Site archéologique	Approche méthodologique	
	Morphologie	Morphométrie géométrique
Tell Qaramel	52	23
Jerf el Ahmar	2	1
Dja'de el Mughara	15	4
Ayios Tychonas-Klimonas	13	4
Tell Aswad	26	12
Aşikli Höyük	21	11
Khirokitia-Vounoi	309	128
<b>Total</b>	<b>438</b>	<b>183</b>

**Tableau 7.** Effectifs d'individus archéologiques étudiés par chaque approche méthodologique

Des individus à la fois actuels et archéologiques qui représentent toute la variabilité de formes attestées ont été photographiés par Série-Z sous une loupe binoculaire Nikon SMZ1270 (grossissements 0.63x-8x) et à l'aide du logiciel NIS Elements, dans le Laboratoire d'archéobotanique de l'UMR 7209.

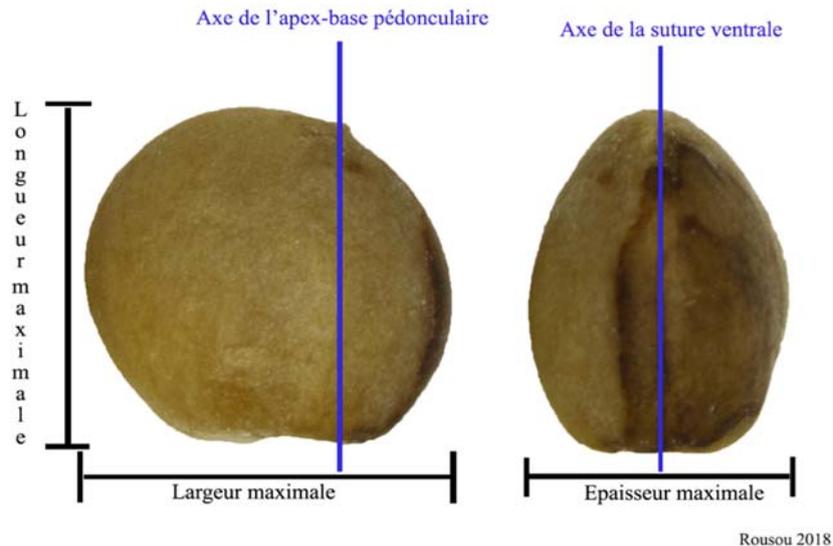
Afin de faire ressortir encore mieux les spécificités morphologiques de chaque taxon, les clichés photographiques ont été complétés par des dessins scientifiques d'une sélection d'endocarpes actuels et archéologiques. Pour chaque taxon actuel, nous avons choisi un individu considéré comme représentatif de son groupe. Celui-ci a été dessiné selon les standards établis pour ce type de matériel (Goddard & Nesbitt 1997). Nous avons également décidé de réaliser des dessins de certains endocarpes archéologiques lorsque ceux-ci présentaient une morphologie inconnue, c'est-à-dire sans correspondance parmi les taxons actuels. Les dessins jouent un rôle important non seulement pour mettre en lumière des caractéristiques diagnostiques mais également – pour le dessinateur – comme moyen d'observation et de compréhension du matériel étudié (Goddard & Nesbitt 1997, p. 15). Les dessins des endocarpes de pistache ont été réalisés au sein de l'Atelier Iconographie Scientifique de l'UMS 2700 où nous avons grandement bénéficié des conseils de Didier Geffard-Kuriyama (TCE, MNHN, responsable technique de l'Atelier Iconographie) et de Jean-François Dejouannet (TCN IRD, UMS 2700). Les dessins ont été réalisés à la main, avec l'aide d'une loupe binoculaire Nikon SMZ 800 (grossissements 1x – 6.3x) équipée d'une chambre claire. Pour chaque taxon nous avons réalisé 4 vues (latérale, dorsale, ventrale, section en vue inférieure) pour un nombre total de 44 dessins. La première version de chaque dessin, réalisée au crayon, a fait l'objet d'un encrage aboutissant aux illustrations finales (Figs. 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25 et 27).

L'observation et la description des caractéristiques morphologiques des endocarpes ont été complétées par deux approches permettant de mieux comprendre leur forme de façon quantitative : la morphométrie dite 'traditionnel' et la morphométrie géométrique.

## **5. Analyse de morphométrie traditionnelle**

L'étude morphométrique dite 'traditionnelle', appliquée aux endocarpes, a pour objectif d'explorer leur forme à travers la prise de trois mesures : longueur, largeur et épaisseur (Fig. 10). Les endocarpes ont été positionnés sur de la pâte à modeler, selon les axes de symétrie : l'axe de la suture ventrale en vue latérale pour les mesures de la longueur et la largeur et l'axe

de l'apex-base pédonculaire en vue ventrale pour la mesure de l'épaisseur maximale (Fig. 10). Ces mesures ont été réalisées dans le Laboratoire d'archéobotanique de l'UMR 7209 par l'utilisation d'une loupe binoculaire Nikon SMZ1270 (grossissements 0.63x-8x) couplé au logiciel NIS Elements. Au total nous avons mesuré 313 individus actuels appartenant à neuf taxons différents (Tabl. 6).



**Figure 10.** Mesures linéaires et axes de symétrie. Endocarpe de *Pistacia terebinthus* en vue latérale (à gauche) et en vue ventrale (à droite) (clichés M. Rousou 2018)

Comme la carbonisation peut provoquer une diminution de la taille des restes archéobotaniques (Ruas & Bouby 2010 ; Wright 2003), nous n'avons pas mesuré la taille de ces individus.

L'analyse statistique des données obtenues a été réalisée avec les logiciels R-Studio (RStudio Team 2016) et Past version 320 (Hammer *et al.* 2001). Premièrement, la comparaison des différences entre les trois variables de la taille (longueur, largeur et épaisseur) a été faite par les boîtes à moustaches (*box-plot*). De plus, afin d'observer et visualiser la variation en prenant en compte tous les trois variables de la taille, nous avons effectué une analyse de composants principales (ACP) sur les valeurs transformées en log. La variation a ensuite été explorée par des analyses factorielles discriminantes (AFD) en excluant les taxons représentés par moins de 10 individus. Enfin, afin de tester s'il y a allométrie entre les différentes espèces, nous avons réalisé un ACP sur les valeurs en enlevant l'effet de la taille (transformation de Mosimann). Nous également effectué une régression multivariée entre la taille isométrique et ces valeurs. Ce test a été accompagné d'un test MANOVA.

## 6. Analyse de morphométrie géométrique

L'acquisition de données pour l'étude morphométrique géométrique a été faite à partir de photos de la face latérale, en deux dimensions. La prise de clichés a été réalisée à l'aide d'un microscope Nikon AZ100 (grossissements 1x-8x) dans le Laboratoire d'archéobotanique de l'UMR 7209. Afin de bien positionner les endocarpes, nous avons utilisé de la pâte à modeler et nous avons mis le point sur le contour.

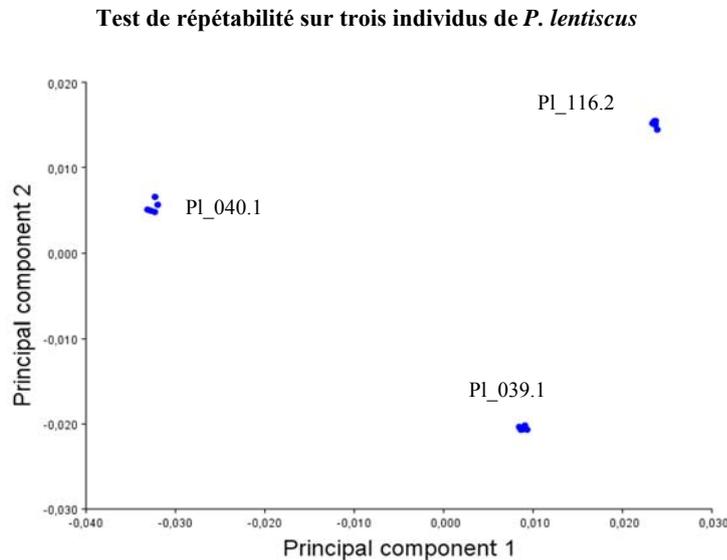
Pour le matériel actuel nous avons inclus un individu de chaque spécimen échantillonné à Chypre tout comme l'ensemble du matériel prélevé dans le l'Herbier, à l'exception de deux endocarpes imparfaitement lignifiés. Au total, 190 individus actuels ont été inclus dans l'analyse morphométrique géométrique (Tabl. 6).

En ce qui concerne le matériel archéologique, nous avons inclus dans cette analyse uniquement les endocarpes entièrement intacts et sur lesquels le point homologue (voir ci-dessous) était bien visible. Nous avons ainsi exclu les endocarpes dont la prise de points aurait pu être perturbée par des traces d'insecte, des vestiges de l'épicarpe ou du mésocarpe ou des traces du pédicelle sur la base pédonculaire. De plus, comme le matériel du site de Khirokitia-Vounoi était très abondant, nous l'avons d'abord étudié morphologiquement et après nous avons sélectionné vingt à trente individus pour chaque taxon/groupe identifié. Au total, nous avons inclus 183 individus archéologiques des 7 sites archéologiques dans l'analyse de morphométrie géométrique (Tabl. 7).

Pour l'analyse morphométrique géométrique nous avons utilisé un *landmark* et des *semi-landmarks*. Le point homologue (*landmark*), reconnaissable sur l'ensemble des individus actuels et archéologiques a été défini sur l'apex des endocarpes ; il correspond au point de jonction de la suture ventrale et dorsale. Les autres points (*semi-landmarks*) ont été placés sur le contour des endocarpes. Afin de définir le nombre idéal de *semi-landmarks* à utiliser, nous avons d'abord établi le moyen de points nécessaires pour 'décrire' la forme des endocarpes (N=74). L'acquisition de données (coordonnées X et Y de chaque point) a été effectuée sur le logiciel tpsDig2 version 2.31 (Rohlf 2015).

Un test de répétabilité a été réalisé afin de tester s'il y a d'effet de l'opérateur pendant l'acquisition de données. Ce test a été fait en prenant cinq fois les points de trois individus de la

même espèce (*Pistacia lentiscus*). Les points qui correspondent aux cinq fois d'acquisition de données pour chaque individu se regroupent et sont éloignés par ceux d'autres individus (Fig. 11). Ainsi, ce test montre qu'il n'y a pas de biais d'effet d'opérateur pour l'acquisition de données.



**Figure 11.** Test de répétabilité d'acquisition des données (coordonnées X et Y) pour l'analyse de morphométrie géométrique réalisée 5 fois sur 3 individus de *Pistacia lentiscus*

Ensuite, les points ont été superposés selon la méthode de Procrustes avec *sliding similandmarks* en minimisant la *Bending Energy* (algorithme de *minimum Bending Energy*).

L'analyse statistique des données morphométriques géométriques a été faite sous Morphoj version 1.06d (Klingenberg 2011) et R-Studio (RStudio Team 2016). Afin d'observer et visualiser la distribution des espèces, nous avons effectué une analyse ACP. Afin d'exploiter la discrimination des taxons, nous avons réalisé une analyse de variance canonique (CVA) sur les données de tous les taxons ainsi que sur les taxons représentés par plus de dix individus. Ensuite, l'analyse classification d'observations multivariée à posteriori (library MASS ; fonction `p$posterior`) nous a permis de rapprocher les individus archéologiques aux taxons actuels, selon la probabilité la plus élevée.

## CHAPITRE III - RÉSULTATS

Les résultats de notre recherche sont présentés par approche méthodologique en considérant premièrement le matériel de référence actuel, puis l'application des résultats obtenus sur le matériel archéologique.

### 1. Approche morphologique

Le premier résultat de l'approche morphologique consiste en l'obtention d'une description détaillée, jusqu'alors inédite, des endocarpes de 7 des 9 espèces reconnues pour le genre *Pistacia* (Al-Saghir & Porter 2012). Cette description est illustrée par des clichés photographiques et des dessins scientifiques réalisés par l'auteur. Bien que chronophage, nous avons choisi d'apporter un soin particulier à l'illustration du référentiel à des fins de publication.

Dans les pages qui suivent nous décrivons nos observations, espèce par espèce et selon la classification phylogénétique en deux sections : *Pistacia* et *Lentiscella* (Al-Saghir & Porter 2012). Nous avons également inclus *Pistacia x saportae* dans notre présentation bien que la morphologie des endocarpes de cet hybride entre *P. lentiscus* et *P. terebinthus* soit, comme l'on pouvait s'y attendre, plutôt variable. Par contre, nous avons exclu *P. terebinthus x vera* en raison du faible nombre d'individus disponibles pour observation.

La présentation est organisée selon les 4 vues d'observation : latérale, ventrale, dorsale et section en vue inférieure.

L'examen de la morphologie a permis de décrire précisément le référentiel et de mettre en avant des spécificités morphologiques permettant de distinguer, souvent avec certitude, les espèces entre elles. Ces caractéristiques peuvent dès lors être utilisées en tant que critères d'identification et sont notamment à la base de la clé d'identification que nous avons établie à l'usage des archéobotanistes (et d'autres spécialistes) pour l'identification des endocarpes dont l'appartenance taxonomique n'est pas connue.

Des aspects particulièrement discriminants sont la forme et les limites de la base pédonculaire, la symétrie ou asymétrie en vue latérale, ventrale/dorsale et section et les sutures ventrale et dorsale.

## Section *Pistacia Zoh.*

### *Pistacia atlantica* Desf.

Face latérale (Fig. 12A) : Endocarpe symétrique, de forme obovoïde ou plus rarement ovoïde. Apex généralement arrondi, parfois conoïde, jamais mucroné. Base pédonculaire le plus souvent horizontale ou (rarement) oblique. Cicatrice du pédoncule non visible sur cette face. Surface de l'endocarpe présentant des lignes longitudinales denses et très marquées, parfois continues, s'étendant alors de l'apex vers la base pédonculaire en formant de 'plis' saillants vers la base.

Face ventrale (Fig. 12B) : Endocarpe symétrique, de forme ovoïde (ou plus rarement obovoïde). Suture ventrale clairement marquée, souvent en forme de doubles sillons. Apex visible, arrondi, parfois conoïde, jamais mucroné. Cicatrice du pédoncule non visible. Surface avec des rides serrées, très bien marquées, denses, formant de 'plis' vers la base pédonculaire.

Face dorsale (Fig. 12C) : Endocarpe symétrique de forme ovoïde, parfois obovoïde. Suture dorsale peu marquée à marquée. Apex et cicatrice du pédoncule jamais visibles en face dorsale. Surface avec de rides serrées, clairement marquées, denses formant de 'plis' vers la base pédonculaire.

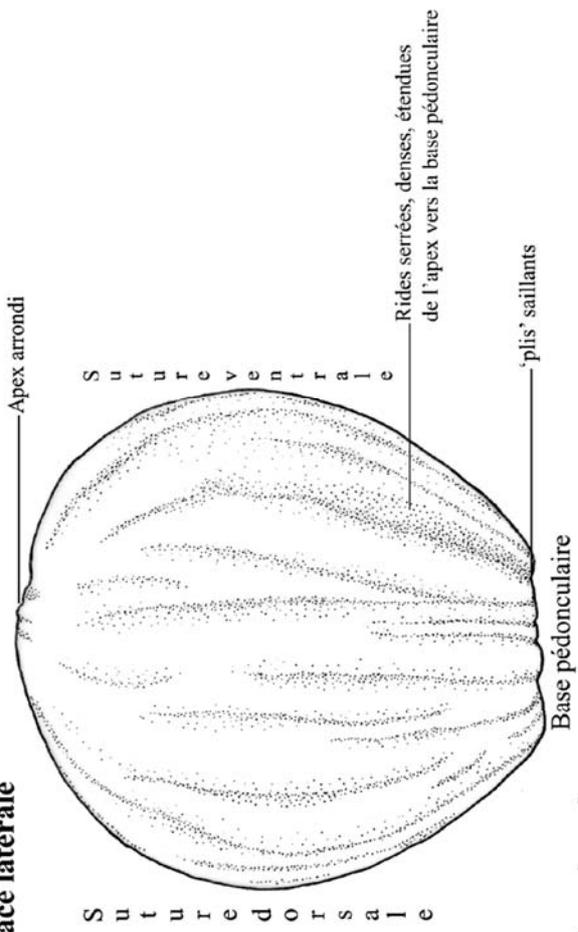
Section en vue inférieure (Fig. 12D) : Section symétrique, en forme d'ellipse. Les deux valves comprimées latéralement, la partie ventrale aussi large que la partie dorsale. Les limites de la base pédonculaire très bien définies, formant une 'cavité pédonculaire' profonde et creuse, à contour circulaire à elliptique, tout comme celui de la cicatrice du pédoncule. Suture ventrale bien visible, en forme de doubles sillons. Suture dorsale faiblement marquée, presque estompée.



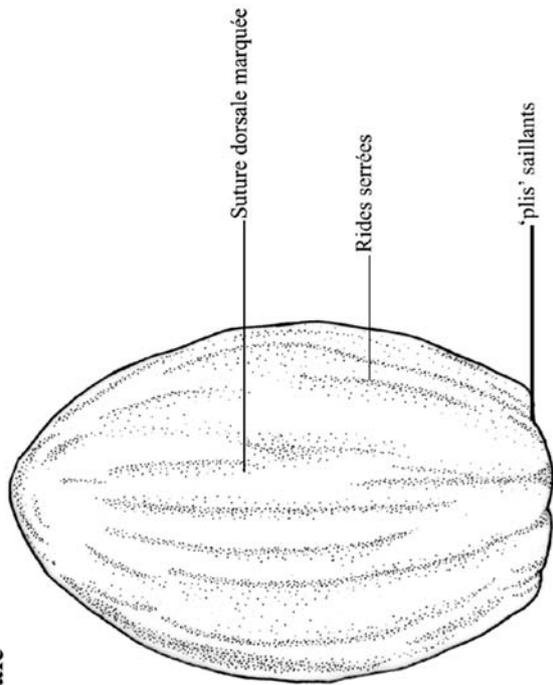
**Figure 12.** Morphologie comparée des endocarpes de *P. atlantica* en face latérale (A), ventrale (B), dorsale (C) et en section en vue inférieure (D) (clichés M. Rousou 2018)

*Pistacia atlantica* Desf.

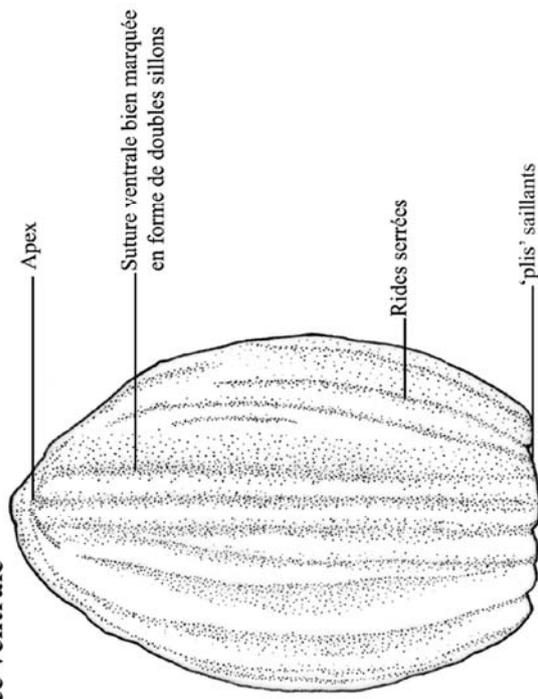
Face latérale



Face dorsale



Face ventrale



Section en vue inférieure

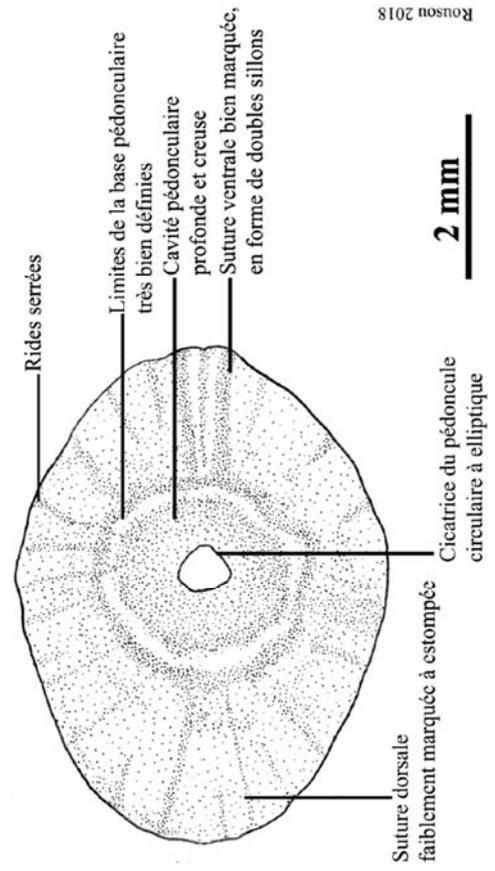


Figure 13. Représentation graphique de *P. atlantica* (Rousou 2018)

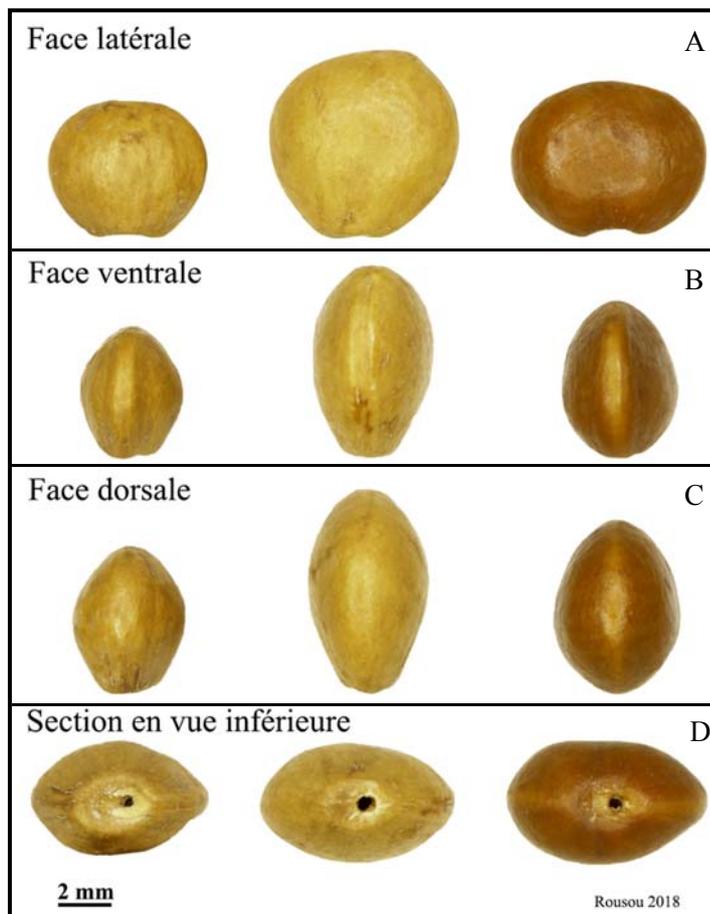
## *Pistacia eurycarpa* Yalt.

Face latérale (Fig. 14A) : Endocarpe généralement symétrique est très large, de forme obovoïde, voire réniforme si la base pédonculaire est concave. Toujours plus large que longue. Apex généralement arrondi, parfois conoïde, très rarement plat (horizontal) ou pointu, jamais mucroné. Lorsqu'il est faiblement conoïde, il correspond au point le plus distale de l'endocarpe. Cicatrice du pédoncule jamais visible en face latérale. Surface généralement lisse, parfois avec de rides serrées, estompées vers l'apex de l'endocarpe, mais plus marquées vers la base pédonculaire, formant des 'plis' saillants. Base pédonculaire généralement concave, rarement horizontale.

Face ventrale (Fig. 14B) : Endocarpe symétrique de forme ovoïde, très rarement obovoïde. Suture ventrale marquée à faiblement marquée ; si marquée, en forme de doubles sillons. Apex visible en face ventrale, parfois faiblement conoïde. Cicatrice du pédoncule non visible en face ventrale. Surface généralement lisse, parfois avec de rides serrées, estompées vers l'apex de l'endocarpe, mais plus marquées vers la base pédonculaire, formant des 'plis' saillants.

Face dorsale (Fig. 14C) : Endocarpe symétrique, de forme ovoïde, très rarement obovoïde. Suture dorsale faiblement ou pas marquée. Apex et cicatrice du pédoncule non visibles en face dorsale. Surface généralement lisse, parfois avec de rides serrées, estompées vers l'apex de l'endocarpe, mais plus marquées vers la base pédonculaire, formant des 'plis' saillants.

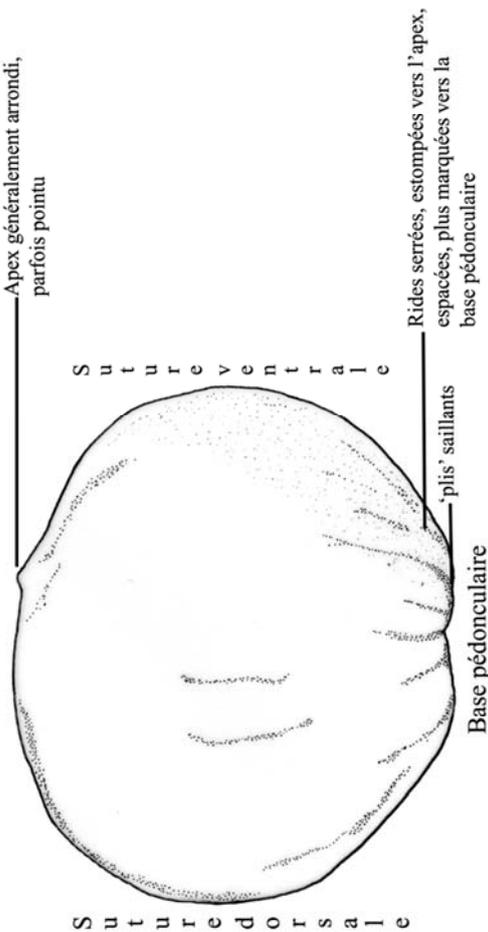
Section en vue inférieure (Fig. 14D) : Section généralement symétrique en forme d'ellipse. Les deux valves comprimées latéralement, la partie ventrale aussi large que la partie dorsale. Limites de la base pédonculaire définies, parfois pas très marquées, formant une 'cavité pédonculaire', peu profonde. Si les limites de la base pédonculaire sont définies (=cavité pédonculaire), elles ont une forme générale circulaire à elliptique. Suture ventrale marquée à faiblement marquée ; si marquée, souvent en forme de doubles sillons. Suture dorsale très faiblement marquée, estompée. Forme générale de la cicatrice du pédoncule circulaire à elliptique.



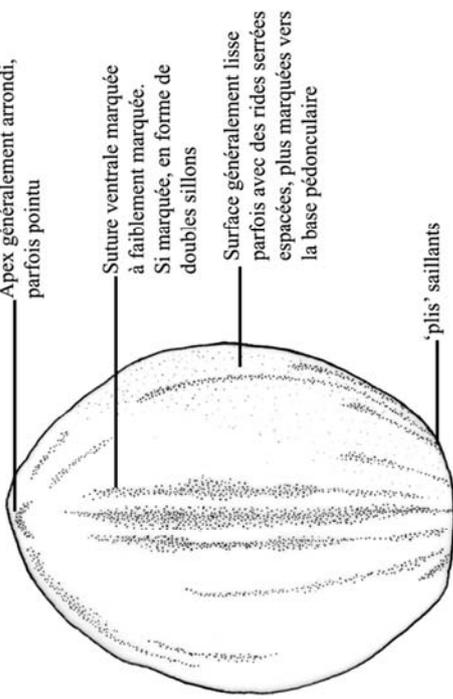
**Figure 14.** Morphologie comparée des endocarpes de *P. eurycarpa* en face latérale (A), ventrale (B), dorsale (C) et en section en vue inférieure (D) (clichés M. Rousou)

*Pistacia eurycarpa* Yalt.

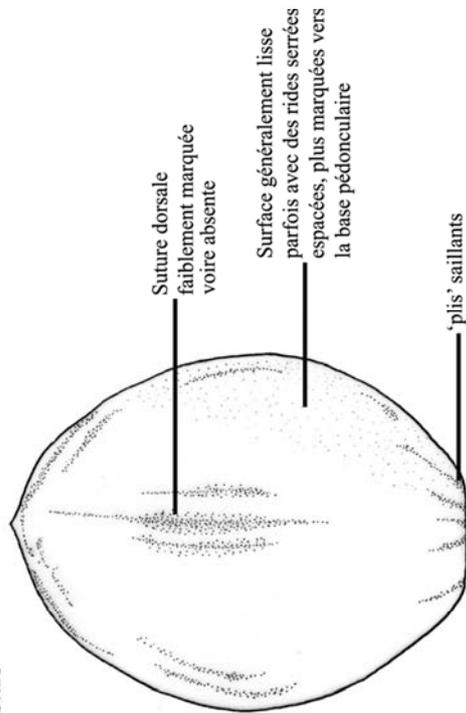
Face latérale



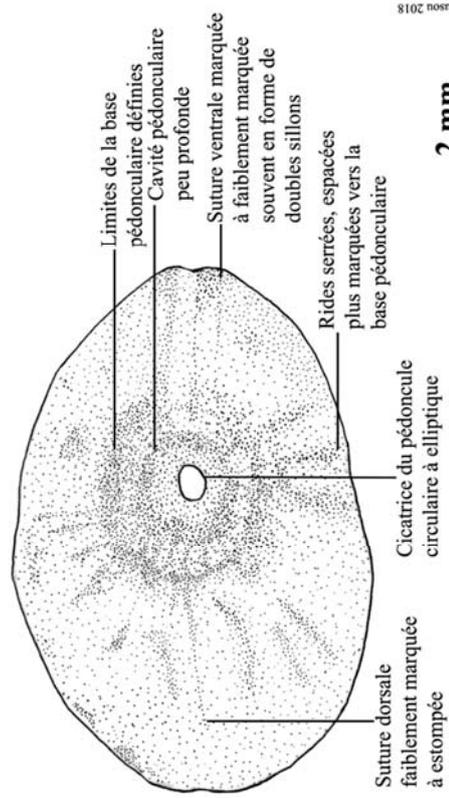
Face ventrale



Face dorsale



Section en vue inférieure



2 mm

Figure 15. Représentation graphique de *P. eurycarpa* (Rousou 2018)

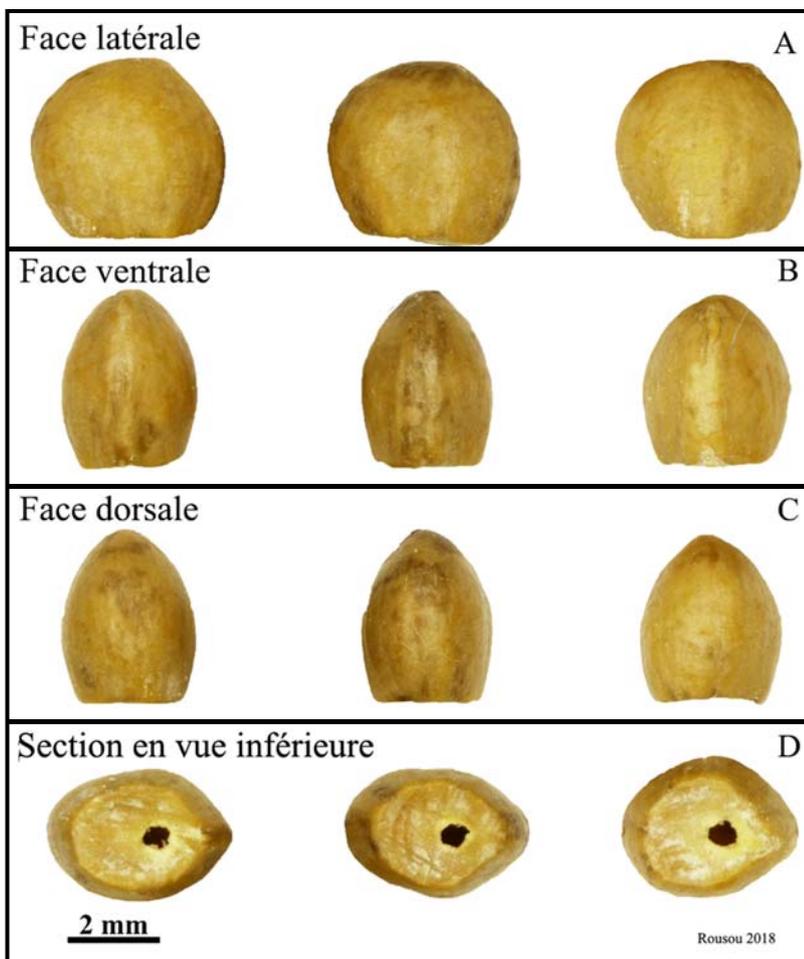
## *Pistacia khinjuk* Stocks

Face latérale (Fig. 16A) : Endocarpe plus ou moins symétrique, de forme ovoïde ou (très rarement) circulaire. Apex faiblement conoïde ou arrondi, jamais mucroné, il correspond au point le plus distale de l'endocarpe. Cicatrice du pédoncule jamais visible en face latérale. Surface généralement lisse, parfois avec de rides serrées, estompées vers l'apex de l'endocarpe, mais plus marquées vers la base pédonculaire, formant des 'plis' saillants, espacés. Base pédonculaire généralement horizontale.

Face ventrale (Fig. 16B) : Endocarpe symétrique de forme ovoïde. Suture ventrale marquée à bien marquée, si marquée, parfois en forme de doubles sillons. Apex visible, parfois faiblement conoïde ou arrondi. Cicatrice du pédoncule non visible en face ventrale. Surface généralement lisse, parfois avec de rides serrées, estompées vers l'apex de l'endocarpe, mais plus marquées vers la base pédonculaire, formant des 'plis' saillants, espacés. Base pédonculaire souvent concave.

Face dorsale (Fig. 16C) : Endocarpe symétrique de forme ovoïde. Suture dorsale faiblement marquée. Apex et cicatrice du pédoncule jamais visibles en face dorsale. Surface généralement lisse, parfois avec de rides serrées, estompées vers l'apex de l'endocarpe, mais plus marquées vers la base pédonculaire, formant des 'plis' saillants, espacés, marquées à faiblement marquées.

Section en vue inférieure (Fig. 16D) : Section symétrique de forme elliptique. Deux valves comprimées latéralement, la partie dorsale plus large que la partie ventrale. Limites de la base pédonculaire bien définies, formant une 'cavité pédonculaire', profonde ou peu profonde. La forme générale des limites de la base pédonculaire bien définies et elliptiques. Suture ventrale marquée à faiblement marquée. Suture dorsale très faiblement marquée, estompée voire absente. Forme générale de la cicatrice du pédoncule circulaire à elliptique.



**Figure 16.** Morphologie comparée des endocarpes de *P. khinjuk* en face latérale (A), ventrale (B), dorsale (C) et en section en vue inférieure (D) (clichés M. Rousou)

*Pistacia khinjuk* Stocks.

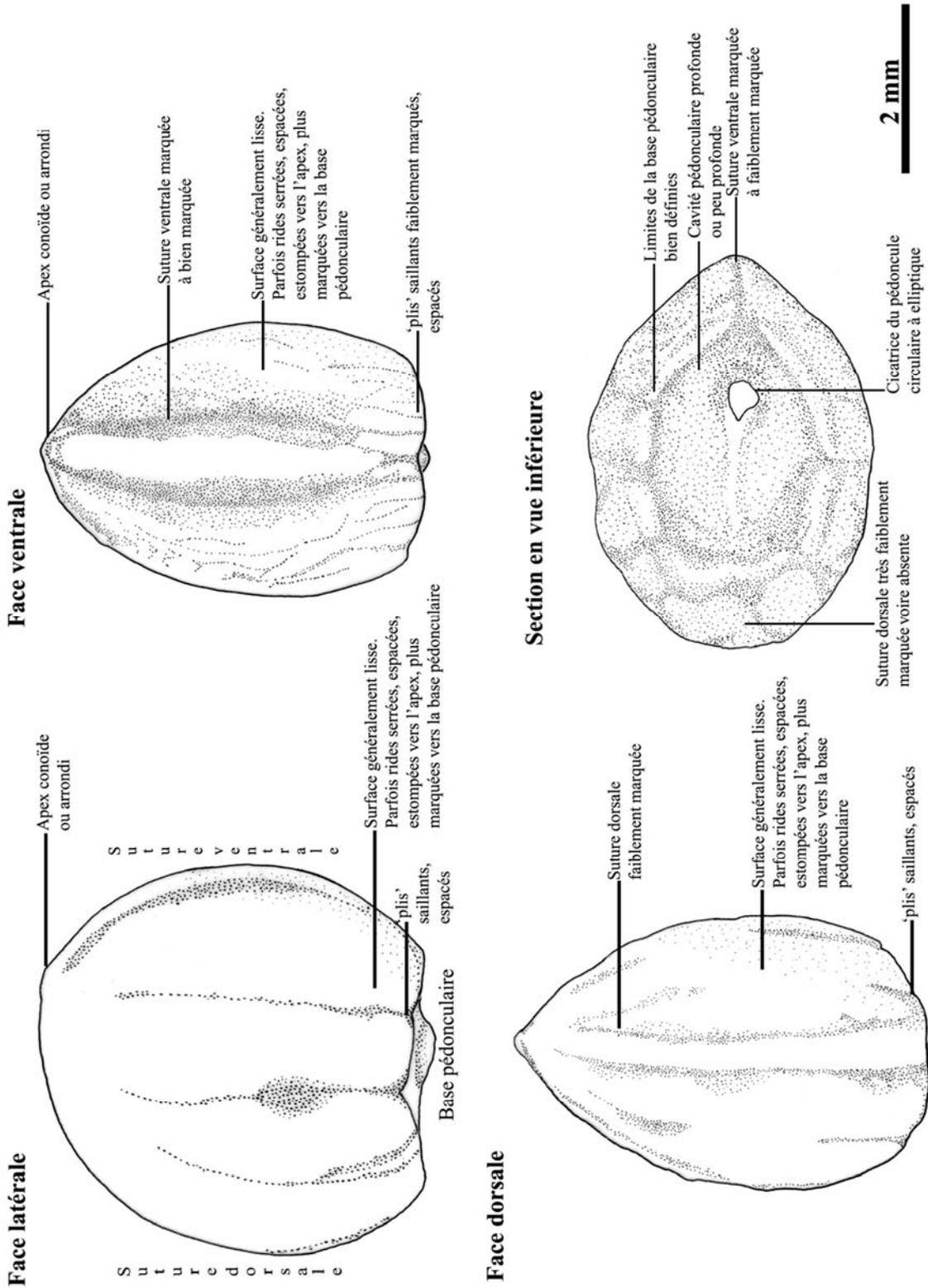


Figure 17. Représentation graphique de *P. khinjuk* (Rousou 2018)

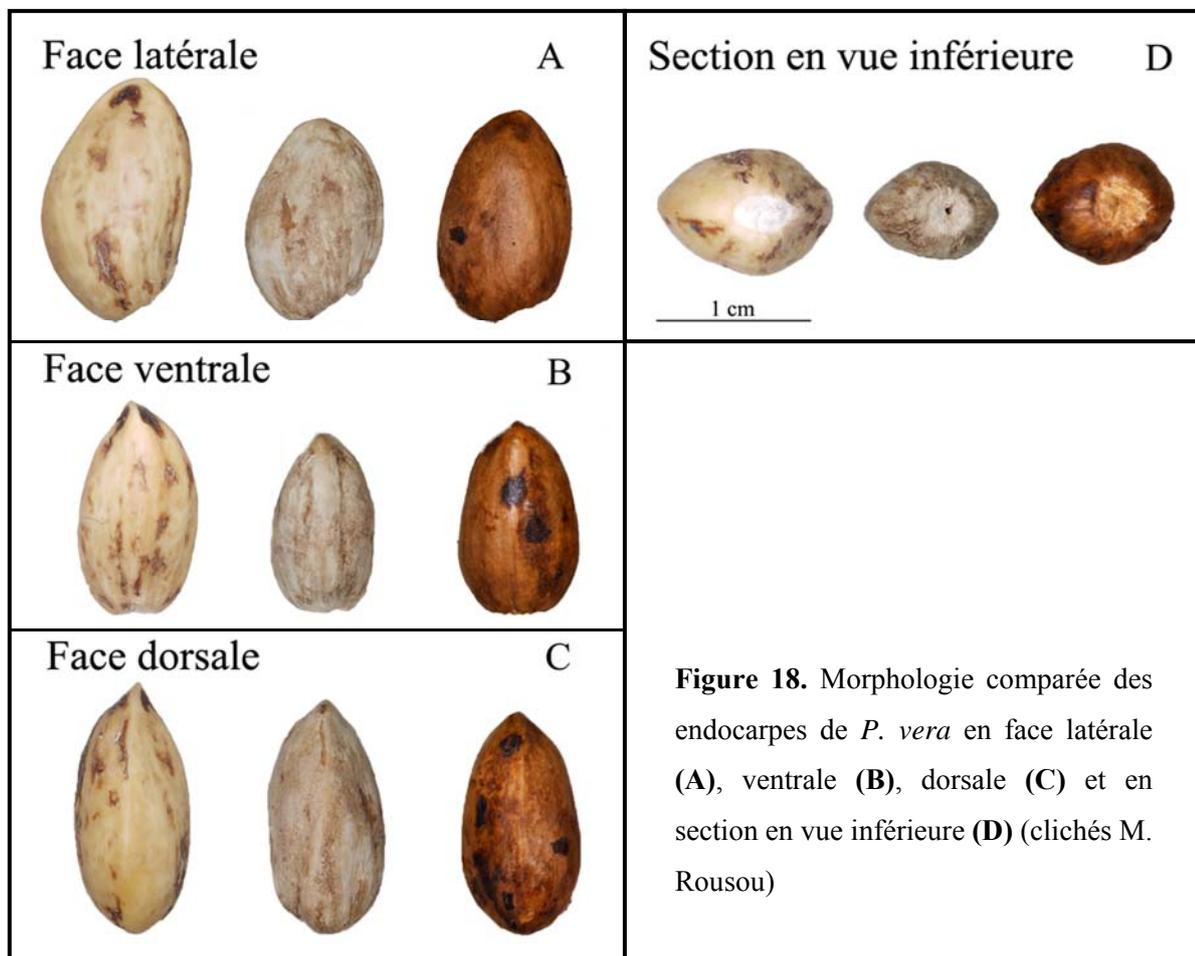
## *Pistacia vera* L.

Face latérale (Fig. 18A) : Endocarpe asymétrique de forme allongée, réniforme à ovoïde, toujours plus longue que large. Base pédonculaire toujours oblique, jamais horizontale, partie dorsale beaucoup plus concave que la partie ventrale. Apex conoïde, généralement arrondi, parfois pointu. Cicatrice du pédoncule non visible en face latérale. Base pédonculaire faiblement concave. Surface avec de rides serrées, en forme de 'lignes', plus ou moins marquées, denses, parfois continues qui s'étendent de l'apex vers la base pédonculaire, en formant des 'plis' saillants vers la base pédonculaire.

Face ventrale (Fig. 18B) : Endocarpe symétrique de forme ovoïde. Suture ventrale marquée, en forme de doubles sillons. Apex visible, généralement arrondi, parfois pointu. Cicatrice du pédoncule non visible en face ventrale. Base pédonculaire souvent concave. Surface portant des rides serrées, en forme de 'lignes', plus ou moins marquées, denses, parfois continues qui s'étendent de l'apex vers la base pédonculaire en formant des 'plis' saillants vers la base pédonculaire.

Face dorsale (Fig. 18C) : Endocarpe symétrique de forme ovoïde. Suture dorsale marquée, souvent en forme de 'S' inverse (2), presque jamais étroit. Cicatrice du pédoncule non visible, apex visible. Base pédonculaire souvent convexe. Surface avec de rides serrées, en forme de 'lignes', très marquées, denses, parfois continues qui s'étendent de l'apex vers la base pédonculaire en formant des 'plis' saillants vers la base pédonculaire.

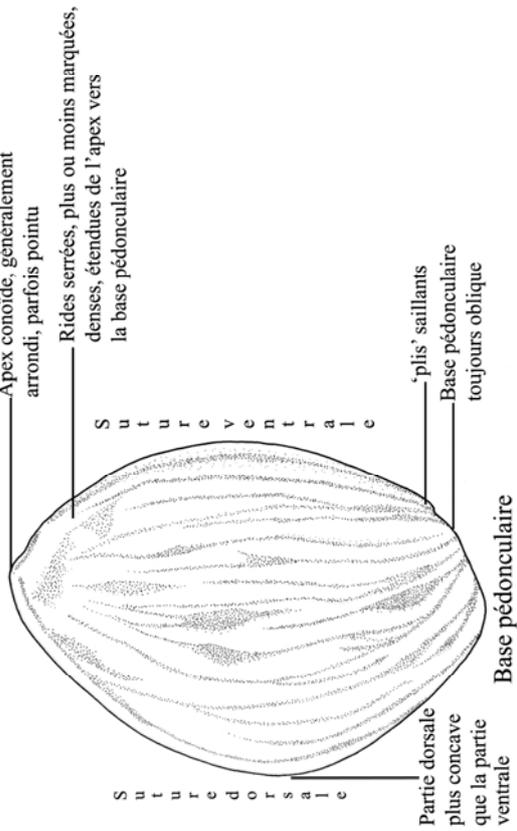
Section en vue inférieure (Fig. 18D) : Section symétrique de forme circulaire à elliptique. Deux valves faiblement comprimées latéralement, la partie ventrale parfois plus large que la partie dorsale. Limites de la base pédonculaire peu définies, absence d'une vraie 'cavité pédonculaire'. Si présente, base pédonculaire peu marquée, peu profonde, pas creuse. Suture ventrale marquée, toujours visible en section, en forme de doubles sillons. Suture dorsale marquée à très bien marquée. Forme générale de la cicatrice du pédoncule circulaire à elliptique.



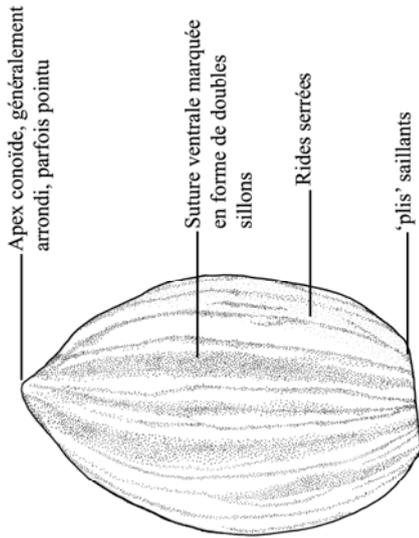
**Figure 18.** Morphologie comparée des endocarpes de *P. vera* en face latérale (A), ventrale (B), dorsale (C) et en section en vue inférieure (D) (clichés M. Rousou)

*Pistacia vera* L.

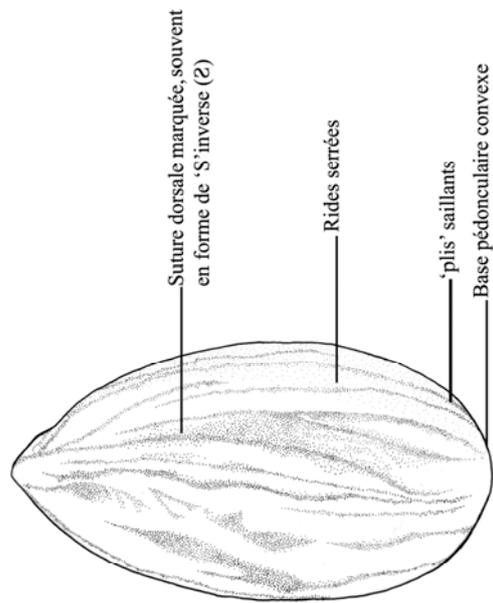
Face latérale



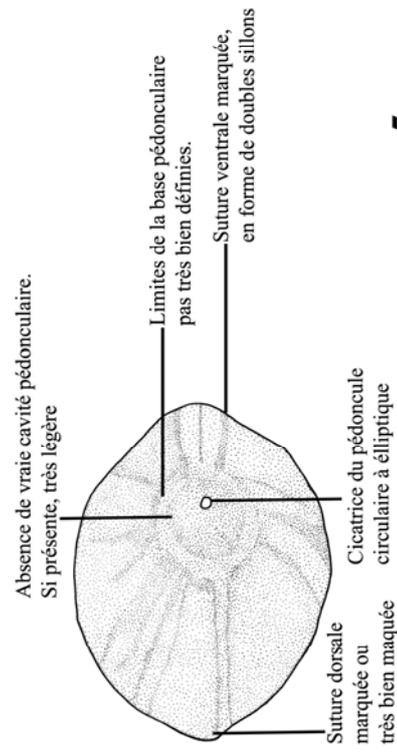
Face ventrale



Face dorsale



Section en vue inférieure



5 mm

Figure 19. Représentation graphique de *P. vera* (Rousou 2018)

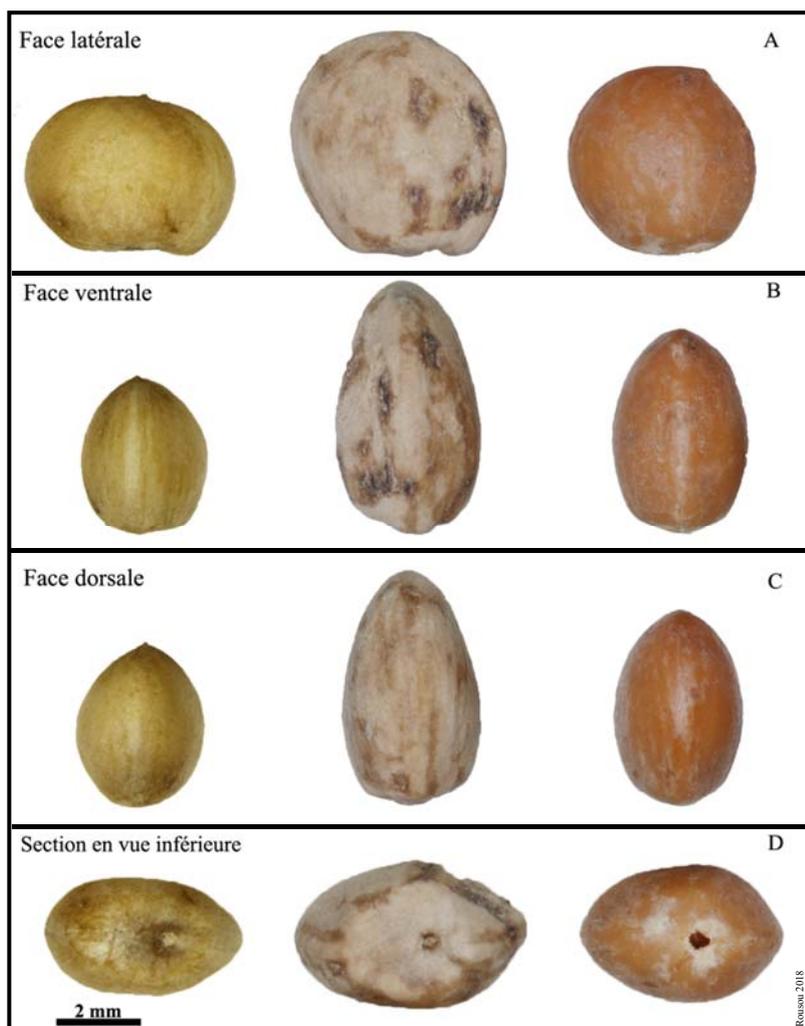
## *Pistacia terebinthus* L.

Face latérale (Fig. 20A) : Endocarpe généralement symétrique mais parfois asymétrique, selon la position de l'apex. Forme générale variable : ovoïde, parfois elliptique, assez souvent circulaire. Assez souvent aussi large que longue, parfois allongé. Apex généralement pointu, assez souvent mucroné. Cicatrice du pédoncule presque toujours visible en face latérale. Base pédonculaire généralement faiblement convexe, rarement concave, lisse. Surface généralement lisse, rarement présence de rides serrés sur la surface de l'endocarpe, si oui très estompées, uniquement légèrement visibles vers la base pédonculaire et très espacées.

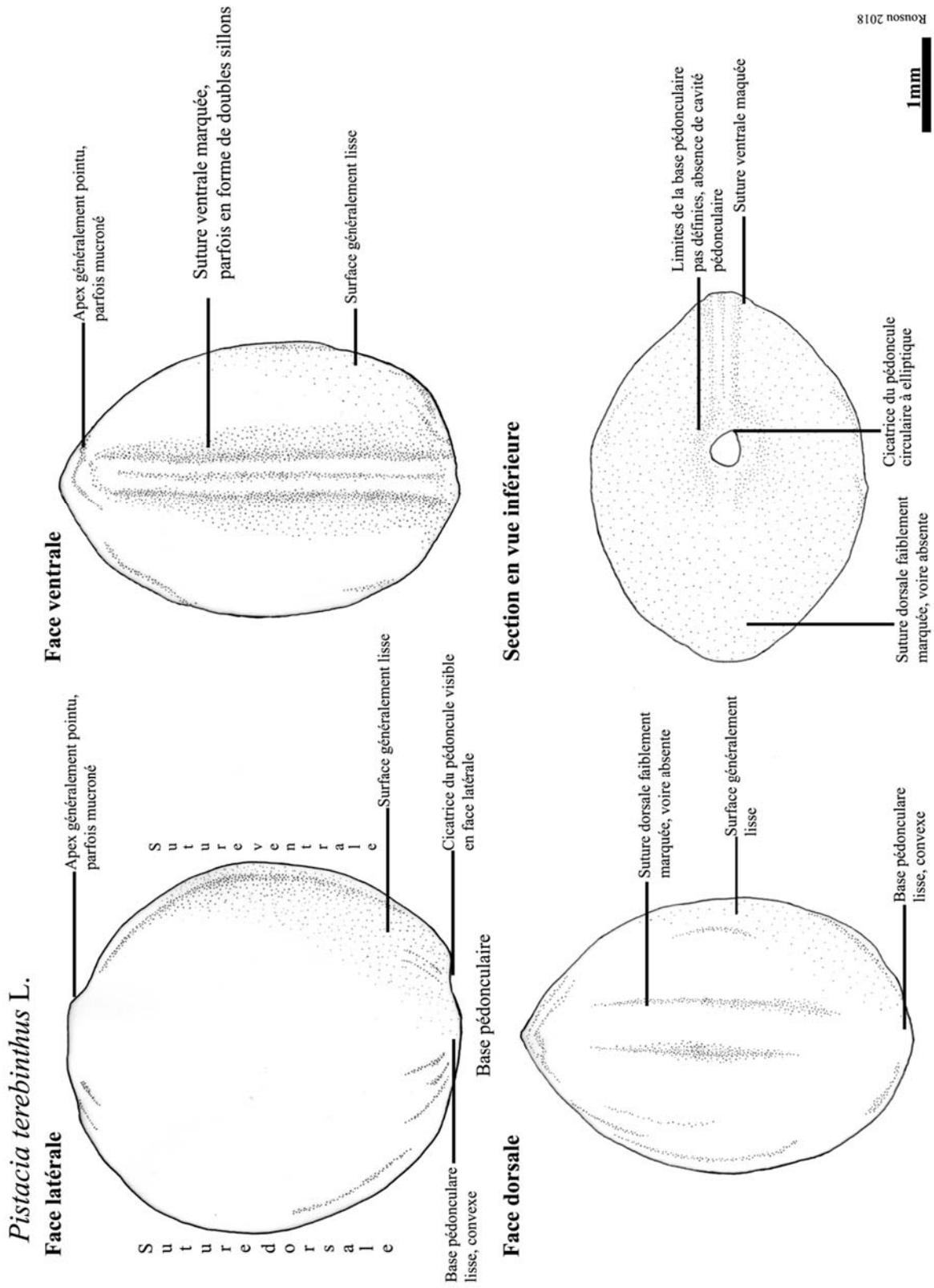
Face ventrale (Fig. 20B) : Endocarpe symétrique de forme variable : ovoïde, obovoïde ou elliptique. Suture ventrale marquée, très souvent en forme de doubles sillons. Apex visible en face ventrale, pointu, assez souvent mucroné. Cicatrice du pédoncule non visible en face ventrale. Base pédonculaire souvent convexe. Surface généralement lisse.

Face dorsale (Fig. 20C) : Endocarpe symétrique de forme variable : ovoïde, obovoïde ou elliptique. Suture dorsale faiblement marquée, voire absente. Apex et cicatrice du pédoncule non visibles en face dorsale. Base pédonculaire souvent convexe. Surface généralement lisse.

Section en vue inférieure (Fig. 20D) : Section symétrique de forme circulaire à elliptique. Deux valves comprimées latéralement, la partie dorsale parfois plus large que la partie ventrale. Limites de la base pédonculaire non définies, absence de 'cavité pédonculaire', base pédonculaire peu profonde, non creuse. Suture ventrale bien marquée, toujours visible en section. Suture dorsale estompée voire absente. Forme générale de la cicatrice du pédoncule circulaire à elliptique.



**Figure 20.** Morphologie comparée des endocarpes de *P. terebinthus* en face latérale (A), ventrale (B), dorsale (C) et en section en vue inférieure (D) (clichés M. Rousou)



Rousou 2018

Figure 21. Représentation graphique de *P. terebinthus* (Rousou 2018)

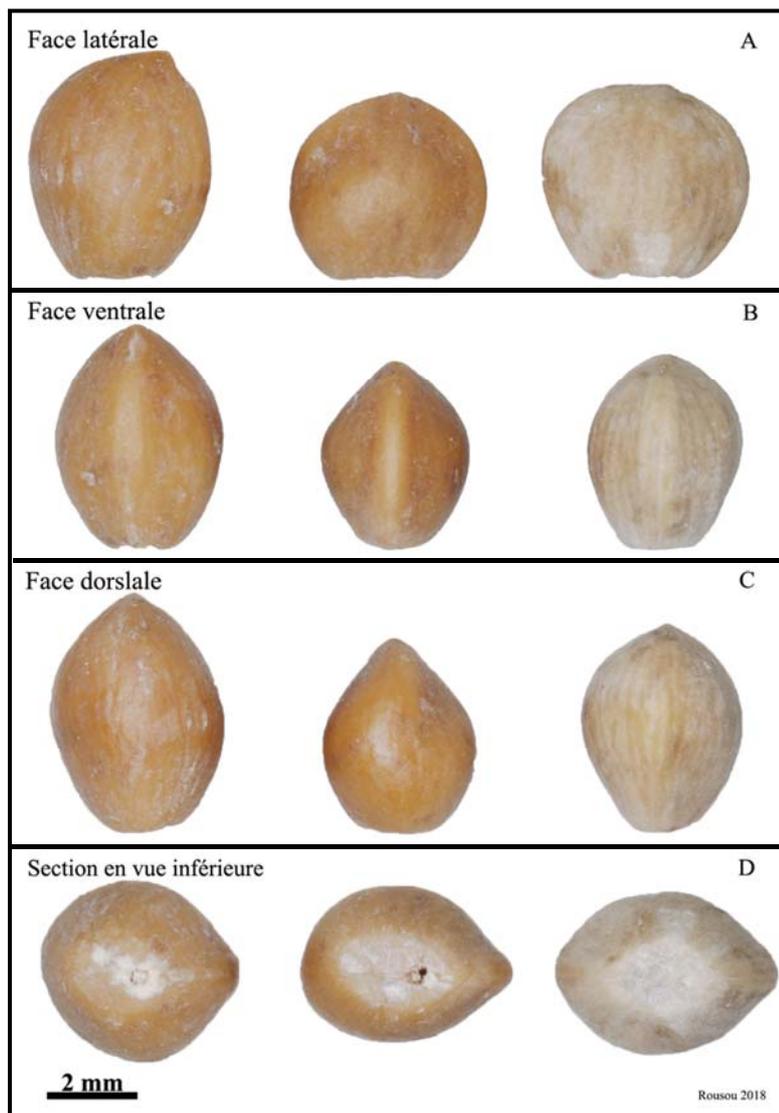
## *Pistacia chinensis* Bunge.

Face latérale (Fig. 22A) : Endocarpe asymétrique (la partie dorsale plus convexe que partie ventrale), de forme obovoïde. Apex correspondant au point le plus distale de l'endocarpe, généralement conoïde, pointu. Forme de la base pédonculaire horizontale à légèrement concave. Cicatrice du pédoncule non visible en face latérale. Surface lisse, très rarement présence de rides faiblement marquées, très estompées et espacées.

Face ventrale (Fig. 22B) : Endocarpe symétrique de forme ovoïde, parfois obovoïde. Suture ventrale bien marquée, en forme de doubles sillons. Apex visible, conoïde, pointu. Cicatrice du pédoncule non visible en face ventrale. Surface lisse, très rarement présence de rides faiblement marquées, très estompées et espacées.

Face dorsale (Fig. 22C) : Endocarpe symétrique de forme ovoïde, parfois obovoïde. Suture dorsale peu marquée. Apex et cicatrice du pédoncule jamais visibles en face dorsale. Surface lisse, très rarement présence de rides faiblement marquées, très estompées et espacées.

Section en vue inférieure (Fig. 22D) : Section symétrique de forme circulaire à elliptique. Les deux valves comprimées latéralement, la partie dorsale plus large que partie ventrale. Limites de la base pédonculaire généralement peu définies mais si visibles ils forment une cavité pédonculaire, peu profonde et peu creuse. Forme générale des limites de la base pédonculaire elliptique. Suture ventrale bien marquée, souvent en forme de doubles sillons. Suture dorsale faiblement marquée, voire absente. Forme générale de la cicatrice du pédoncule circulaire à elliptique.



**Figure 22.** Morphologie comparée des endocarpes de *P. chinensis* en face latérale (A), ventrale (B), dorsale (C) et en section en vue inférieure (D) (clichés M. Rousou)

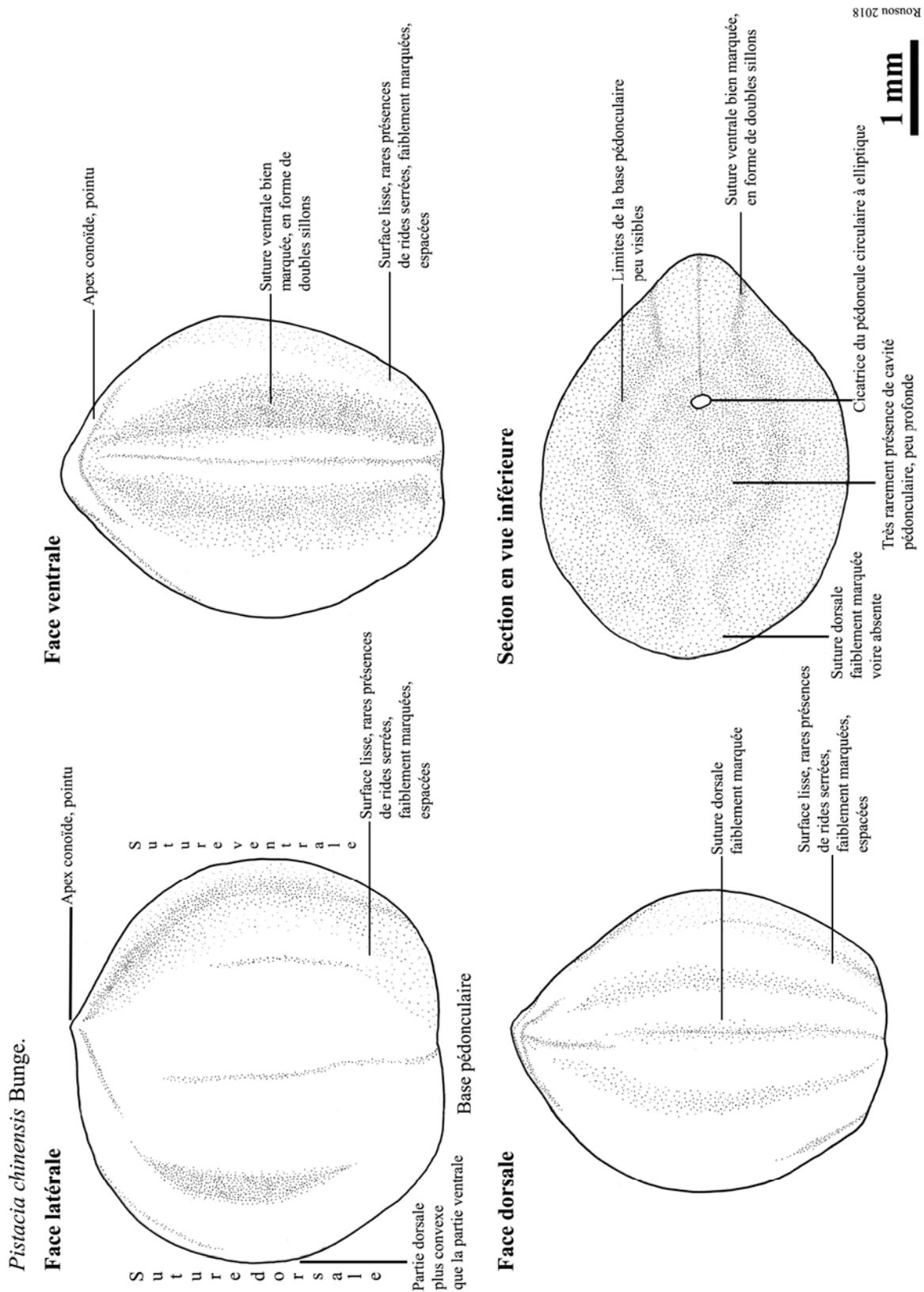


Figure 23. Représentation graphique de *P. chinensis* (Rousou 2018)

## Section *Lentiscella* Zoh.

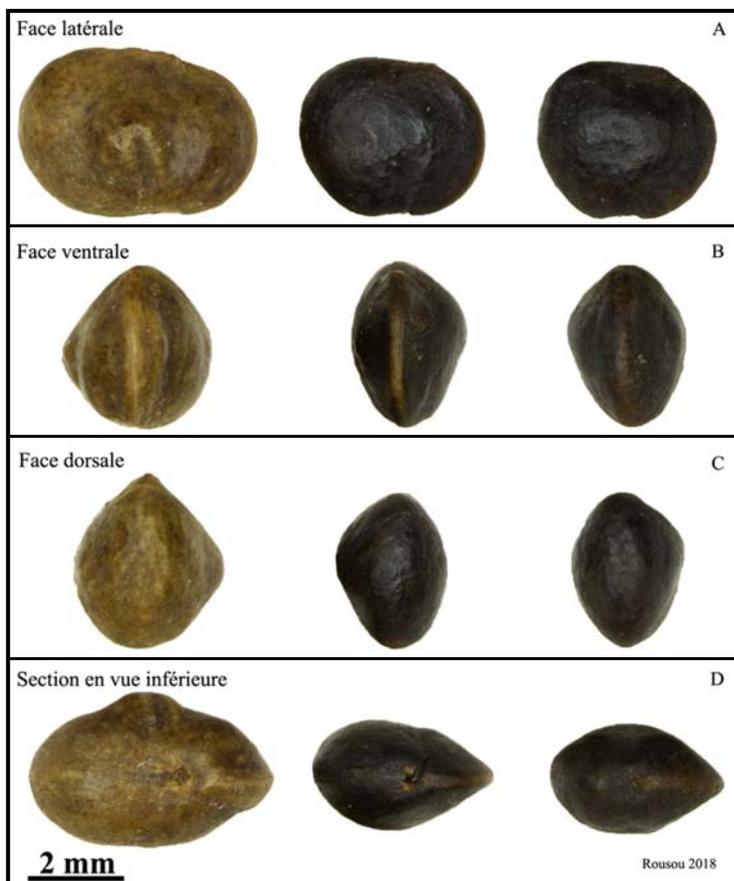
### *Pistacia lentiscus* L.

Face latérale (Fig. 24A) : Endocarpe plus ou moins asymétrique (partie dorsale plus convexe que partie ventrale) de forme large, très variable, de ovoïde à elliptique, très rarement circulaire. Presque toujours plus large que longue. Apex généralement pointu, presque toujours mucroné. Cicatrice du pédoncule très souvent visible en face latérale. Base pédonculaire faiblement concave, lisse. Surface généralement lisse, mais très souvent présence d'excroissances sur la surface de l'endocarpe, formant des fossettes ou des rides serrées, mais estompées et espacées.

Face ventrale (Fig. 24B) : Symétrie variable selon la présence ou non d'excroissances sur la surface de l'endocarpe. Si présentes, asymétrique en face ventrale. En général, forme très variable, ovoïde, obovoïde à elliptique. Suture ventrale très bien marquée, en forme de carène, parfois présence de doubles sillons. Apex visible en face ventrale, pointu, très souvent mucroné. Cicatrice du pédoncule non visible en face ventrale. Surface généralement lisse, sauf en cas d'excroissances.

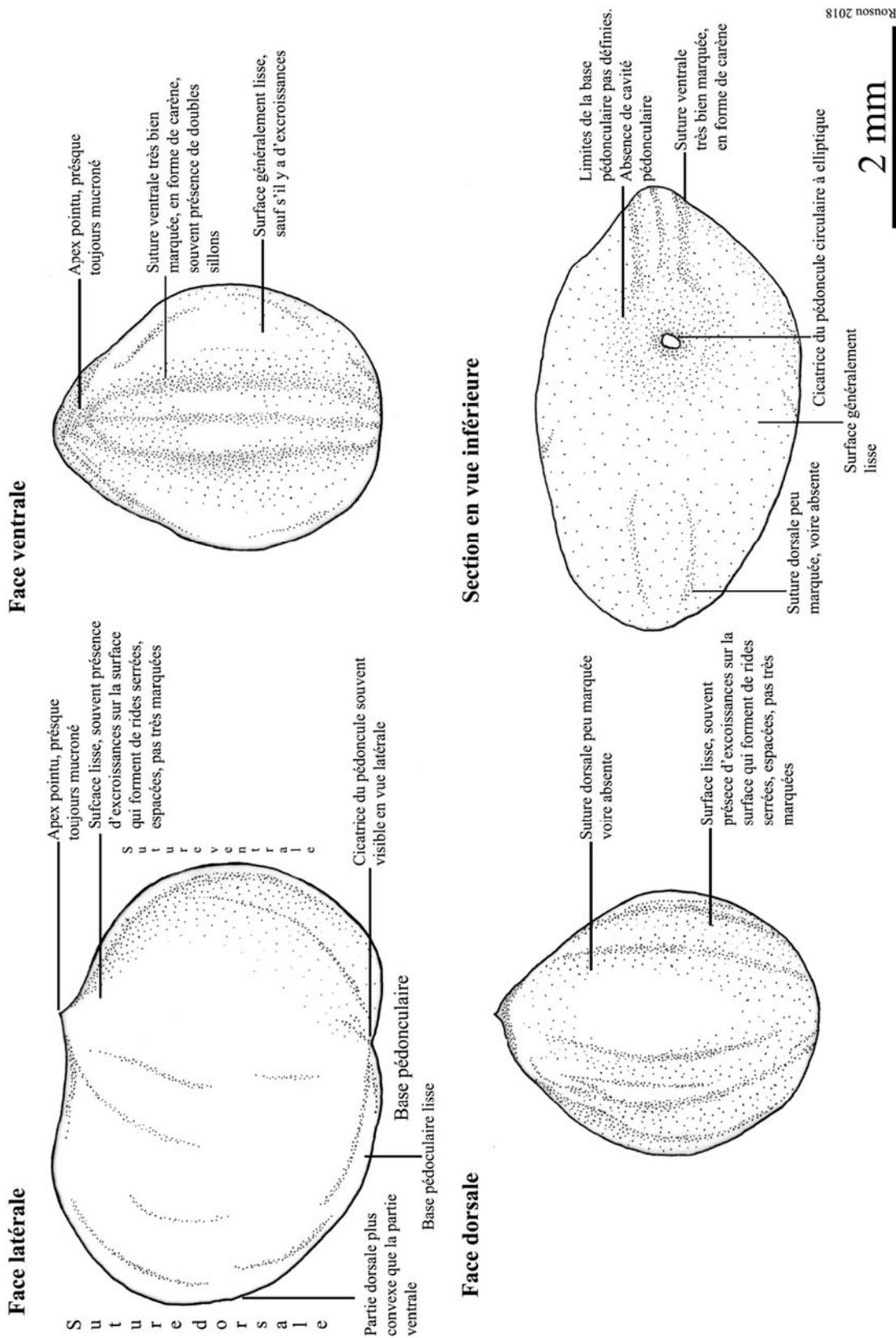
Face dorsale (Fig. 24C) : Symétrie variable selon la présence ou non d'excroissances sur la surface de l'endocarpe. Si présentes, asymétrique en face dorsale. En général, forme très variable, ovoïde, obovoïde à elliptique. Suture dorsale peu marquée voire absente. Apex et cicatrice du pédoncule non visibles en face dorsale. Surface généralement lisse, , sauf en cas d'excroissances.

Section en vue inférieure (Fig. 24D) : Symétrie variable selon la présence ou non d'excroissances sur la surface de l'endocarpe. Si présentes, asymétrique en section et apparition d'une forme 'anguleuse'. Forme générale de la section elliptique. Les deux valves très comprimées latéralement, la partie dorsale beaucoup plus large que la partie ventrale. Limites de la base pédonculaire non définies, absence de 'cavité pédonculaire', base pédonculaire peu profonde, pas creuse. Suture ventrale toujours visible, très bien marquée. Suture dorsale peu marquée voire absente. Forme générale de la cicatrice du pédoncule circulaire à elliptique.



**Figure 24.** Morphologie comparée des endocarpes de *P. lentiscus* en face latérale (A), ventrale (B), dorsale (C) et en section en vue inférieure (D) (clichés M. Rousou)

*Pistacia lentiscus* L.



Rousou 2018

Figure 25. Représentation graphique de *P. lentiscus* (Rousou 2018)

## Hybride

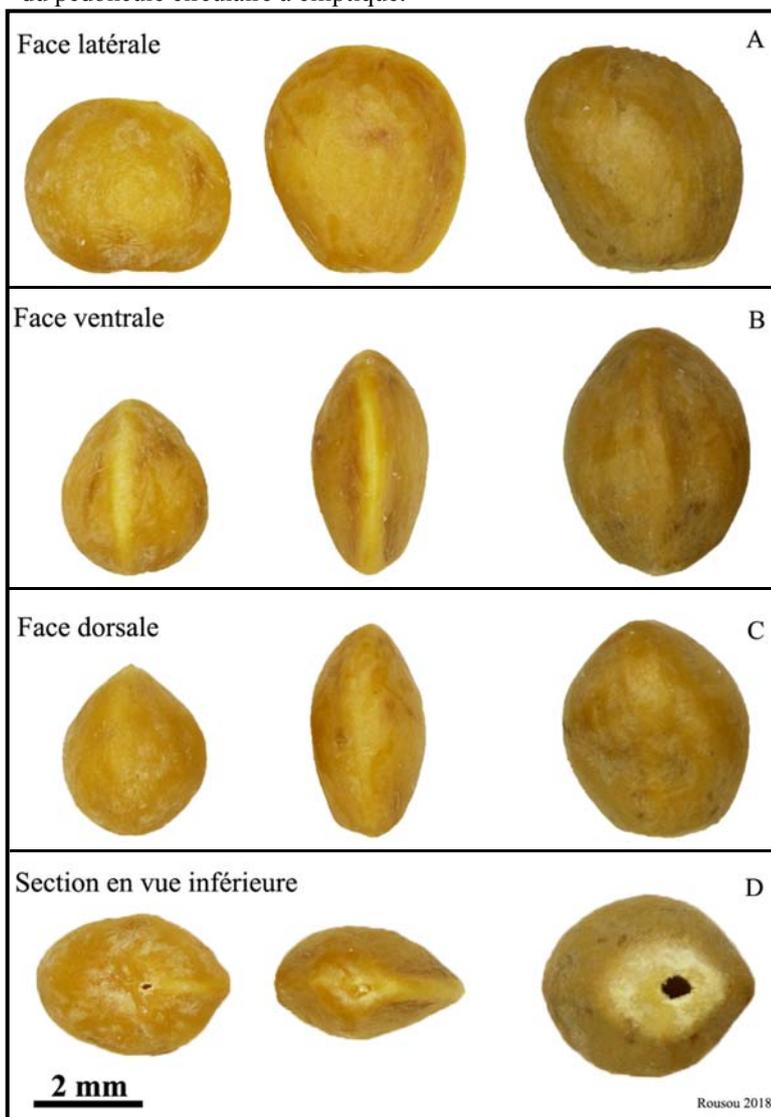
### *Pistacia x saportae* Burnat.

Face latérale (Fig. 26A) : Endocarpe symétrique ou asymétrique selon la forme. Forme très variable : ovoïde, obovoïde, parfois elliptique à elliptique transversalement. Apex généralement arrondi, parfois mucroné. Cicatrice du pédoncule très souvent visible en face latérale. Base pédonculaire également de forme très variable : concave, convexe à horizontale, mais toujours lisse. Surface lisse.

Face ventrale (Fig. 26B) : Endocarpe généralement symétrique mais de forme très variable : ovoïde, obovoïde à elliptique. Suture ventrale marquée à très bien marquée, parfois en forme de carène. Apex visible en face ventrale, pointu, parfois mucroné. Cicatrice du hile non visible en face ventrale. Surface lisse.

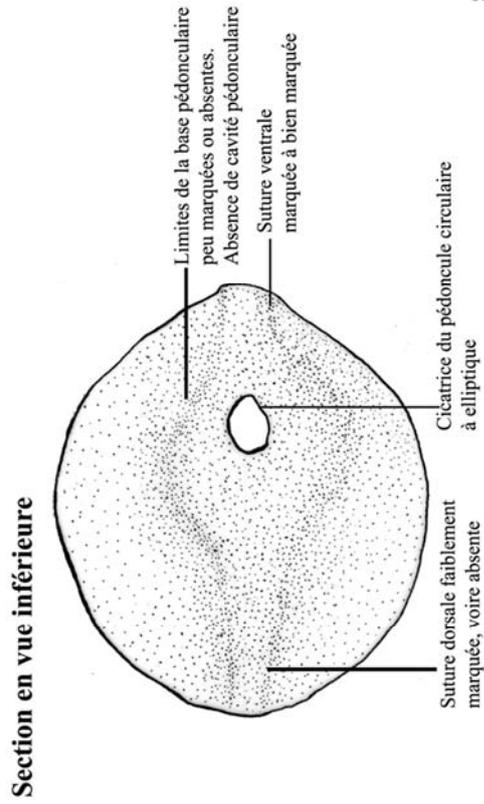
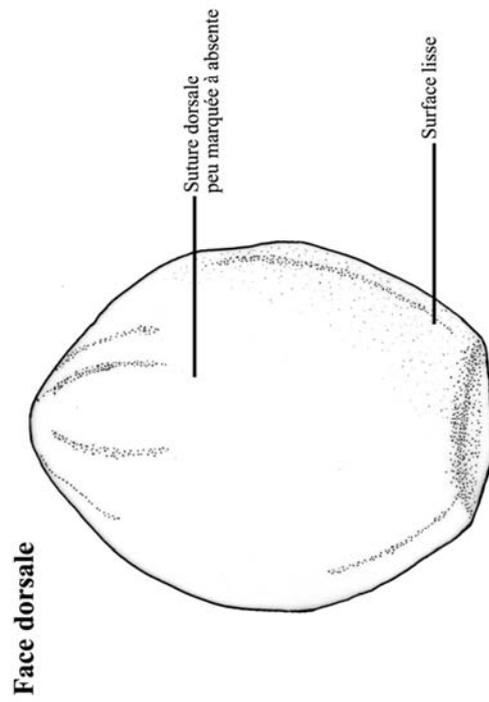
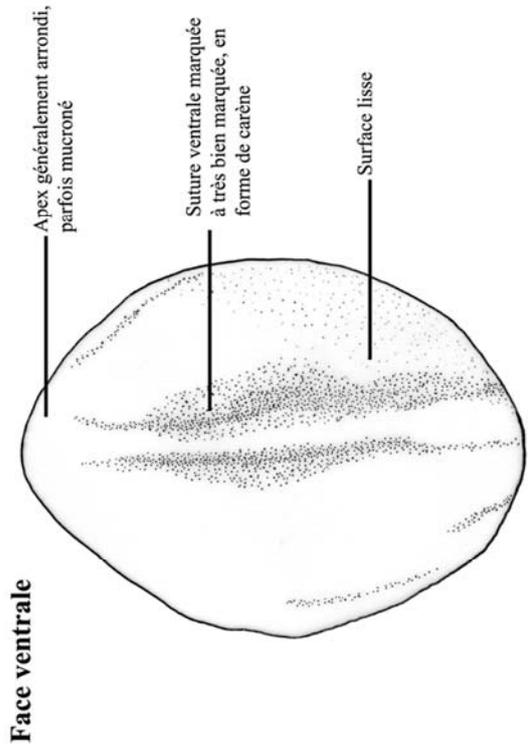
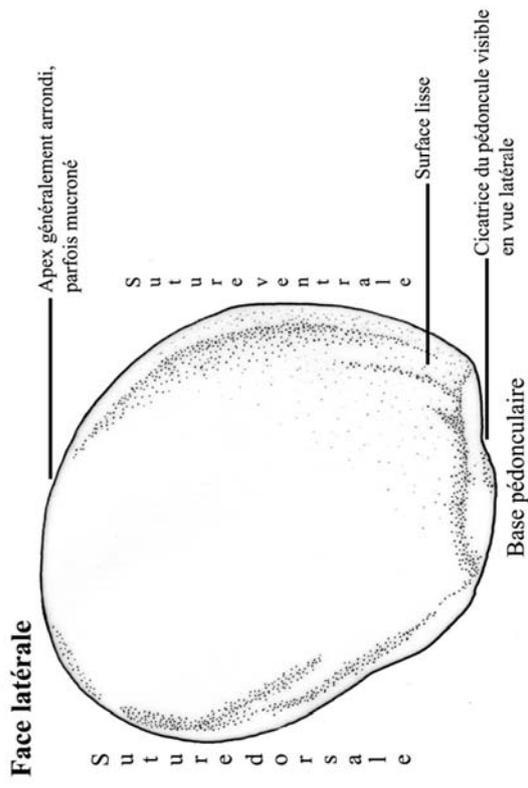
Face dorsale (Fig. 26C) : Endocarpe généralement symétrique mais de forme très variable : ovoïde, obovoïde à elliptique. Suture dorsale non marquée. Apex et cicatrice du pédoncule non visibles en face dorsale. Surface lisse.

Section en vue inférieure (Fig. 26D) : Section généralement symétrique de forme générale en section circulaire à elliptique. Les deux valves sont comprimées latéralement, la partie dorsale plus large que la partie ventrale. Limites de la base pédonculaire non définies, absence de 'cavité pédonculaire', base pédonculaire peu profonde, pas creuse. Suture ventrale souvent marquée. Suture dorsale faiblement marquée voire absente. Forme générale de la cicatrice du pédoncule circulaire à elliptique.



**Figure 26.** Morphologie comparée des endocarpes de *P. x saportae* en face latérale (A), ventrale (B), dorsale (C) et en section en vue inférieure (D) (clichés M. Rousou)

*P. x saportae* Burnat.



2 mm

Rousou 2018

Figure 27. Représentation graphique de *P. x saportae* (Rousou 2018)

## 2. Application des critères morphologiques au corpus archéologique

Les critères d'identification, définis grâce à l'étude morphologique des endocarpes du référentiel moderne, ont pu être appliqués, souvent avec succès, aux restes de pistache archéologiques. En effet, dans la plupart des cas, des caractéristiques morphologiques particulières ont permis une détermination jusqu'à l'espèce. Ci-dessous nous présentons brièvement les résultats de ces identifications, région par région. Leur interprétation, en termes de biogéographie, utilisation des ressources, etc. sera développée dans le chapitre 4 Discussion.

Sur un total de 447 endocarpes archéologiques considérés, nous avons abouti à une identification spécifique pour 270 d'entre eux. Dans les cas où notre analyse n'a pas pu aboutir à une détermination jusqu'à l'espèce, les endocarpes concernés sont groupés soit dans sous le nom des taxons possibles (par exemple *P. eurycarpa*/*P. terebinthus*), soit sous le nom générique (*Pistacia*).

### 2.1. Espèces identifiées sur les sites d'Anatolie et du Proche-Orient continental

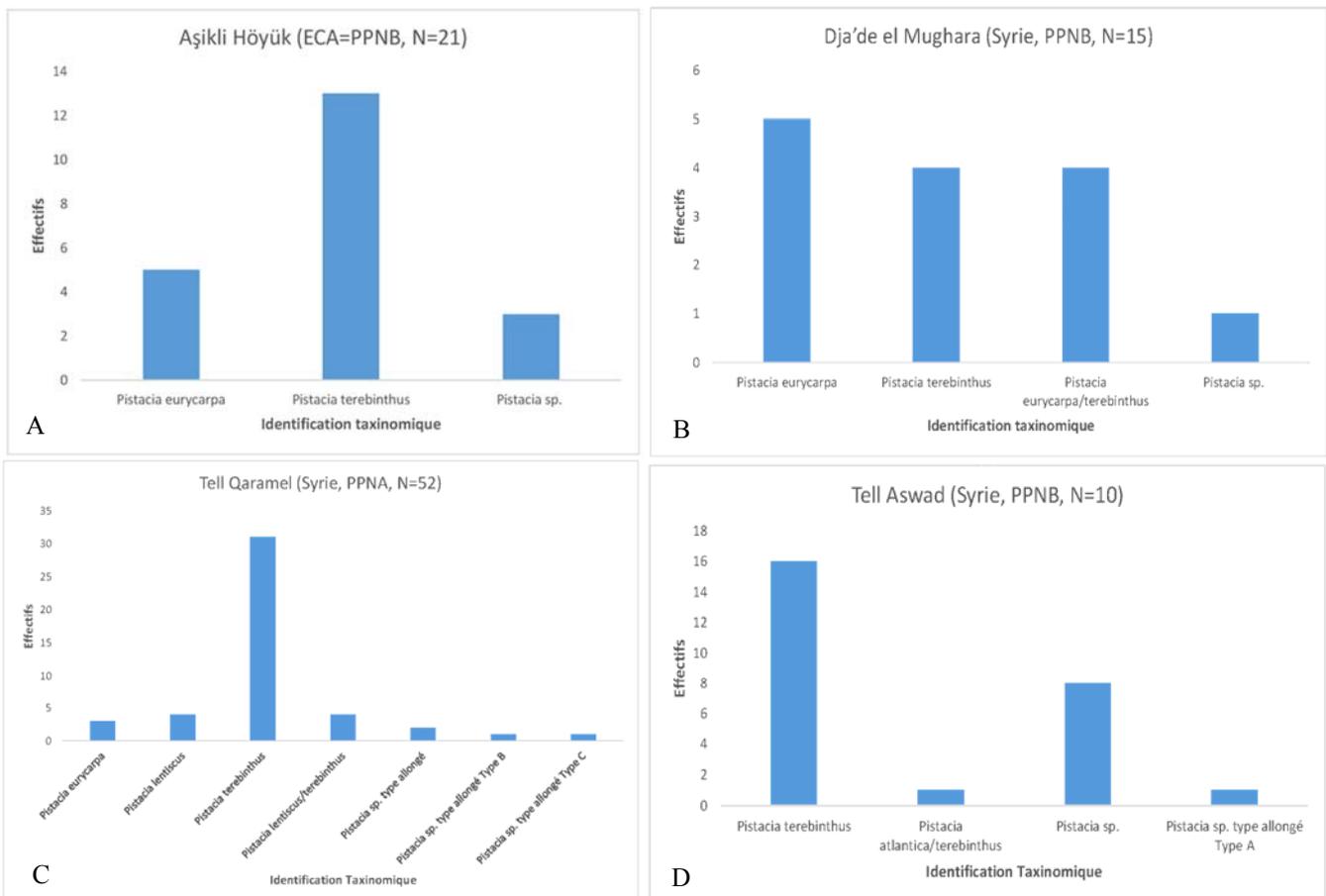
Deux espèces ont pu être identifiées à partir des restes de pistache provenant du site d'Aşikli Höyük en Turquie (Figs. 28A et 30A). Il s'agit de *P. eurycarpa* et de *P. terebinthus*, la dernière étant prédominante dans le corpus étudié (N=21).

*Pistacia eurycarpa* et *P. terebinthus* sont également les deux espèces attestées à Dja'de el Mughara en Syrie (Figs. 28B et 30B). Pour un tiers environ des endocarpes de ce site, il n'a pas été possible de préciser l'espèce concernée car si les restes présentent des traits les rapprochant plutôt de *P. eurycarpa* (endocarpes larges, surface avec la présence de rides serrées), la forme de la base pédonculaire, nécessaire pour faire une distinction entre cette espèce et *P. terebinthus*, n'était pas clairement visible. Dans ce cas, les endocarpes ont été attribués à la catégorie *P. eurycarpa*/*P. terebinthus*.

La morphologie des deux endocarpes entiers provenant du site de Jerf el Ahmar en Syrie correspond respectivement à *P. eurycarpa* et à *P. terebinthus* (Fig. 30C).

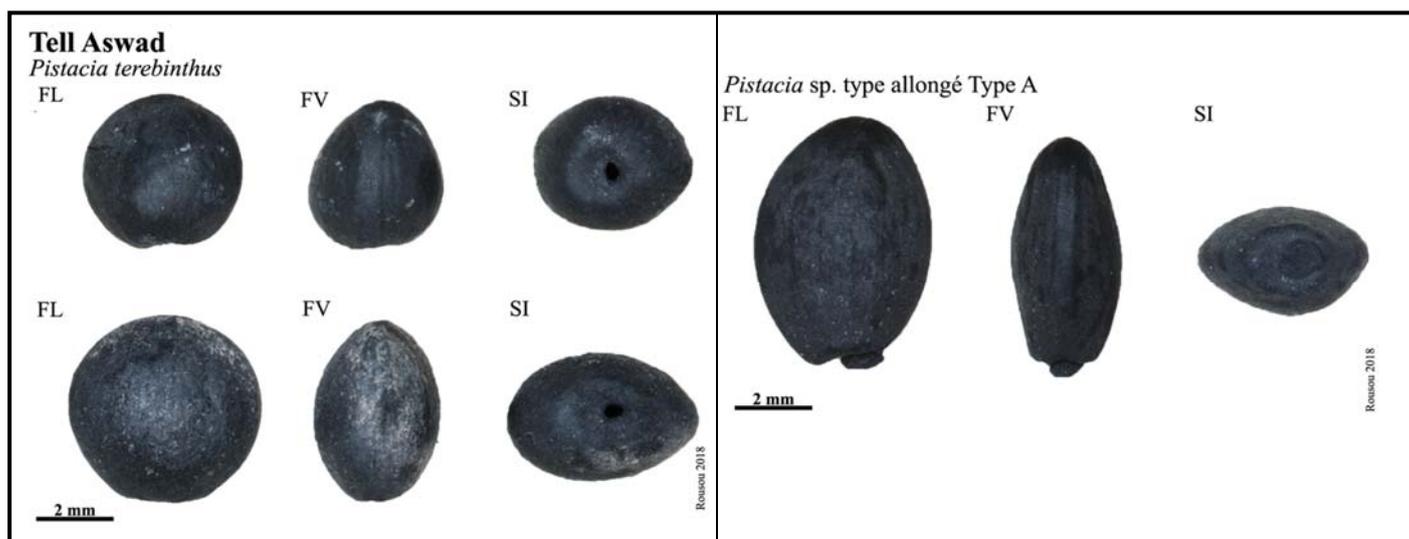
Enfin, en ce qui concerne la région de la Syrie du Nord, trois espèces ont été reconnues à Tell Qaramel : *P. eurycarpa*, *P. lentiscus* et *P. terebinthus* (Figs. 28C et 30D). Nous avons classé sous l'intitulé *P. lentiscus/terebinthus* des endocarpes dont la forme et les caractéristiques morphologiques générales sont plus proches de *P. terebinthus* mais chez lesquels on observe également une asymétrie en vue ventrale/dorsale, plutôt caractéristique de *P. lentiscus*.

À Tell Qaramel, nous avons de surcroît observé deux morphotypes particulièrement allongés qui ne semblent correspondre à aucune espèce actuelle. Chez le premier (Type B), les endocarpes sont symétriques et présentent, en vue latérale, une forme oblongue à légèrement obovoïde. L'apex est arrondi ou faiblement pointu ; non mucroné. Les sutures ventrale et dorsale sont très faiblement marquées, voire absentes, et la forme en section est circulaire. Les limites de la base pédonculaire sont discrètes et il n'y a pas de cavité pédonculaire. Le second morphotype allongé de Tell Qaramel (Type C) est asymétrique en vue latérale mais symétrique en vue ventrale/dorsale et en section. Sa forme en vue latérale est obovoïde, en vue ventrale/dorsale elle est ovoïde et en section elliptique. L'apex est conoïde et pointu, la suture ventrale est plus marquée que la suture dorsale. Les limites de la base pédonculaire sont visibles et la surface est caractérisée par la présence de rides serrées. Si ce morphotype présente toutes les caractéristiques de *P. atlantica* celles-ci sont moins marquées que d'habitude et il est possible que nous avons ici affaire à des fruits de *P. atlantica* peu mûres.

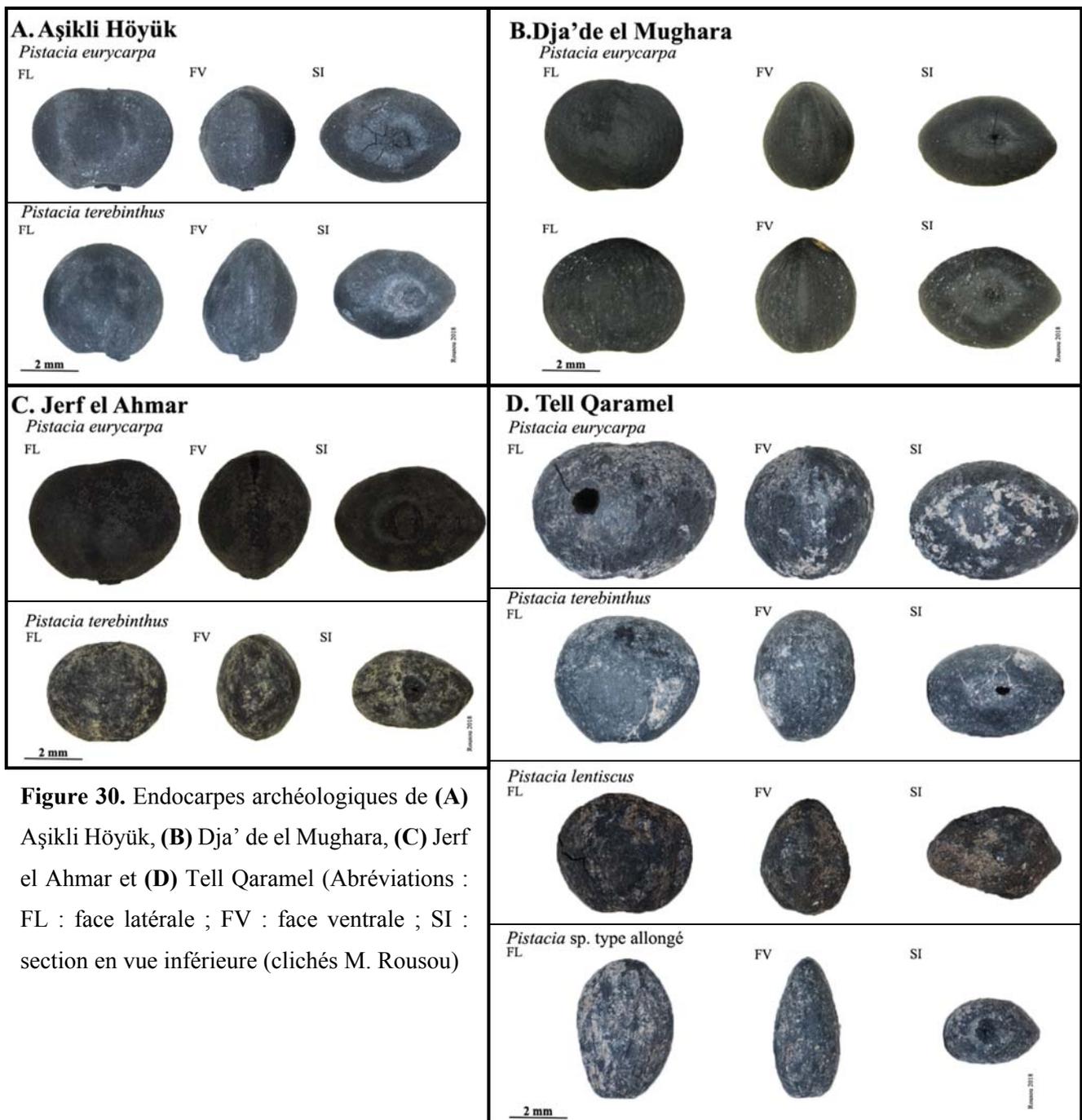


**Figure 28.** Effectifs de restes de *Pistacia* identifiés des sites archéologiques en Anatolie et au Proche-Orient : (A) Aşikli Höyük, Turquie (B) Dja'de el Mughara, Syrie (C) Tell Qaramel (D) Tell Aswad (Abréviations : ECA : Early Central Anatolia ; PPNA : Pre-Pottery Neolithique A ; B : Pre-Pottery Neolithique B ; N : Nombre d'individus étudiés ; sp. : espèce)

Sur le site de Tell Aswad (PPNB) en Syrie, une seule espèce a pu être identifiée avec certitude : *P. terebinthus* (Figs. 28D et 29). Le groupe *P. atlantica/terebinthus* est représenté par un endocarpe dont les caractéristiques anatomiques sont plus proches de ceux de *P. atlantica* mais présentant une forme, en vue latérale, ressemblant à celle de *P. terebinthus*. Les individus classés en tant que *Pistacia* sp. sont proches de *P. terebinthus*, mais en raison de la présence de traces de la partie charnue de la drupe, la base pédonculaire n'est pas visible. Enfin, sur ce site un endocarpe présente à nouveau une morphologie différente et plus allongée. Encore différent des deux types décrits ci-dessous celui-ci (Type A) présente une forme asymétrique en vue latérale, car la base pédonculaire est oblique. La forme en section est elliptique. L'apex est plutôt conoïde. La suture ventrale est plus marquée que la suture dorsale et la surface est caractérisée par la présence de rides serrées, en forme de lignes étendues de l'apex vers la base pédonculaire, où ils forment de 'plis' saillants peu profonds. La forme de la base pédonculaire en face dorsale est convexe. Sur cet endocarpe il était difficile de bien observer la forme de la base pédonculaire, à cause de la présence du pédoncule.



**Figure 29.** Endocarpes archéologiques de Tell Aswad (Abréviations : FL : face latérale ; FV : face ventrale ; SI : section en vue inférieure (clichés M. Rousou))



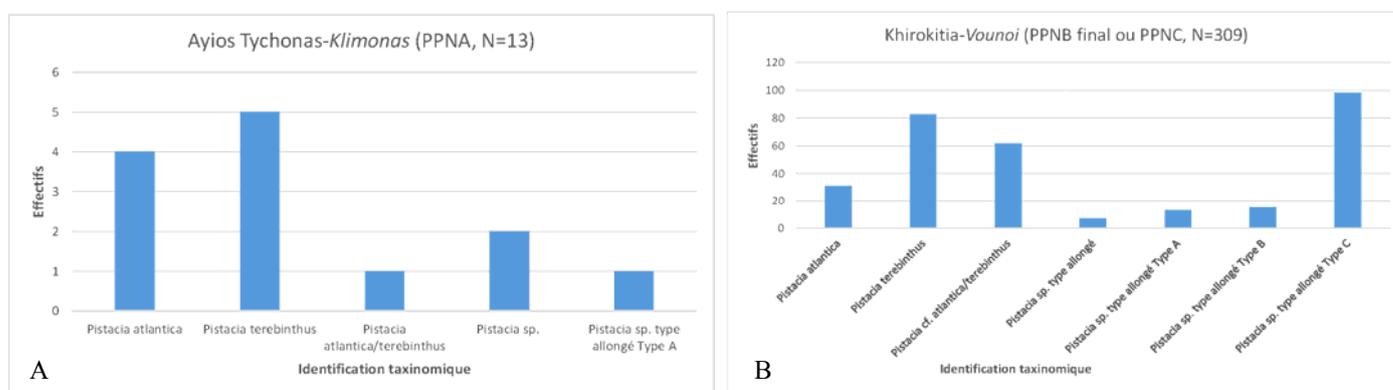
**Figure 30.** Endocarpes archéologiques de (A) Aşikli Höyük, (B) Dja' de el Mughara, (C) Jerf el Ahmar et (D) Tell Qaramel (Abréviations : FL : face latérale ; FV : face ventrale ; SI : section en vue inférieure (clichés M. Rousou)

## 2.2. Espèces identifiées sur les sites de Chypre

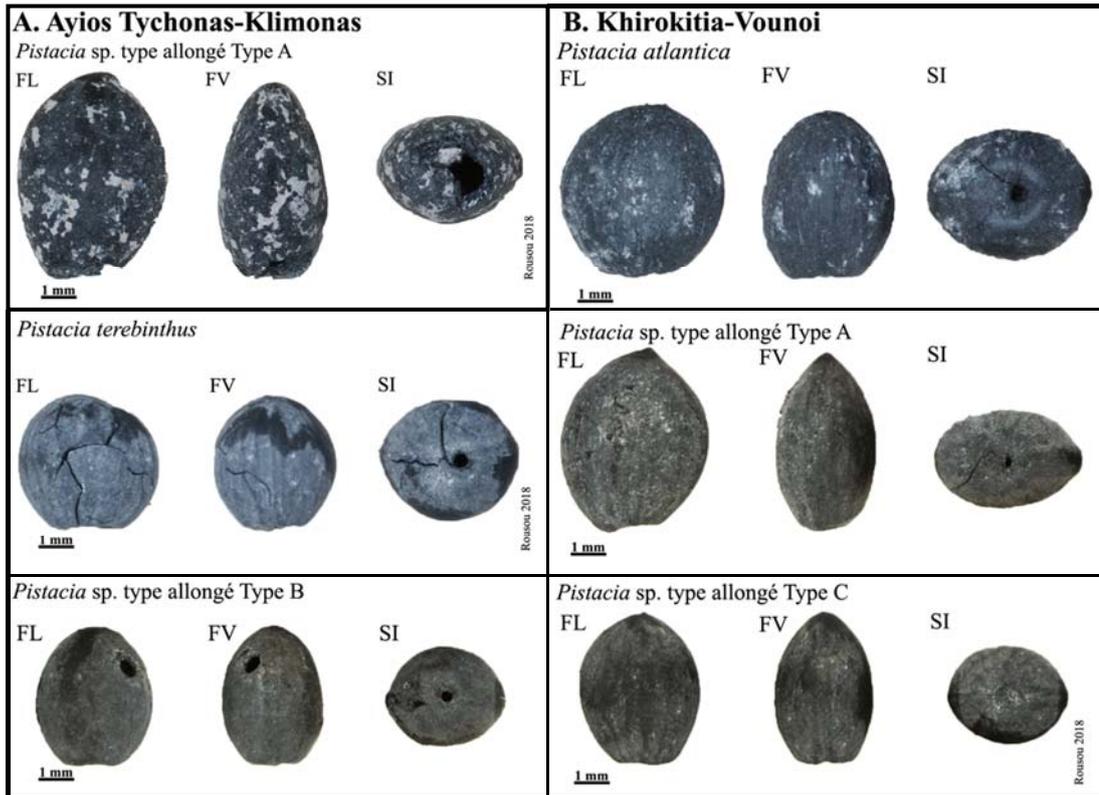
Deux espèces ont été identifiées parmi les restes de pistache provenant d’Ayios Tychonas-Klimonas : *P. atlantica* et *P. terebinthus* (Figs. 31A et 32A). Dans certains cas, la distinction entre les deux espèces n’a pas été possible et nous les avons alors classés dans la catégorie *P. atlantica/P. terebinthus*. Un endocarpe de ce site est proche du morphotype allongé A, attesté déjà sur le site de Tell Aswad (voir ci-dessus).

Un grand nombre des endocarpes entiers étudiés dans le cadre de ce travail provient du site de Khirokitia-Vounoi où les restes de pistaches étaient nombreux. *Pistacia atlantica* et *P. terebinthus* sont les deux espèces identifiées avec certitude (Figs. 31B et 32B). Comme pour d’autres sites, nous avons dû créer une catégorie mixte - *P. atlantica/terebinthus* – pour regrouper les endocarpes dont l’identité précise n’a pas pu être établie.

A Khirokitia sont également attestés les trois types d’endocarpes à forme allongée (A, B et C) décrits précédemment (Figs. 33-35). Dans le cas des individus attribués au Type A à Khirokitia les observations montrent que les limites de la base pédonculaire ne sont pas très bien définies, tout comme l’absence d’une ‘cavité pédonculaire’ ou en tout cas d’une trace pédonculaire profonde. Morphologiquement les types B et C peuvent être rapprochés à *P. atlantica*.

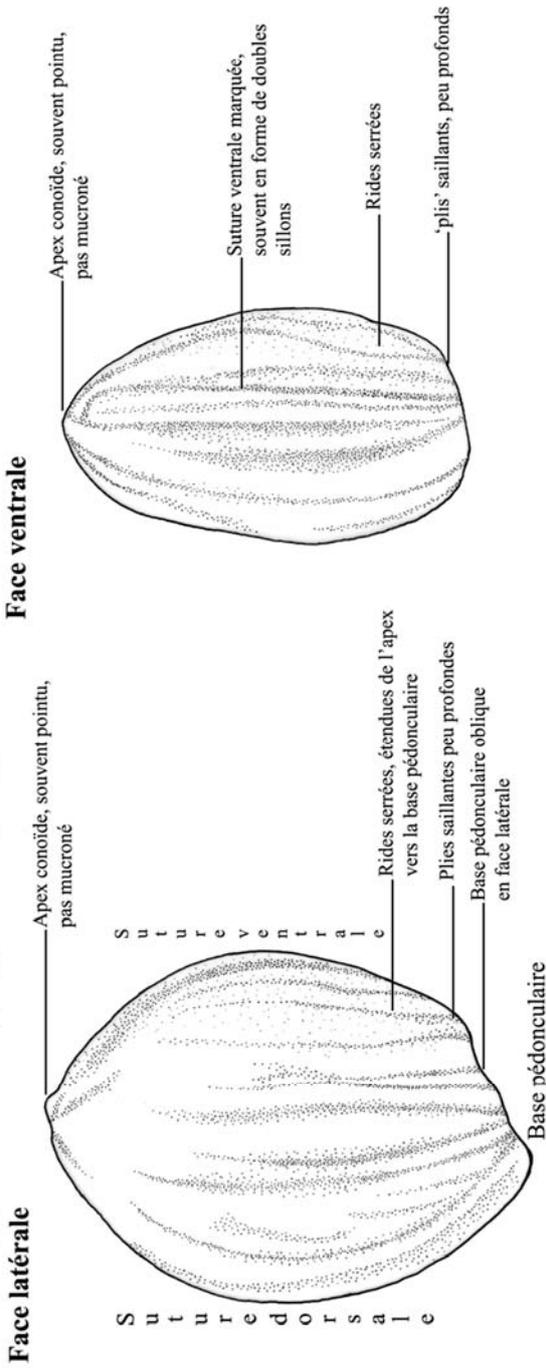


**Figure 31.** Effectifs de restes de *Pistacia* identifiés sur les sites archéologiques à Chypre : (A) Ayios-Tychonas-Klimonas (B) à Khirokitia-Vounoi (Abréviations : PPNA : Pre-Pottery Neolithique A ; B : Pre-Pottery Neolithique B ; PPNC : Pre-Pottery Neolithic C ; N : Nombre d’individus étudiés ; sp. : espèce)

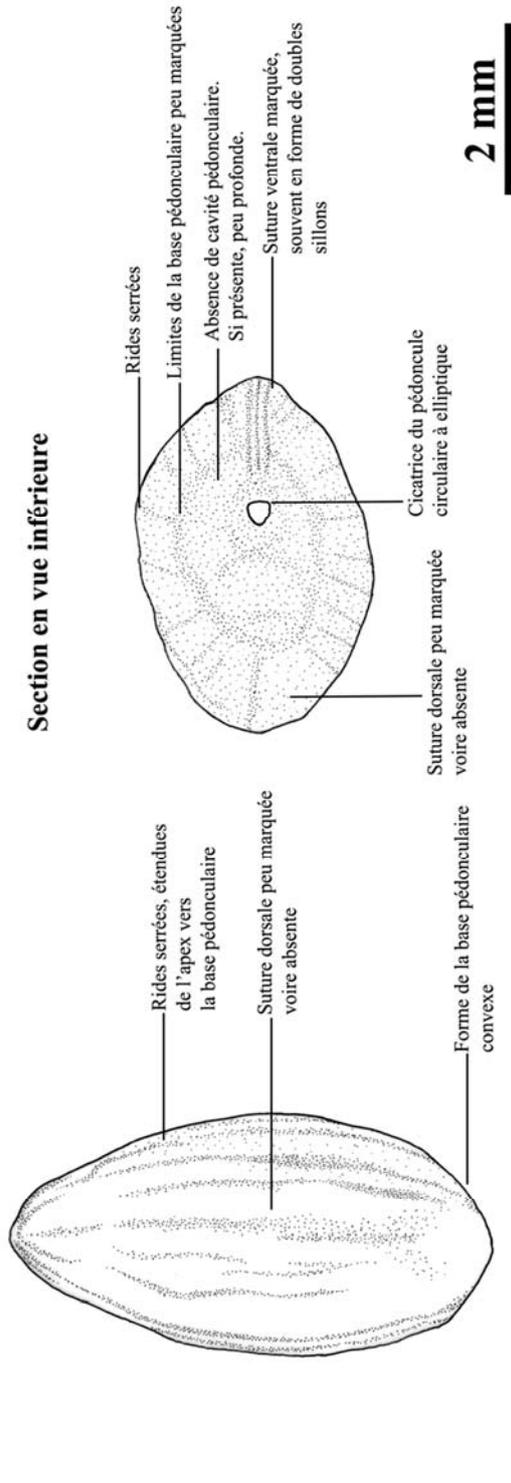


**Figure 32.** Endocarpes archéologiques de (A) Ayios Tychonas-Klimonas et (B) Khirokitia-Vounoi à Chypre (Abréviations : FL : face latérale ; FV : face ventrale ; SI : section en vue inférieure) (clichés M. Rousou)

Morphotype: *Pistacia* sp. type allongé Type A



Face ventrale

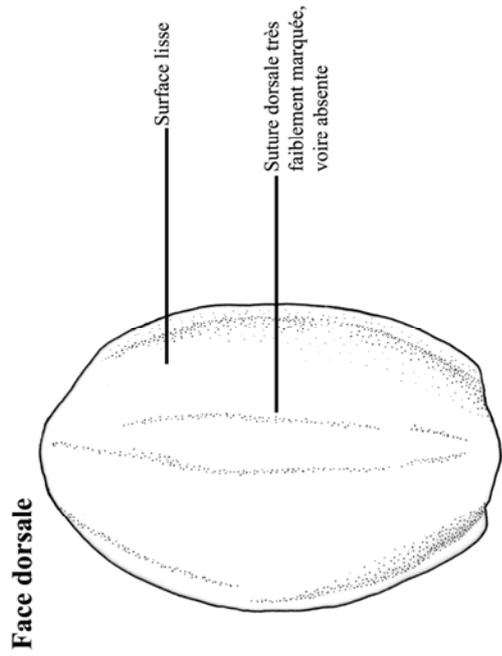
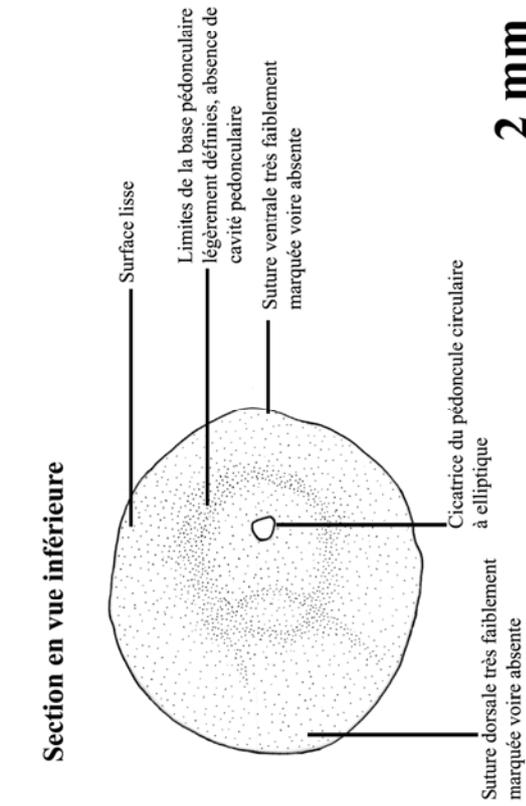
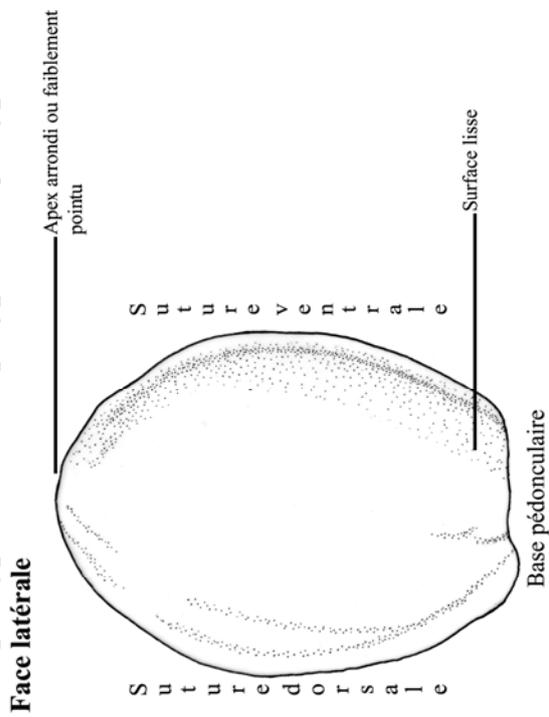
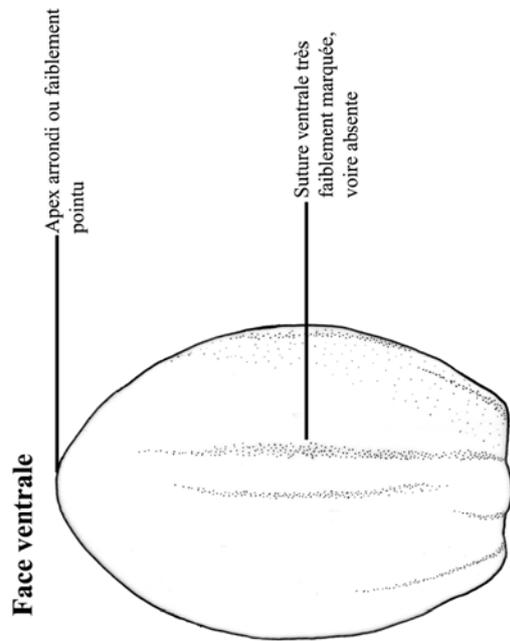


Section en vue inférieure

2 mm

Figure 33. Représentation graphique du morphotype *Pistacia* sp. type allongé Type A (Rousou 2018)

Morphotype: *Pistacia* sp. type allongé Type B

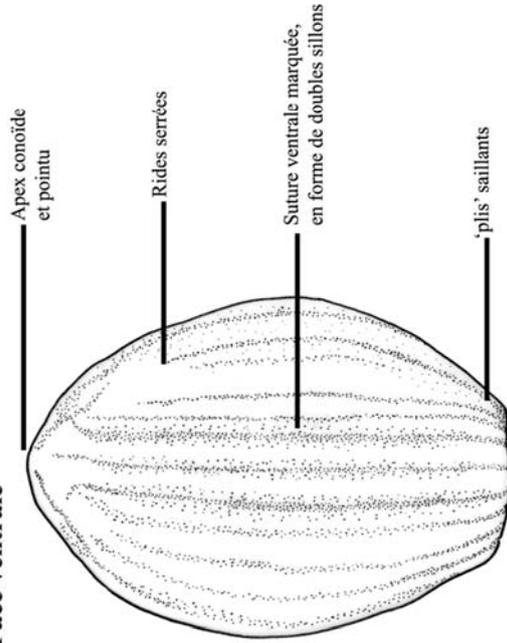


**2 mm**

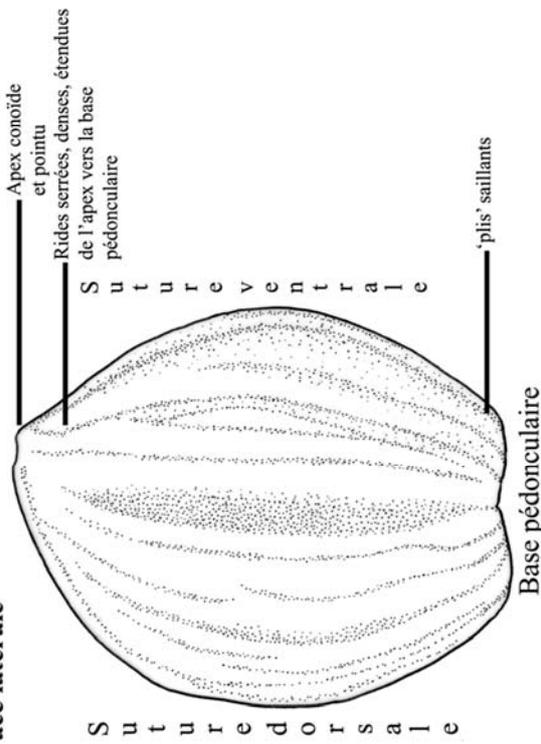
**Figure 34.** Représentation graphique du morphotype *Pistacia* sp. type allongé Type B (Rousou 2018)

Site: Khirokitia-Younoi

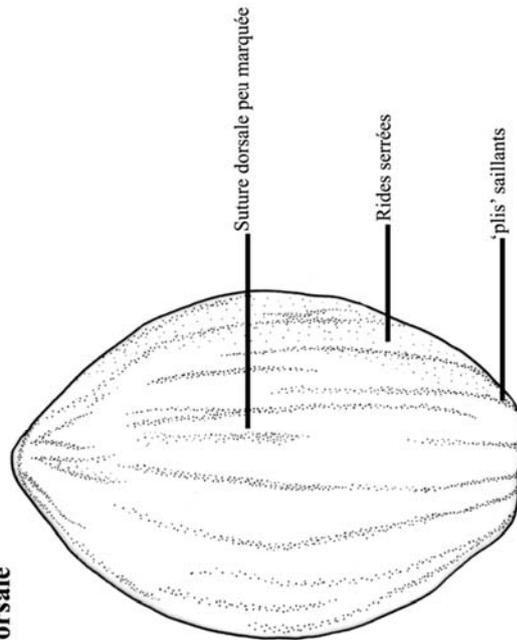
Face ventrale



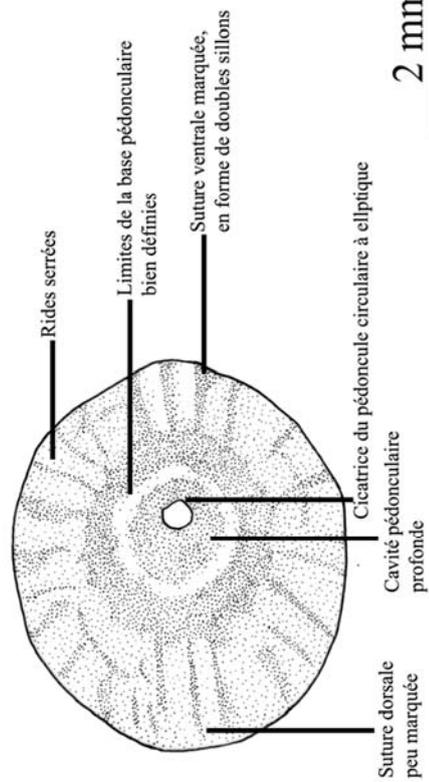
Morphotype: *Pistacia* type allongé Type C  
Face latérale



Face dorsale



Section en vue inférieure



2 mm

Figure 35. Représentation graphique de quatre faces du morphotype *Pistacia* sp. type allongé Type C (Rousou 2018)

### 3. Résultats de l'analyse de morphométrie traditionnelle

La morphométrie traditionnelle nous a permis d'explorer d'autres caractéristiques du corpus de référence : les dimensions (longueur, largeur et épaisseur) des endocarpes et la relation entre ces mesures, exprimées sous forme de ratios (longueur/largeur, longueur/épaisseur, largeur/épaisseur).

Si les mesures ou leurs ratios ne permettent pas seuls d'identifier les différentes espèces (à une exception près), ces données sont néanmoins précieuses pour décrire la variabilité de taille à la fois entre individus d'une même espèce et entre différentes espèces. Les dimensions des endocarpes constituent également un critère supplémentaire, utilisé parallèlement aux critères qualitatifs, lorsqu'il s'agit de trancher entre espèces.

Les mesures effectuées sur plus de 300 endocarpes appartenant à 7 espèces et un hybride de *Pistacia* permettent de distinguer très clairement trois classes de taille (Tabl. 8). Les endocarpes de *P. vera*, qu'ils proviennent de fruits sauvages ou cultivés, se distinguent très nettement des autres taxons par leur grande taille. En effet, les endocarpes dépassant 13 mm de long, 8 mm de large et 6 mm d'épaisseur peuvent sans aucune hésitation être attribués à *P. vera* car ils sont plus grands que ceux de toutes les autres espèces.

Deux autres espèces présentent des fruits de plus grande taille que les autres : *Pistacia atlantica* et *P. eurycarpa* (Fig. 36). Dans la représentation sous forme de « boîtes à moustaches » ces espèces se distinguent clairement des autres surtout par rapport à leur longueur (4,23-7,13 mm pour *P. atlantica* et 4,89-7,28 pour *P. eurycarpa*).

*Pistacia khinjuk*, *P. terebinthus* ont des fruits de plus petite taille même s'il existe un certain chevauchement avec les précédents. Finalement, *P. lentiscus* se distingue des toutes les autres espèces par ses fruits de petite taille s'exprimant surtout dans les valeurs de longueur (2,84 à 4,56 mm) et d'épaisseur (1,71-3,36 mm).

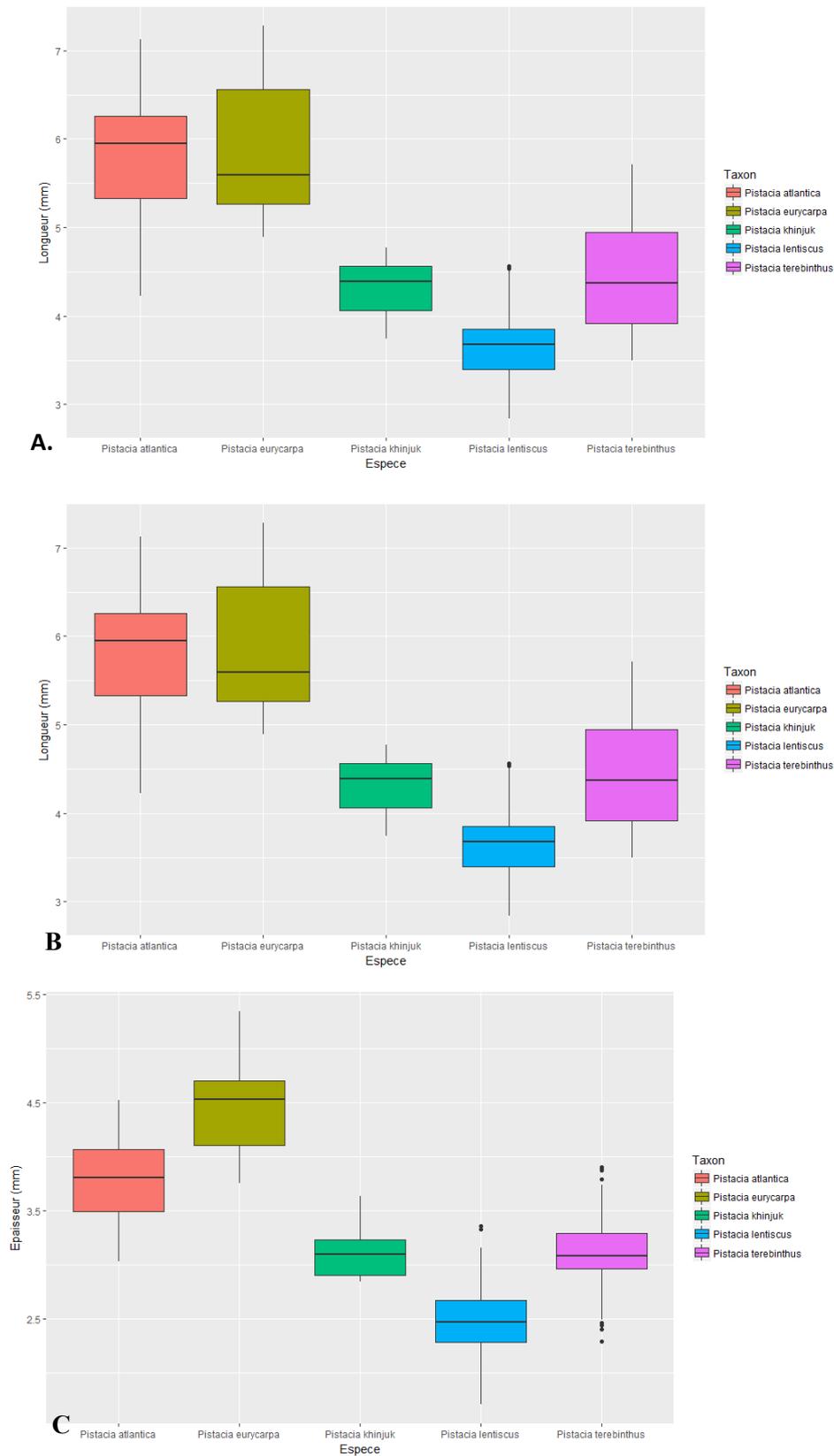
De façon générale, c'est la variable de la longueur qui semble discriminer mieux les espèces (Fig. 36).

Taxon	NI	Min. Lo. (mm)	Max. Lo. (mm)	Min. La. (mm)	Max. La. (mm)	Min. Ep. (mm)	Max. Ep. (mm)	Méd. Lo. (mm)	Méd. La. (mm)	Méd. Ep. (mm)
<b>Espèces</b>										
<i>P. atlantica</i>	54	4,23	7,13	4,17	6,46	3,03	4,52	5,95	5,27	3,81
<i>P. chinensis</i>	7	4,16	5,28	4,22	4,81	3,33	3,82	4,46	4,47	3,52
<i>P. eurycarpa</i>	19	4,89	7,28	5,10	7,80	3,75	5,34	5,59	6,65	4,53
<i>P. khinjuk</i>	14	3,74	4,77	3,81	4,90	2,84	3,63	4,39	4,41	3,10
<i>P. lentiscus</i>	99	2,84	4,56	3,15	5,14	1,71	3,36	3,68	4,21	2,47
<i>P. terebinthus</i>	10									
<i>P. vera</i> cultivé	5	3,50	5,71	3,26	5,64	2,29	3,90	4,37	4,46	3,08
<i>P. vera</i> cf. sauvage	4	14,02	17,88	9,59	10,36	6,95	8,08	15,98	9,98	7,72
<i>P. vera</i> cf. sauvage	5	13,54	15,91	8,51	10,22	7,19	9,32	15,18	9,39	8,23
<b>Hybrides</b>										
<i>P. x saportae</i>	5	3,13	4,46	3,59	4,01	2,18	3,41	4,04	3,75	2,92
<b>NTI</b>	31									
	2									

**Tableau 8.** Nombre d'individus étudiés, les valeurs minimales, maximales, et la médiane pour les dimensions de la longueur, largeur et épaisseur pour tous les taxons en ordre alphabétique. Abréviations : NI : Nombre d'individus ; Min. : Minimum ; Max. : Maximum ; Lo. : Longueur ; La. : Largeur ; Ep. : Epaisseur ; P. : *Pistacia* ; NTI : Nombre Totale d'Individus

En ce qui concerne les autres taxons, *P. chinensis* présente des dimensions semblables à celles de plusieurs autres espèces (*P. atlantica*, *P. eurycarpa*, *P. khinjuk*, *P. lentiscus*, *P. terebinthus*) et il est ainsi difficile de le discriminer (Tabl. 8). Les endocarpes de l'hybride *P. x saportae* sont de taille relativement petite (*Idem*), mais ces valeurs ne sont pas suffisamment différentes des autres pour le distinguer. Enfin, l'hybride *P. terebinthus x vera*, pour lequel nous ne disposons que d'un seul individu (c'est la raison pour laquelle il ne figure pas dans le tableau 8) présente des endocarpes d'une taille considérable (longueur=9,81mm ; largeur=7,45 mm ; épaisseur=6,54 mm).

**Boîtes à moustaches pour la longueur, largeur et épaisseur de cinq espèces étudiées (NTI = 291).**



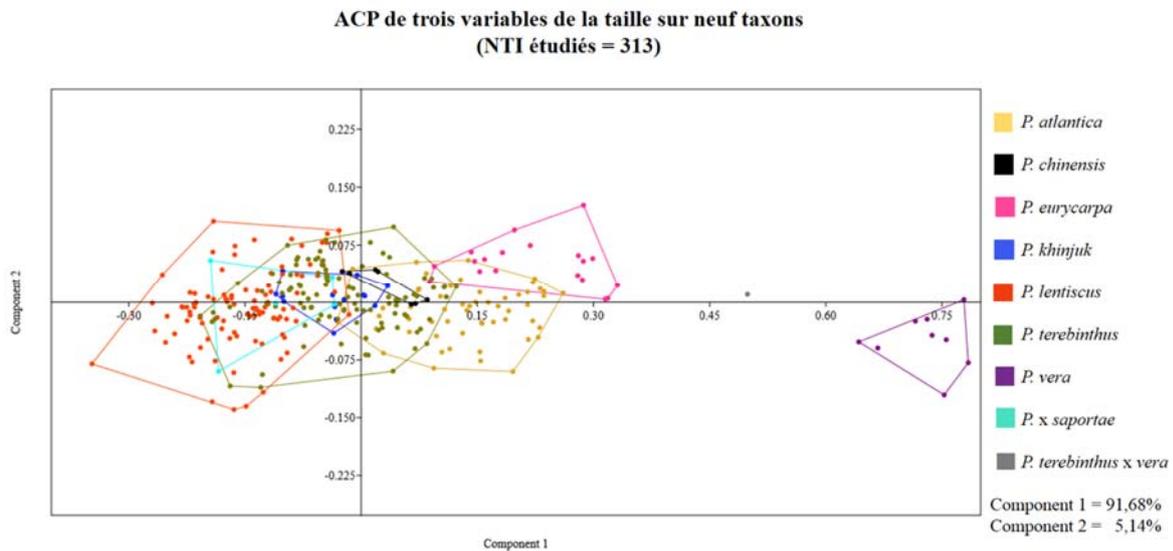
**Figure 36.** Comparaison de la longueur (A), largeur (B) et épaisseur (C) d'endocarpes de cinq espèces étudiés (*P. atlantica*, *P. eurycarpa*, *P. khinjuk*, *P. lentiscus* et *P. terebinthus*). Abréviations : NTI : Nombre Total d'Individus

A cause du chevauchement des ratios obtenus à partir des mesures linéaires, ils ne peuvent pas être utilisés comme seul critère pour la discrimination des espèces (Tabl. 9). Seul le ratio de longueur/largeur est discriminant pour *P. vera*. Les valeurs de ratios pour l'hybride *P. terebinthus* x *vera* sont les suivantes : longueur/largeur = 1,32 ; longueur/épaisseur = 1,50 ; largeur/épaisseur = 1,14.

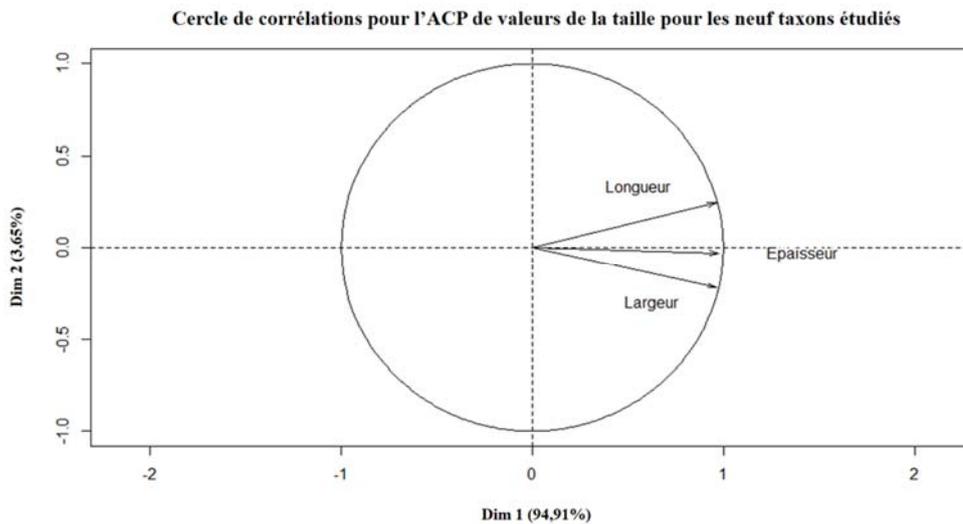
Taxon	NI	Min Longueur/Largeur	Max. Longueur/Largeur	Min. Longueur/Épaisseur	Max. Longueur/Épaisseur	Min. Largeur/Épaisseur	Max. Largeur/Épaisseur
<b>Espèces</b>							
<i>P. atlantica</i>	54	0,90	1,31	1,20	2,06	1,17	1,70
<i>P. chinensis</i>	7	0,93	1,25	1,25	1,43	1,10	1,34
<i>P. eurycarpa</i>	19	0,76	1,00	1,06	1,61	1,36	1,69
<i>P. khinjuk</i>	14	0,88	1,08	1,19	1,64	1,21	1,71
<i>P. lentiscus</i>	99	0,66	1,19	1,03	2,28	1,18	2,26
<i>P. terebinthus</i>	105	0,73	1,35	1,07	2,03	1,09	1,87
<i>P. vera</i> cultivé	4	1,40	1,86	1,80	2,43	1,28	1,38
<i>P. vera</i> cf. sauvage	5	1,49	1,66	1,63	1,94	1,10	1,22
<b>Hybrides</b>							
<i>P. x saportae</i>	5	0,83	1,13	1,16	1,85	1,17	1,65
<b>NTI</b>	312						

**Tableau 9.** Ratios entre longueur/largeur, longueur/épaisseur et largeur/épaisseur pour les taxons étudiés : *P. atlantica*, *P. chinensis*, *P. eurycarpa*, *P. khinjuk*, *P. lentiscus*, *P. terebinthus*, *P. vera* et *P. x saportae*, en ordre alphabétique. Abréviations : NI : Nombre d'individus ; Min. : Minimum ; Max. : Maximum ; P. : *Pistacia* ; NTI : Nombre Totale d'Individus

L'analyse en composantes principales (ACP) (Fig. 37) représente la distribution des taxons sur la base des mesures linéaires transformées en log. Les deux premières composantes expliquent 96,82% de la variabilité totale. La distribution des taxons est expliquée plutôt par la composante principale 1. *Pistacia vera* se distingue nettement des autres espèces qui sont plus regroupées même si plusieurs d'entre elles connaissent une distribution bien distincte. C'est le cas notamment pour *P. lentiscus*, *P. eurycarpa* et *P. atlantica*. Au contraire, *P. chinensis*, *P. khinjuk* et *P. terebinthus* se chevauchent. De plus, il y a un chevauchement entre quelques individus de *P. lentiscus* et *P. terebinthus*. Les hybrides se distribuent de façon un peu plus aléatoire mais non surprenante car *P. x saportae* se place plutôt entre *P. lentiscus* et *P. terebinthus* et le seul individu de *P. terebinthus* x *vera* se rapproche de *P. vera*.



**Figure 37.** ACP de la distribution d'individus selon les valeurs de trois variables de la taille (longueur, largeur, épaisseur) transformées en log, de neuf taxons étudiés. Composantes principales 1 et 2. Nombre total d'individus étudiés : 313. Abréviations : *P.*=*Pistacia* ; NTI=Nombre Total d'Individus

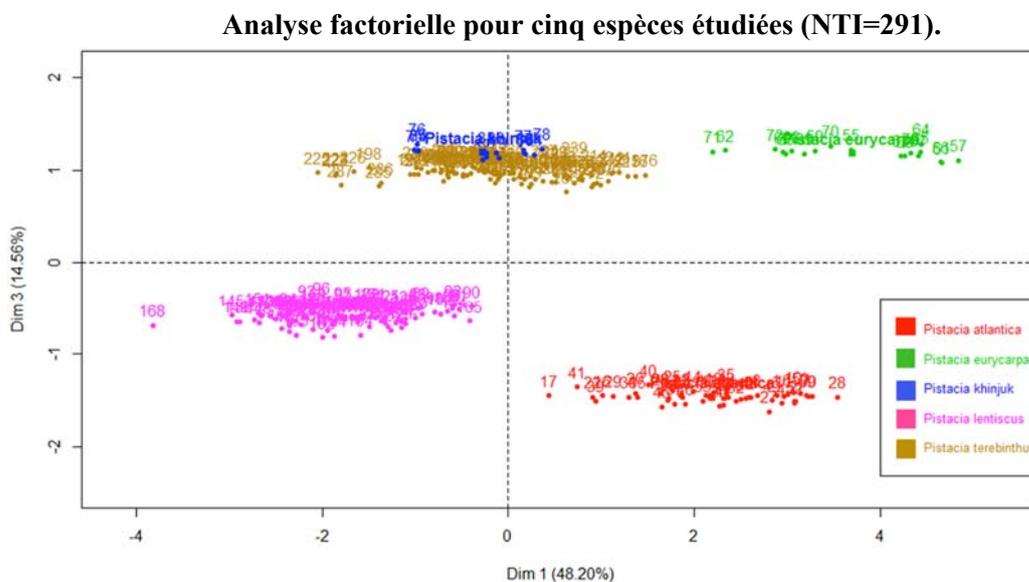


**Figure 38.** Cercle de corrélations pour l'ACP de la fig. 37 pour les variables de la taille (longueur, largeur, épaisseur) transformées en log, sur 9 taxons étudiées. Abréviations : Dim : Dimension

Selon le cercle de corrélations (Fig. 38), les trois variables sont corrélées sur l'axe 1, indiquant un effet important lié à la taille. Les trois variables sont moins corrélées sur l'axe 2, dont le rôle dans la variabilité est moindre (3,65%). Les variables de la taille se distribuent en

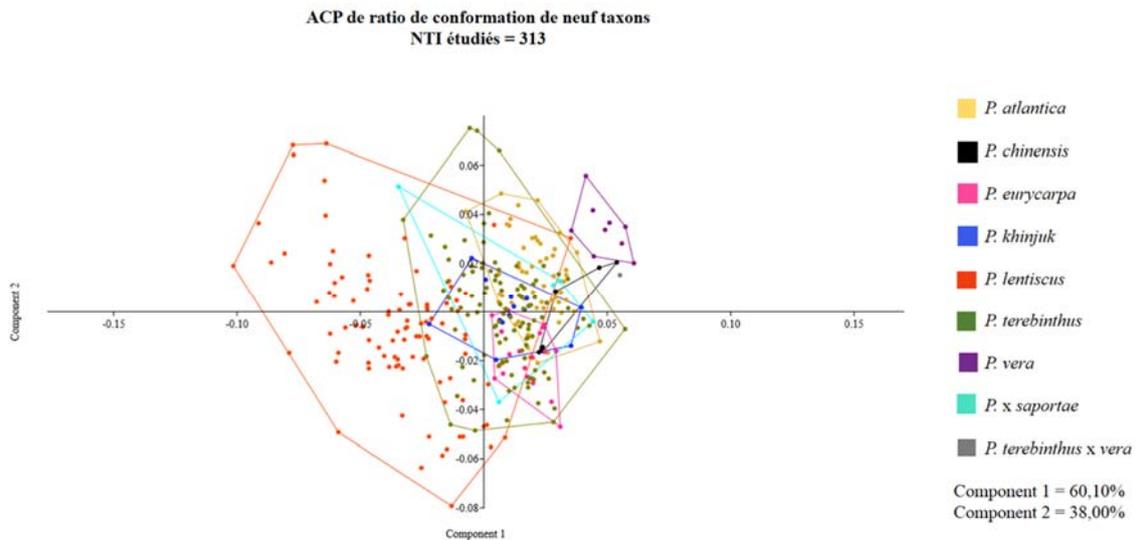
deux groupes opposés : la longueur contribue positivement à l'axe 2, et la largeur et l'épaisseur contribuent négativement à l'axe 2. La distinction des variables en valeurs positives et négatives selon l'axe 2, nous indique qu'il y a probablement aussi un effet lié à la forme des endocarpes.

L'analyse factorielle sur les valeurs transformées en log pour les trois variables de la taille nous montre que *Pistacia atlantica*, *P. eurycarpa*, *P. khinjuk*, *P. lentiscus* et *P. terebinthus* sont effectivement séparés (Fig. 39). Cependant, la séparation entre *P. terebinthus* et *P. khinjuk* est faible car les deux espèces restent proches, même lorsqu'on prend en compte le troisième axe de l'analyse. Les deux axes de l'analyse représentent au total 62,76% de la variabilité.



**Figure 39.** Analyse factorielle sur les données linéaires transformées en log, pour cinq espèces (*P. atlantica*, *P. eurycarpa*, *P. khinjuk*, *P. lentiscus*, *P. terebinthus*). Axes 1 et 3. Abréviations : Dim : Dimension. ; *P.* : *Pistacia* ; NTI : Nombre Total d'Individus

Finalement, l'ACP de la Fig. 40 représente la distribution de taxons étudiés après l'enlèvement de l'effet de la taille (transformation de Mosimann). Les deux axes principaux expliquent 98,10% de la variabilité totale. Dans ce cas de figure, *Pistacia vera* se distingue toujours clairement des autres taxons. *Pistacia lentiscus* connaît également une distribution plutôt distincte des autres espèces. *Pistacia atlantica* se sépare assez bien de *P. eurycarpa* mais les autres taxons se chevauchent comme c'était déjà le cas dans d'autres représentations. De même, *P. x saportae* continue à être distribué aléatoirement entre plusieurs espèces. Enfin, les résultats de la régression multivariée montrent que le 27% de la variabilité totale de forme est expliquée par l'allométrie ( $R^2: 0.269$ ). Le test de MANOVA est statistiquement significatif ( $\alpha = 0,05 > p\text{-value} : 1,116^E-25$ ).



**Figure 40.** ACP de données mesurées après l'enlèvement de l'effet de la taille (transformation de Mosimann), sur neuf taxons étudiés. Composantes principales 1 et 2. Abréviations : NTI : Nombre Total d'Individus

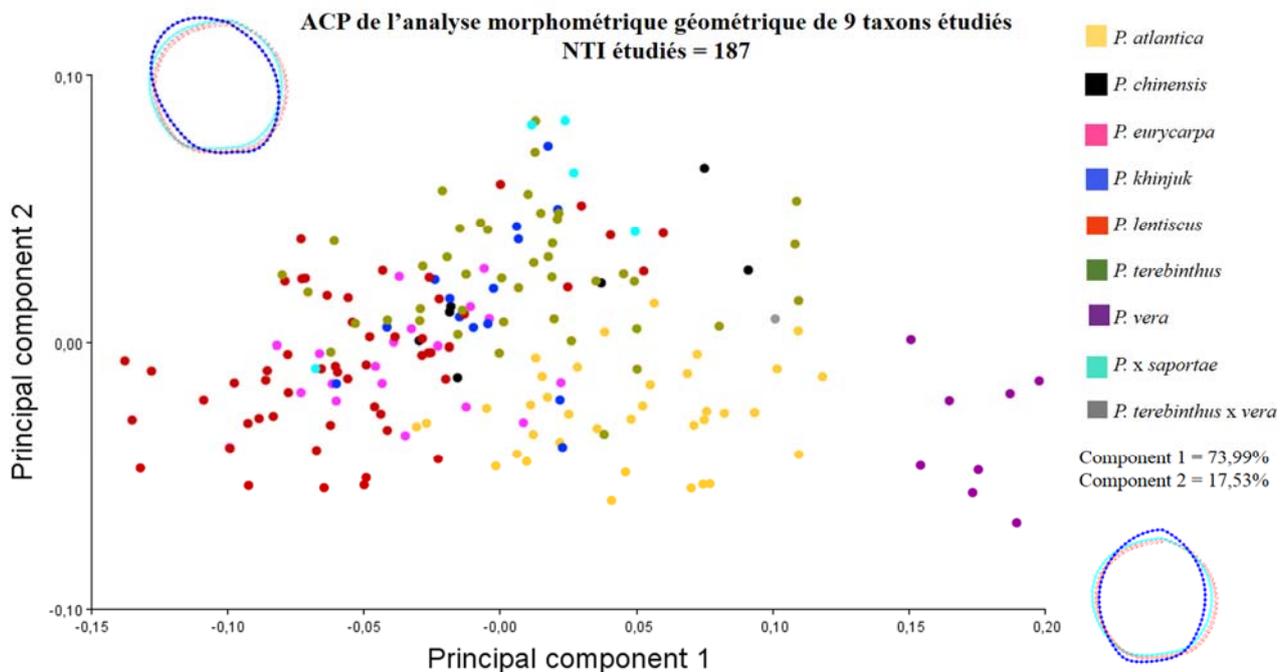
En résumé, l'analyse de morphométrie traditionnelle appliquée aux endocarpes de *Pistacia* a permis de mettre en évidence des différences de dimensions entre les différentes espèces qui peuvent dans certains cas être utilisées en tant que critères de distinction. La taille joue donc un rôle indéniable dans la différenciation des espèces mais le traitement des données linéaires révèle également que la forme – indépendamment de la taille – explique également une partie de la variabilité observée. C'est justement le rôle de la forme dans la distinction des taxons qui fait l'objet de la troisième approche explorée dans notre travail : la morphométrie géométrique.

#### 4. Résultats de l'analyse de morphométrie géométrique

Après les approches plus traditionnelles fondées sur l'observation morphologique et les mesures linéaires des endocarpes du genre *Pistacia*, nous abordons dans cette partie l'analyse de morphométrie géométrique. Il est ici question d'apprécier à quel degré la forme géométrique des objets étudiés est caractéristique des espèces. Cette analyse permet-elle de les distinguer et, si oui, la morphométrie géométrique peut-elle contribuer à identifier botaniquement des restes archéologiques ? Il s'agit ici d'une approche exploratoire, envisagée plutôt sous forme d'essai que d'étude accomplie ; elle a pour vocation d'être élargie et approfondie ultérieurement.

L'ACP représenté ci-dessous (Fig. 41) illustre la distribution des taxons étudiés selon l'analyse morphométrique géométrique. Les deux premiers axes représentent 91,52% de la variabilité totale et la distribution des espèces s'explique plutôt par l'axe 1. *Pistacia vera* connaît

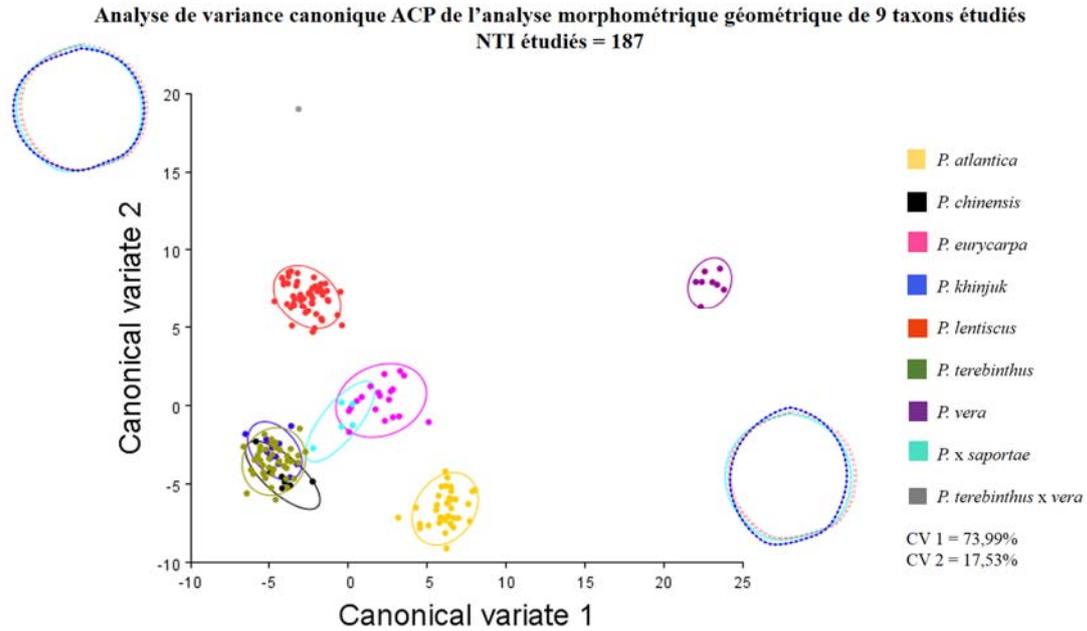
une distribution distincte des autres espèces par son positionnement à droite de cet axe. *Pistacia atlantica*, *P. terebinthus* et *P. lentiscus* montrent également des distributions bien définies malgré quelques chevauchements entre eux et avec les autres espèces. La distinction des espèces *P. vera* et *P. lentiscus* s'explique surtout par la composante 1 qui les placent à l'opposée l'une de l'autre. Par contre, la différence de distribution entre *P. terebinthus* et *P. atlantica* s'explique plutôt par la composante 2. *Pistacia khinjuk* connaît une distribution plutôt aléatoire entre *P. terebinthus*, *P. lentiscus* et *P. atlantica*. Il est de même pour *P. chinensis* dont la distribution chevauche largement celle de *P. terebinthus*. À nouveau, nous pouvons constater la configuration variable de *P. x saportae* qui dans la majorité des cas se rapproche de *P. terebinthus* mais dont un individu est plus proche de *P. lentiscus*. L'autre hybride, *P. terebinthus x vera*, se place entre *P. terebinthus* et *P. atlantica*, tout en restant relativement proche de *P. vera*. Enfin, un autre point remarquable est le chevauchement pratiquement total entre *P. lentiscus* et *P. eurycarpa*.



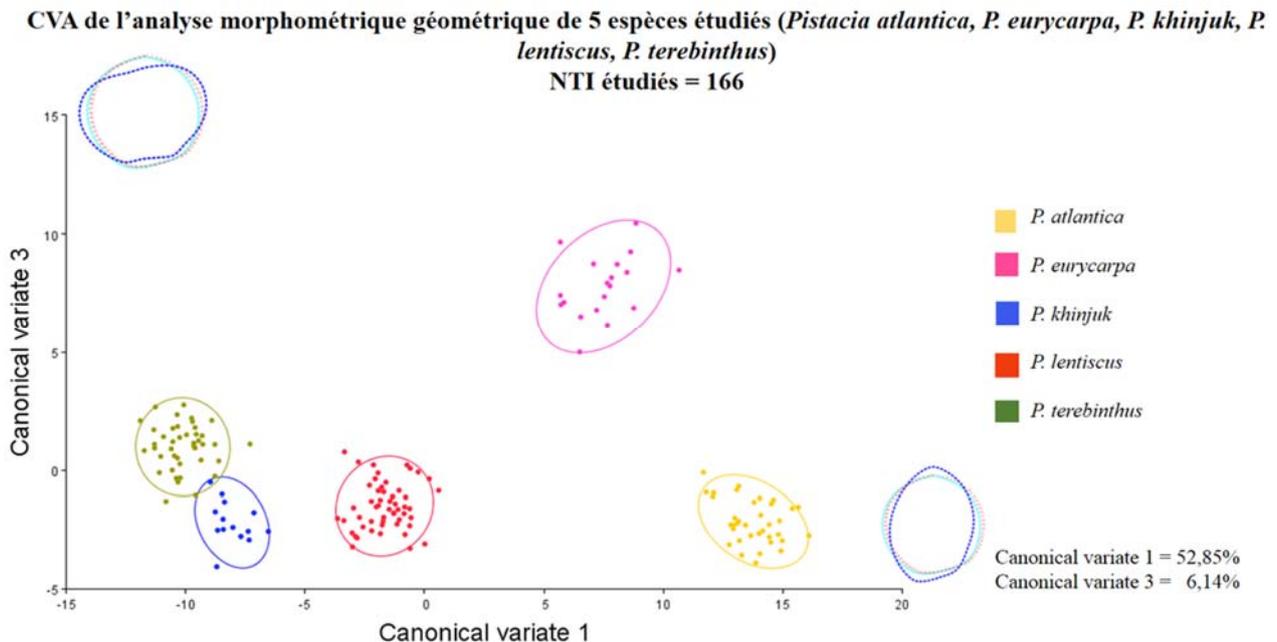
**Figure 41.** ACP de l'analyse morphométrique géométrique de 9 taxons (*Pistacia atlantica*, *P. chinensis*, *P. eurycarpa*, *P. khinjuk*, *P. lentiscus*, *P. terebinthus*, *P. vera*, *P. terebinthus x vera*, *P. x saportae*). Composantes principales 1 et 2. Couleurs pour la visualisation des axes : bleu clair : forme de consensus ; bleu foncé : déformation selon les valeurs de l'axe ; Abréviations : *P.*=*Pistacia* ; NTI=Nombre Total d'Individus

En allant vers les valeurs positives de l'axe 1 (vers la droite) la forme des endocarpes devient proportionnellement plus allongée et symétrique verticalement. Parallèlement, nous observons une tendance vers des bases pédonculaires plus obliques. Dans le sens opposé (en allant vers les valeurs négatives de l'axe 1) la forme devient proportionnellement plus arrondie et symétrique à la fois verticalement et horizontalement. Parallèlement, la base pédonculaire devient plus horizontale. En ce qui concerne l'axe 2, vers les valeurs négatives la forme devient proportionnellement plus asymétrique, surtout en ce qui concerne l'apex. Ainsi, *P. vera*, qui est distribué vers les valeurs positives de l'axe 1, présente une forme proportionnellement plus allongée avec une base pédonculaire oblique. Quelques individus de *P. atlantica*, proches de *P. vera*, possèdent également une forme proportionnellement plus allongée. Au contraire, *P. lentiscus* et *P. eurycarpa* situés plutôt vers les valeurs négatives des axes 1 et 2, sont caractérisées par une forme proportionnellement plus large et ramassée. Pour leur part, *P. terebinthus*, *P. chinensis* et *P. khinjuk*, situées entre les endocarpes allongés et ceux plus trapus, présentent des morphologies moins distinctes. Enfin, les individus de *P. x saportae* situés vers le haut des valeurs positives de l'axe 2 ont une forme plus asymétrique.

L'analyse de variance canonique (Fig. 42) montre que les taxons peuvent dans la plupart des cas être séparés par leur morphologie. Les deux premiers axes décrivent le 91,52% de la variabilité totale. *Pistacia vera*, *P. atlantica* et *P. lentiscus* sont bien distingués. La distribution de *P. x saportae* chevauche partiellement celle de *P. eurycarpa*. Il en est de même pour *P. chinensis*, *P. khinjuk* et *P. terebinthus* qui connaissent une distribution semblable. Cependant, une distinction entre *P. khinjuk* et *P. terebinthus* peut être observée si on répète cette analyse en excluant les taxons dont le nombre d'individus est inférieur à 10 (Fig. 43).



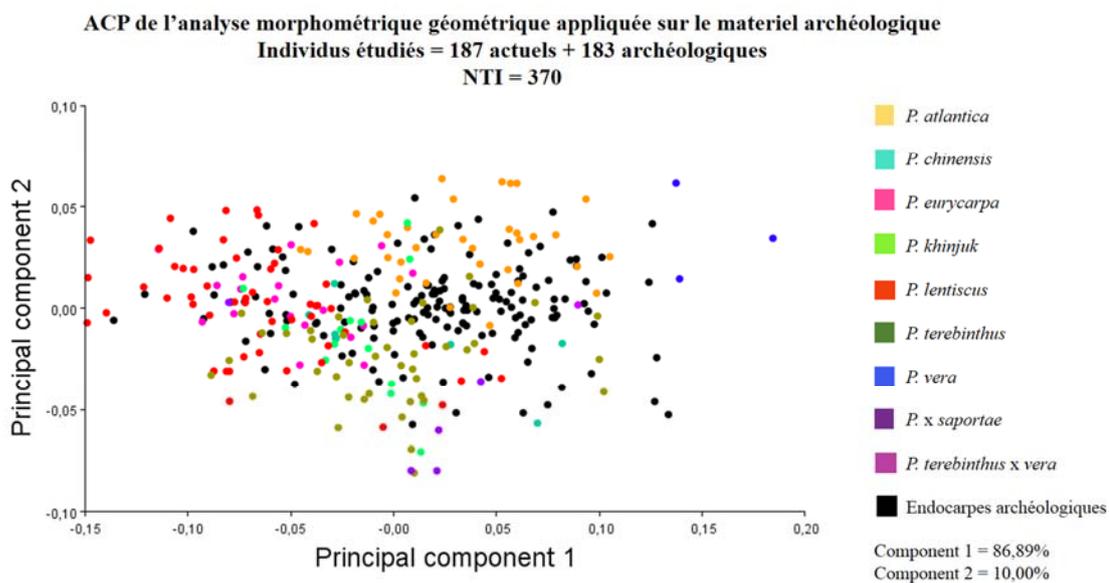
**Figure 42.** CVA de l'analyse morphométrique géométrique de 9 taxons (*P. atlantica*, *P. chinensis*, *P. eurycarpa*, *P. khinjuk*, *P. lentiscus*, *P. terebinthus*, *P. vera*, *P. terebinthus x vera*, *P. x saportae*). Axes 1 et 2. Couleurs pour la visualisation des axes : bleu claire : forme de consensus ; bleu foncé : déformation selon les valeurs de l'axe ; Abréviations : *P.*=*Pistacia* ; NTI=Nombre Total d'Individus



**Figure 43.** CVA de l'analyse morphométrique géométrique de 5 espèces (*P. atlantica*, *P. eurycarpa*, *P. khinjuk*, *P. lentiscus*, *P. terebinthus*). Axes 1 et 3. Abréviations : *P.*=*Pistacia* ; NTI=Nombre Total d'Individus

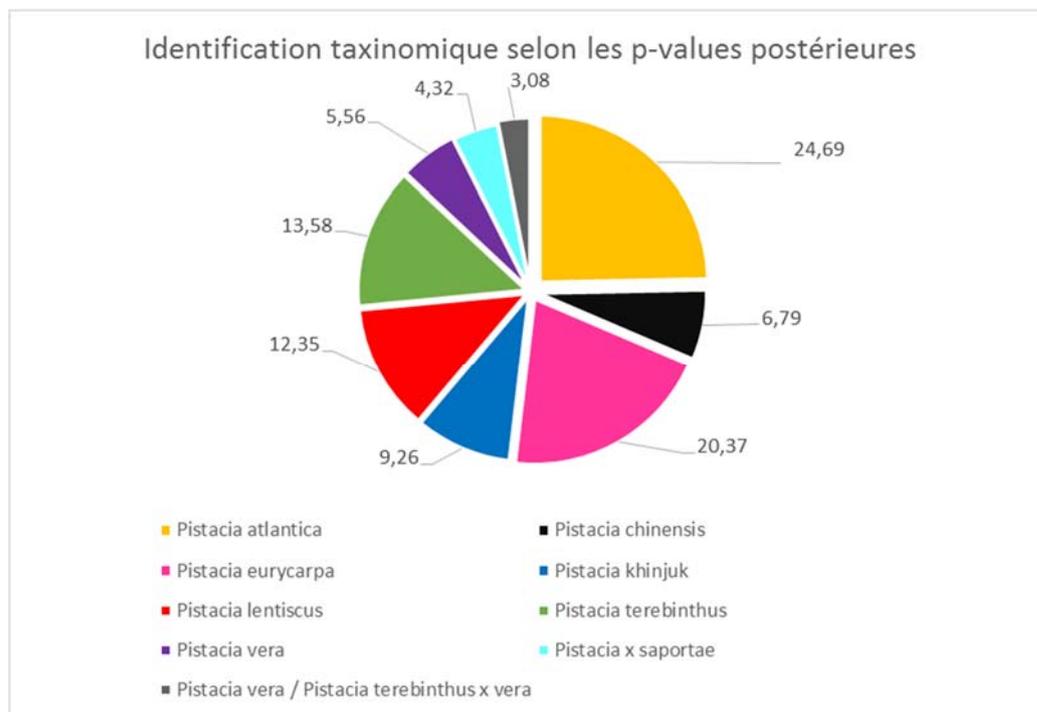
## 5. Application de la morphométrie géométrique sur le matériel archéologique

L'ACP suivante (Fig. 44) représente la distribution des endocarpes de tous les sites archéologiques par rapport à celle des endocarpes actuels. Les deux premiers axes représentent 96,89% de la variabilité totale. Les endocarpes archéologiques sont distribués parmi plusieurs espèces. L'axe 1 explique mieux la distribution des individus que l'axe 2. Cependant, cette distribution ne nous permet pas de rapprocher avec certitude les individus archéologiques et les espèces actuelles.



**Figure 44.** ACP de l'analyse morphométrique géométrique appliquée sur le matériel archéologique. Nombre total d'individus actuels et archéologiques étudiés=183. Composantes Principales 1 et 2. Abréviations : *P.*=*Pistacia* ; NTI=Nombre Total d'Individus

Selon la classification d'observation multivariée à posteriori (Fig. 45), près de 25% des individus archéologiques pourrait correspondre à *Pistacia atlantica*. D'autres individus, représentant de plus faibles pourcentages, sont à rapprocher plutôt de *P. eurycarpa*, *P. terebinthus* et *P. lentiscus*. Dans quelques cas enfin les individus archéologiques semblent plutôt associables à *P. chinensis*, *P. khinjuk* et *P. vera* et aux deux hybrides *P. x saportae* et *P. terebinthus x vera*.



**Figure 45.** Proportions d’attribution des endocarpes archéologiques aux taxons actuels

Selon la classification décrite ci-dessus, le matériel de Khirokitia et Tell Qaramel offre la plus grande diversité de taxons identifiés (respectivement 9 et 6 taxons), suivis du matériel d’Aşikli Höyük avec 4 taxons proposés (Tabl. 10).

Site archéologique	N taxons	Taxons
Aşikli Höyük	4	<i>P. atlantica</i> , <i>P. chinensis</i> , <i>P. lentiscus</i> , <i>P. terebinthus</i>
Dja'de el Mughara	1	<i>P. eurycarpa</i>
Jerf el Ahmar	1	<i>P. x saportae</i>
Tell Aswad	4	<i>P. eurycarpa</i> , <i>P. lentiscus</i> , <i>P. terebinthus x vera</i>
Tell Qaramel	6	<i>P. atlantica</i> , <i>P. chinensis</i> , <i>P. eurycarpa</i> , <i>P. lentiscus</i> , <i>P. terebinthus</i> , <i>P. x saportae</i>
Ayios Tychonas-Klimonas	3	<i>P. eurycarpa</i> , <i>P. khinjuk</i> , <i>P. lentiscus</i>
Khirokitia	9	<i>P. atlantica</i> , <i>P. chinensis</i> , <i>P. eurycarpa</i> , <i>P. khinjuk</i> , <i>P. lentiscus</i> , <i>P. terebinthus</i> , <i>P. terebinthus x vera</i> , <i>P. vera/P. terebinthus x vera</i> , <i>P. x saportae</i>

**Tableau 10.** Nombre de taxons et taxons identifiés dans chaque site archéologique selon la classification à posteriori. Abréviations : *P.* = *Pistacia*

## 6. Clé d'identification

1. Limites de la base pédonculaire bien définies, base pédonculaire profonde, qui forme une 'cavité pédonculaire' ..... 2  
Limites de la base pédonculaire pas définies ou faiblement définies, base pédonculaire pas profonde ou superficielle, pas de formation de 'cavité pédonculaire' ..... 4
2. Suture dorsale marquée..... *P. atlantica*  
Suture dorsale faiblement marquée ou pas marquée..... 3
3. Forme en face latérale obovoïde, largement obovoïde ou réniforme, trapue, endocarpe assez plus large que longue ; longueur et largeur maximale toujours plus de 5 mm ; épaisseur maximale moins de 4 mm ..... *P. eurycarpa*  
Forme ovoïde ou circulaire en vue latérale, base pédonculaire horizontale en vue latérale ; Petite taille ; longueur et largeur maximale toujours moins de 5 mm ; épaisseur maximale jusqu'à 4 mm ..... *P. khinjuk*
4. Base pédonculaire oblique en vue latérale, suture dorsale marquée, en forme en forme de 'S' inverse (Z), forme allongée en vue latérale ..... *P. vera*  
Base pédonculaire horizontale ou concave en vue latérale ..... 5
5. Suture ventrale très bien marquée, en forme de 'carène', apex mucroné, très souvent asymétrique en vue ventrale, dorsale et section, parfois présence d'excroissances sur la surface, petite taille (longueur : 2,84-4,56 mm ; largeur : 3,15-5,14 mm ; épaisseur : 1,71-3,36 mm) ..... *P. lentiscus*  
Suture ventrale marquée, symétrique en vue ventrale, dorsale et section, suture dorsale faiblement marquée ou estompée ..... *P. terebinthus*

## CHAPITRE IV - DISCUSSION

### 1. Apports et limites des approches méthodologiques choisies

Les prospections de terrain à Chypre et l'accès à l'Herbier national nous ont permis d'aborder un choix de matériel relativement vaste et la possibilité d'orienter l'échantillonnage afin de prendre en compte différents paramètres (identification assurée des spécimens, provenance géographique et conditions écologiques des spécimens, etc.). Ces études nous ont ainsi autorisé de constituer un premier référentiel suffisamment représentatif de la variabilité des taxons pour servir de base à notre travail. Toutefois, pour des raisons de disponibilité, tous les taxons n'ont pu être représentés au même niveau. Si la condition d'un nombre minimal d'individus ( $N > 30$ ) que nous nous étions fixés initialement a pu être remplie pour *P. atlantica*, *P. terebinthus*, et *P. lentiscus*, tel n'est pas le cas pour *P. eurycarpa* et *P. khinjuk* ( $10 < N < 30$ ) et encore moins pour *P. chinensis*, *P. vera* et les deux hybrides, *P. x saportae* et *P. terebinthus x vera* ( $N < 10$ ). Un autre problème rencontré est celui de l'état de maturité des fruits, variable dans les collections d'herbier et excluant de fait un certain nombre de spécimens qui auraient pu être intéressants du point de vue taxonomique ou géographique. En raison de cette disparité dans les nombres d'individus disponibles pour chacun des taxons, nous considérons que la fiabilité des résultats, notamment des approche quantitatives, n'est pas la même pour les trois groupes de taxons décrits ci-dessus.

Cela étant dit, les différentes approches utilisées sont complémentaires et leur association nous a permis d'explorer et de décrire la diversité morphologique de la collection de référence. Elles nous ont également permis de déterminer les caractéristiques les plus pertinentes pour l'identification des endocarpes au niveau spécifique.

L'étude morphologique a apporté les résultats les plus immédiats, directement applicables à la fois sur du matériel actuel et archéologique. Cette étude est notamment à la base de la clé d'identification des espèces que nous proposons dans ce mémoire. L'observation morphologique permet de considérer des caractéristiques qui ne rentrent pas en compte dans les deux approches quantitatives mais qui peuvent avoir une valeur diagnostique décisive, par exemple la nature des limites de la base pédonculaire, la présence d'une cavité pédonculaire, la présence de lignes sur la surface de l'endocarpe, etc.

L'analyse de morphométrie traditionnelle a contribué à explorer la variabilité liée aux dimensions des endocarpes et ainsi d'apporter des arguments supplémentaires, fondés sur la taille, à la clé d'identification. Notamment, des variables telles que la longueur et la largeur des endocarpes, peuvent être pertinentes pour la discrimination entre deux espèces, proches morphologiquement mais plus éloignées du point de vue taille. Tel est le cas pour *P. eurycarpa* et *P. lentiscus*, deux espèces possédant des fruits larges mais s'inscrivant dans des classes de taille bien distinctes. Les résultats de la régression multivariée ont par ailleurs montré que seule une partie (27%) de la variabilité totale des formes observées peut être expliquée par un phénomène d'allométrie (c'est-à-dire une corrélation entre taille et la forme). Ainsi, 73% de la variabilité observée pourrait être expliquée par d'autres phénomènes qu'il convient d'explorer, par exemple les conditions environnementales ou le stade de maturité des fruits.

L'analyse de morphométrie géométrique apporte une autre perspective sur la morphologie des endocarpes. C'est l'approche la moins aboutie des celles que nous avons explorées mais elle est prometteuse en ce qui concerne les possibilités de distinction des espèces. En effet, elle permet de visualiser comment les taxons se distribuent, par rapport à leur forme, selon un gradient allant d'endocarpes à forme proportionnellement plus allongée et symétrique vers ceux présentant une forme plus arrondie et symétrique ou encore ceux de forme plus trapue, symétrique ou asymétrique (Fig. 41). Les limites et les difficultés rencontrées ici sont plutôt liées à l'insuffisance des effectifs de certains taxons et un manque de temps pour explorer différentes pistes statistiques. Le potentiel de cette méthode pour l'étude a néanmoins pu être démontré et elle pourra être utilisée dans un contexte étendu pour répondre à des questions importantes, par exemple sur le lien éventuel entre morphologie et phylogénie des pistachiers.

## **2. Application des résultats au corpus archéologique**

En utilisant les critères d'identification établis par l'étude morphologique, complétés par les résultats de l'analyse de morphométrie traditionnelle, nous avons pu identifier, jusqu'au niveau de l'espèce, 60% des endocarpes néolithiques. Parmi les 40% restants – donc non identifiés au niveau spécifique – près de 80% correspondent à des morphotypes allongés (Types A, B et C) qui se distinguent nettement de tous les taxons modernes présents dans notre référentiel. En somme, par cette approche nous avons réussi très largement à répondre à

la question d'identification des endocarpes archéologiques lorsque ceux-ci trouvent une correspondance parmi les taxons modernes.

La comparaison de la morphométrie géométrique des endocarpes archéologiques avec celle des individus modernes livre des résultats plus difficiles à interpréter. En effet, selon la réattribution à posteriori du matériel archéologique, seuls 17,28% des identifications proposées sont en accord avec celles établies par l'étude morphologique et 37,65% donnent un résultat divergeant. Les 20,99% restant correspondent à des individus dont l'identification n'avait pas pu être établie avec certitude (par exemple les types allongés).

Considérant que cette comparaison indique la probabilité qu'un individu inconnu se rapproche plutôt de tel ou de tel individu identifié (du référentiel), le résultat est fortement lié à la qualité du référentiel. Le rapprochement entre endocarpes archéologiques-modernes a plutôt bien fonctionné lorsque le nombre d'individus modernes d'un taxon était suffisamment élevé, par exemple dans les cas de *P. atlantica* et *P. terebinthus*. Les résultats semblent beaucoup moins pertinents pour les taxons représentés par peu d'individus. D'une part, ces résultats ne correspondent pas aux identifications établies par l'étude morphologique et, d'autre part, ils n'ont pas de sens du point de vue écologique ou biogéographique. Par exemple, il semble difficilement concevable que les assemblages carpologiques de Khirokitia à Chypre renferment 6 espèces et 2 hybrides de *Pistacia* ou bien qu'un hybride entre *P. terebinthus* et *P. vera* fût présent à Tell Aswad (étant donné la distribution beaucoup plus orientale de *P. vera*).

Les individus archéologiques allongés, classés par l'étude morphologique dans la catégorie C, sont associés par l'analyse de morphométrie géométrique à *P. atlantica*. Ce résultat est concordant avec notre hypothèse qui suggère que le Type C pourrait correspondre à des fruits de *P. atlantica* non encore arrivés à maturité. Par contre, les autres types allongés (A et B) n'ont pas trouvé de correspondance précise mais sont attribués alternativement à *P. khinjuk*, *P. vera*, *P. x saportae* et *P. terebinthus x vera*.

Les endocarpes de *P. khinjuk* et *P. terebinthus* sont proches à la fois par leur forme et leur taille (Figs. 37 et 41) et c'est surtout la forme de la base pédonculaire qui permet de différencier les deux espèces. *P. khinjuk*, représenté dans notre étude par un nombre limité d'individus, est selon les botanistes très variable du point de vue morphologique (Ghaemmaghami *et al.* 2009). Cette espèce, proche génétiquement de *P. vera*, connaît actuellement une très vaste distribution, allant de l'Égypte au Népal, en passant par la Turquie

et le Pakistan (Al-Saghir & Porter 2012, p. 20-21 ; Golan-Goldhirsh *et al.* 2004, p. 16-17 ; Kafkas & Perl-Treves 2001, p. 912-913 ; Zohary 1952, p. 212, 214, 222). Absente de la flore chypriote actuelle (Meikle 1977-1985 ; Tsintidis *et al.* 2002), sa présence à Klimonas et à Khirokitia néanmoins été constatée par l'analyse morphométrique géométrique.

Les arbres attribués à *P. chinensis* représentent une telle hétérogénéité morphologique que les auteurs le classent parfois en plusieurs sous-espèces, voire en plusieurs espèces différentes (Al-Saghir & Porter 2012, p. 17-19 ; Chen *et al.* 2009 ; Yasin 1983 ; Zohary 1952, p. 215). Cette variabilité intra-spécifique a été constatée aussi par notre analyse. De plus, ses caractéristiques morphologiques, sa taille et sa forme générale rapprochent cette espèce de *P. terebinthus*, rendant la distinction entre les deux problématique (Figs. 37 et 41). Cette proximité entre *P. chinensis* et *P. terebinthus* a également été aussi constatée par les études moléculaires (Yi *et al.* 2008, p. 245). Même si l'analyse de morphométrie géométrique associe certains individus à cette espèce, sa présence dans la région d'étude au début de l'Holocène nous paraît peu vraisemblable, à la fois en raison de sa distribution actuelle (Chine, Asie du Sud-Est et Afrique) et ses exigences écologiques (adaptation aux climats subtropicaux à tropicaux) (Shuaib *et al.* 2017, p. 413).

Il n'est pas surprenant que les hybrides aient soulevé un problème tout au long de notre étude. Leurs caractères sont hérités des deux espèces génitrices et prennent des expressions différentes selon les cas (Werner *et al.* 2001, p. 184). En effet, leur morphologie est peu stable et rend difficile leur description. Il est tout à fait possible que des hybrides tels que *P. khinjuk* et de *P. x saportae* puissent apparaître dans le matériel archéobotanique mais leur reconnaissance en tant que tels s'avère alors problématique.

En somme, nous considérons que l'application de critères d'identification par les trois méthodes sur le matériel archéologique donne de résultats assez fiables. En général, les endocarpes archéologiques ne présentent pas à priori des déformations importantes liés à la carbonisation. Toutefois, il s'agit d'un paramètre qu'il faudra prendre en compte dans des études futures

### 3. Implication des identifications des endocarpes archéologiques

Deux espèces de pistachier – *P. eurycarpa* et *P. terebinthus* – ont été identifiées dans les assemblages provenant d’Aşikli Höyük en Anatolie centrale (Turquie). La première espèce est actuellement attestée dans la partie sud-est du pays, dans les provinces de Biltis, Mardin et Hakkari dans la région du Kurdistan. Considérée précédemment comme une sous-espèce de *P. atlantica* (*P. atlantica* var. *kurdica* ou *P. atlantica* ssp. *kurdica*), *P. eurycarpa* est aujourd’hui considéré comme une espèce en soi (Al-Saghir & Porter 2012, p. 19 ; Kafkas 2006, p. 117 ; Kafkas & Perl-Treves 2001, p. 910-911 ; ibid. 2002, p. 262 ; Yaltirik 1967, p. 545-546 ; Zohary 1952, p. 192). Actuellement, elle forme des populations fragmentées. Le déclin de son habitat naturel, ainsi que la surexploitation par l’Homme sont probablement les causes de sa régression tout comme d’une érosion de sa diversité génétique (Pazouki *et al.* 2010, p. 315).

*P. terebinthus* est également une espèce caractéristique de la flore turque avec une distribution dans la région méditerranéenne et le long de la mer Noire (Al-Saghir & Porter 2012, p.21-22 ; Yaltirik 1967, p. 548-549 ; Zohary 1952, p. 208, 210). Selon Zohary *P. terebinthus* est une espèce strictement méditerranéenne, caractéristique des associations de maquis où elle est associée au chêne (*Quercus* spp.). Sa présence près de la mer Noire s’expliquerait selon lui par une incursion dans cette région (Zohary 1973, p. 368). *P. terbinthus* n’est pas du tout attesté en Anatolie centrale actuellement et sa présence, sous forme d’endocarpes, à Aşikli Höyük pose question. Sur ce site les endocarpes de pistache avaient été identifiés en tant que *P. cf atlantica* (Ergun inédit, p. 346 ; van Zeist & Roller 1995, p. 184 ; Willcox 2016, p. 45-47) mais notre étude montre donc la présence de deux autres espèces. Parallèlement aux fruits, ce site a livré d’importantes quantités de bois carbonisé de pistachier résultant sans doute de l’exploitation de ces arbres comme combustible (Bourguet *inédit.* 2016). Les pistachiers étaient probablement courants dans la végétation de l’époque, contrairement à l’actuel où les seuls pistachiers attestés dans la région sont ceux de la vallée d’Ihlara, où des pistachiers de l’Atlas (*P. atlantica*) sont utilisés comme portes-greffe pour le pistachier cultivé (Ergun *inédit.*, p. 108-109).

Les données palynologiques marins et terrestres de cette partie de l’Asie du Sud-Ouest identifient une phase d’expansion du couvert végétal intervenu lors du réchauffement postglaciaire (env. 9000-6000 BP) comme résultat de conditions climatiques plus chaudes et

humides. Le pistachier est alors dominant et associé au chêne caducifolié et le genévrier (Rossignol-Strick 1995, p. 897-898 ; Woldring & Bottema 2001/2002, p. 17).

*P. eurycarpa* et *P. terebinthus* sont également attestés dans les assemblages archéobotaniques des sites du Moyen-Euphrate : Dja'de el mughara et Jerf el Ahmar. Actuellement, des formations de steppe-forêt, composées d'amandiers et pistachiers et d'occasionnels chênes décidus sont présentes relativement près de ces sites (Hillman 1996, p. 163). Les données anthracologiques de Dja'de et de Jerf el Ahmar montrent l'exploitation de plusieurs biotopes dont la ripisylve, la forêt pré-steppique et la steppe, ainsi que la présence d'autres espèces actuellement plus montagnardes (Coqueugniot 1998, p. 112). La présence des taxons tels que *Pistacia*, *Rhamnus*, *Amygdalus* et *Quercus*, tout comme celle d'autres taxons caractéristiques des steppes humides, sont interprétées comme un indice de conditions plus humides et froides permettant le développement d'une flore arborée (Coqueugniot 1998, p. 112 ; Helmer *et al.* 1998, p. 17-18 ; Roitel inédit, p. 101-104 ; Stordeur 2015, p. 22-23 ; Stordeur *et al.* 1997, p. 284 ; Willcox 1996, p. 149-150). La présence de *P. eurycarpa* identifiée par notre étude montre que cette espèce avait probablement une distribution géographique plus occidentale à cette période. De plus, l'attestation de *P. terebinthus* sur les sites du Moyen Euphrate indique une distribution plus orientale pour cette espèce actuellement strictement méditerranéenne.

À Tell Qaramel une troisième espèce de pistachier a été identifiée : *P. lentiscus*. La localisation du site dans une région plus humide (moyenne pluviométrie annuelle d'env. 400 mm) ainsi que les conditions pédologiques de la région (absence de basalte) sont les raisons pour lesquelles les taxons attestés dans les assemblages carpologiques de Tell Qaramel sont différents de ceux d'autres sites précéramiques situés plus près de l'Euphrate (Willcox & Herveux 2012, p. 120 ; Willcox *et al.* 2008, p. 321 ; *ibid.* 2009, p. 152). La présence de *P. lentiscus*, espèce thermophile et caractéristique de la végétation de l'étage thermo-méditerranéen (garrigues et maquis), pourrait indiquer une influence plus importante du climat méditerranéen. Enfin, l'espèce *P. atlantica* est probablement aussi présente à Tell Qaramel. Actuellement, le pistachier de l'Atlas connaît une très large distribution géographique qui recouvre aussi la région de Syrie.

Tell Aswad est le site le plus méridional de ceux étudiés en Syrie et jouit d'un climat méditerranéen continental (Douché inédit, p. 35). Les données paléo-environnementales indiquent la proximité de milieux humides liés sans doute au lac qui existait dans le secteur

même jusqu'à une période très récente. Parmi les taxons hygrophiles figurent des cyperacées tout comme différentes espèces de poisson, le chat de marais, des coquilles... (Helmer & Gourichon 2008, p. 122-124 ; Stordeur *et al.* 2010, p. 45). Cependant, les ressources de la steppe désertique (gazelles, équidés...) étaient également exploitées par les habitants du site (Helmer & Gourichon 2008, p. 122-123 ; Stordeur *et al.* 2010, p. 45). L'identification de l'espèce *P. terebinthus* à Tell Aswad témoigne peut-être aussi de ces conditions plus favorables et une plus grande influence du climat méditerranéen.

En ce qui concerne les sites archéologiques de Chypre, *P. terebinthus* et *P. atlantica* sont identifiés à Ayios Tychonas-Klimonas et à Khirokitia-Vounoi. Ces deux espèces sont actuellement présentes dans la flore chypriote (Meikle 1977-1985, p. 367-370) et nos données montrent qu'elles y sont indigènes. Aujourd'hui *P. atlantica* ne pousse plus dans les secteurs des deux sites. Par contre, le couvert végétal actuel est caractérisé par la prédominance de *P. lentiscus* avec quelques occurrences plus rares de *P. terebinthus*. Nous avons émis l'hypothèse que les endocarpes allongés de type C sont issus de fruits de *P. atlantica* non encore arrivés à maturité. Leur présence dans les contextes domestiques parallèlement à des restes de bois carbonisé pourrait résulter de l'utilisation du bois de cette espèce comme combustible. À l'instar d'Aşikli Höyük Höyük en Anatolie, il est possible que les pistachiers fussent des éléments courants dans le couvert végétal au Néolithique précéramique.

La présence de *Pistacia atlantica* et l'absence de *P. lentiscus* dans les assemblages carpologiques des deux sites chypriotes soulèvent des interrogations quant aux conditions climatiques sur l'île du début de l'Holocène. Une hausse des températures et des précipitations plus abondantes ont pu favoriser l'expansion de *P. atlantica*, mais ne permettaient peut-être pas encore le développement de l'espèce plus thermophile de *P. lentiscus*. Une autre hypothèse est que cette espèce n'était pas exploitée par l'Homme et que cela explique son absence de notre corpus. Par ailleurs, des facteurs taphonomiques peuvent également avoir affecté sa conservation car, riches en huile, les fruits du lentisque pourraient avoir moins résisté à l'exposition du feu. De surcroît, si les fruits étaient utilisés pour l'extraction d'huile, les différentes étapes de la chaîne opératoire – notamment le concassage – auraient certainement aussi affecté leur conservation dans les niveaux archéologiques. Dans tous les cas, c'est uniquement en augmentant le nombre de restes étudiés des sites cypristes que nous pourrions conclure d'une réelle absence de *P. lentiscus*.

L'absence sur les sites archéologiques étudiés de *P. khinjuk* et *P. vera*, deux espèces proches génétiquement et morphologiquement et très importantes dans la flore de Turquie et Syrie actuellement soulève aussi des questions quant à leur distribution géographique dans le passé. *P. khinjuk* est souvent utilisé comme porte-greffe pour la culture de *P. vera* (Evreinoff 1955, p. 405-406 ; Zohary *et al.* 2012, p. 151) et sa distribution géographique étendue peut être liée à cette pratique. Par ailleurs, des questions sur l'histoire quasiment inconnue de la domestication de *P. vera* se posent. Cette espèce exige un climat sec et chaud (Evreinoff 1955, p. 391) et son origine est à localiser plutôt en Asie Centrale (Iran du nord-est, Turkménistan, Tadjikistan, Ouzbékistan et Kazakhstan) où les botanistes soviétiques décrivent des arbres de *P. vera* sauvage (Popov 1994, p. 174-177 ; Vavilov 1987, p. 337-338 ; Zohary 1952, p. 213 ; Zohary *et al.* 2012, p. 152). Malgré le grand nombre d'études moléculaires (Ahmat *et al.* 2003 ; Arzani *et al.* 2013 ; Barazani *et al.* 2003a ; Barone *et al.* 1996 ; Dyszel & Pettit 1990 ; Fasihi Harandi & Ghaffari 2001 ; Hormaza *et al.* 1994 ; Jazi *et al.* 2017 ; Khanazarov *et al.* 2009) l'histoire de la domestication de *P. vera* reste encore dans l'ombre et mériterait une recherche approfondie. Enfin, les indices bibliographiques pour la présence de variétés sauvages de pistachier, l'instabilité de l'utilisation de termes 'sauvage', 'cultivé' et 'domestique', compliquent notre compréhension de la domestication de cette espèce fruitière d'importance désormais mondiale.

Les espèces du genre *Pistacia* peuvent avoir connu des utilisations diverses. Nous avons déjà vu que le bois peut être utilisé comme combustible. Les fruits de *P. atlantica*, *P. eurycarpa*, *P. khinjuk*, *P. lentiscus*, *P. terebinthus* et *P. vera* sont tous comestibles (Al-Saghir & Porter 2012). Ceux de *P. eurycarpa* et *P. khinjuk* sont riches en huiles (acides gras), dont les effets antimicrobiens profitent à la production de savons cosmétiques (Al-Saghir & Porter 2012 ; Demirci *et al.* 2001 ; Fattahi *et al.* 2017 ; Kafkas *et al.* 2007 ; Tavakoli *et al.* 2015). *P. lentiscus* est utilisé comme plante médicinale à travers l'extraction d'huile (Hafsé *et al.* 2012 ; Lanfranchi *et al.* 1999). *P. eurycarpa*, *P. atlantica* et *P. lentiscus* sont exploités pour leur résine tapées de l'écorce des arbres (Al-Saghir & Porter 2012 ; Daoudi *et al.* 2013 ; Golan-Goldhirsh 2009 ; Igoumenidou communication personnelle ; Meikle 1977-1985 ; Zohary 1986). Le fameux mastic de Chios est par exemple produit par une variété de *P. lentiscus* endémique à l'île de Chios. Enfin, les galles de *P. lentiscus* et *P. terebinthus*, riches en tanins, sont utilisés pour préparer les cuirs (Igoumenidou communication personnelle ; Tsintidis *et al.* 2002 ; Zohary 1986).

A l'état actuel de nos recherches il est difficile d'interpréter nos données en termes d'utilisations mais la question mériterait attention, notamment avec l'appui d'études ethnobotaniques.

## CHAPITRE V – CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Au cours ces derniers mois, notre étude a évolué selon le matériel disponible, les difficultés rencontrées et le temps imparti pour répondre aux questions posées. Notre intention a été d'exploiter au mieux les résultats de chaque étape du travail et ainsi de préparer le terrain en vue d'une recherche plus approfondie dans l'avenir. En effet, nous avons en grande partie établi les conditions pour une telle recherche par la création d'outils méthodologiques (descriptions, illustrations, clé d'identification), la constitution d'une collection de référence et la production de nombreuses données quantitatives (linéaires et géométriques) pouvant être exploitées dans un contexte plus large.

Les trois approches méthodologiques que nous avons appliquées nous ont permis d'explorer et de décrire la variabilité inter- et intra-spécifique des fruits de pistachier, de dégager des critères de distinction entre espèces et ainsi créer, pour la première fois, une clé d'identification directement utilisable pour ce type de matériel, qu'il soit actuel ou archéologique. La complémentarité des résultats obtenus montre l'importance de prendre en compte des variables à la fois qualitatives et quantitatives dans le cadre d'une recherche carpologique.

L'application des critères établis sur le matériel archéologique nous a permis de d'obtenir des informations inédites sur la distribution et l'utilisation des espèces au Néolithique. Ce sont des précisions difficiles à obtenir par d'autres approches archéo- ou paléobotaniques, telles que l'anthracologie ou la palynologie, pour lesquelles l'identification des restes de *Pistacia* demeure généralement limitée au genre. Parmi les résultats les plus significatifs de notre étude peuvent être signalées la présence simultanée plusieurs espèces de pistachier au sein des sites étudiés et l'identification de pistachiers dans des régions où le genre n'est guère plus représenté par des arbres sauvages (cf Asikli Höyük en Anatolie centrale). Par ailleurs, les identifications réalisées par nos soins permettent de nous renseigner sur l'exploitation et les utilisations des fruits de *Pistacia* par les communautés préhistoriques.

En conclusion, ce travail qui a commencé par une interrogation qui semblait à première vue assez simple – l'identification spécifique d'endocarpes du genre *Pistacia* – soulève au final de très nombreuses questions. En effet, au fur et à mesure de notre

progression de nouvelles pistes à se sont ouvertes ; elles sont ici évoquées sous forme de perspectives pour de futurs travaux.

Afin de mieux appréhender la variabilité intra-spécifique des pistachiers, il serait souhaitable d'augmenter le nombre d'individus actuels de certaines espèces insuffisamment représentées dans les collections que nous avons utilisées. D'autres collections de végétaux, notamment des herbiers, pourraient être sollicitées, parallèlement à des collectes supplémentaires sur le terrain autour de la Méditerranée et en Asie du Sud-Ouest.

D'autres variables devraient être prises en compte afin d'évaluer leur influence sur la variabilité morphologique et la taille des endocarpes, notamment l'état de maturité des fruits et l'impact des conditions écologiques de croissance des arbres.

Des carbonisations expérimentales d'endocarpes actuels, incluant différents paramètres (durée de la carbonisation, températures, état de maturité des fruits...) n'ont pas pu être menées dans le cadre de ce travail, faute de temps et de matériel disponible, mais une telle approche s'avère indispensable afin d'estimer l'impact de l'exposition au feu sur la morphologie des fruits.

Pour reconstituer les pratiques d'utilisation des fruits de pistache, il faut aborder plus en détail les contextes archéologiques dans lesquels les vestiges ont été trouvés, et s'intéresser à leur distribution spatiale et leur état de conservation.

Les restes de pistache sont beaucoup plus souvent retrouvés dans un état fragmentaire que sous la forme d'endocarpes entiers et une étude approfondie de la structure cellulaire de la paroi de l'endocarpe pourrait éventuellement permettre de dégager des critères d'identification pour ce matériel abondant mais pour le moment difficilement exploitable.

Le risque de confusion, dans des assemblages archéobotaniques, entre pistaches et d'autres 'fruits à coque', pourrait être évité en élargissant l'étude à d'autres groupes taxonomiques proches, par exemple aux espèces du genre *Rhus*, également de la famille des Anacardiacees.

Mieux reconstituer l'histoire quasi inconnue de la domestication de *P. vera* nécessite l'intégration d'un plus grand nombre d'individus actuels de *P. vera* sauvage, ainsi que l'étude de matériel archéologique provenant de sites de la région d'origine de cette espèce en Iran et en Asie Centrale.

Enfin, une approche ethno-archéologique nous permettrait de mieux appréhender les utilisations traditionnelles des différentes espèces du pistachier et la chaîne opératoire de la transformation des fruits.

## Bibliographie

- Ahmad R., Ferguson L. & Southwick S.M.** (2003): 'Identification of Pistachio (*Pistacia vera* L.) nuts with microsatellite markers', *Journal of American Society for Horticultural Science* 128 (6), pp. 898-903.
- Al-Saghir M.G.** (inédit): *Phylogenetic analysis of the genus Pistacia* (Anacardiaceae). Unpublished PhD thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University (USA), Virginia.
- Al-Saghir M.G.** (2009): 'Evolutionary history of the genus *Pistacia* (Anacardiaceae)', *International Journal of Botany* 5(3), pp. 255-257.
- Al-Saghir M.G.** (2010): 'Phylogenetic analysis of the genus *Pistacia* L. (Anacardiaceae) based on morphological data', *Asia Journal of Plant Sciences* 9(1), pp. 28-35.
- Al-Saghir M.G. & Porter D.M.** (2006): 'Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) study of *Pistacia* species (Anacardiaceae)', *Asian Journal of Plant Sciences* 5 (6), pp. 1002-1006.
- Al-Saghir M.G. & Porter D.M.** (2012): 'Taxonomic revision of the genus *Pistacia* L. (Anacardiaceae)', *American Journal of Plant Sciences* 3, pp. 12-32.
- Al-Saghir M.G., Porter D.M. & Nilsen E.T.** (2006): 'Leaf anatomy of *Pistacia* species (Anacardiaceae)', *Journal of Biological Sciences* 6 (2), pp. 242-244.
- Arabnezhad H., Bahar M. & Pour A.T.** (2011): 'Evaluation of genetic relationships among Iranian pistachios using microsatellite markers developed from *Pistacia khinjuk* Stocks', *Scientia Horticulturae* 128, pp. 249-254.
- Arzani K., Ghasemi M., Yadollahi A. & Hokmabadi H.** (2013): 'Study of foliar epidermal anatomy of four pistachio rootstocks under water stress', *IDESIA* 31 (1), pp. 101-107.
- Barazani O., Atayev A., Yakobov B., Kostjukovsky V., Popov K. & Golan-Goldhirsh A.** (2003): 'Genetic variability in Turkmen populations of *Pistacia vera* L.', *Genetic Resources and Crop Evolution* 50, pp. 383-389.
- Barone E., Di Marco L & Marra F.P.** (1996): 'Isozymes and Canonical Discriminant Analysis to identify Pistachio (*Pistacia vera* L.) germplasm.', *Horticultural Science* 31 (1), pp. 134-138.

- Beentje H.** (2010): *The Kew Plant Glossary, an illustrated dictionary of plant terms*. Kew Publishing, Royal Botanical Gardens, Kew.
- Berggren G.** (1969): *Atlas of seeds and small fruits of North-West European plant species (Sweden, Norway, Denmark, East Fennoscandia and Iceland) with morphological descriptions*. Swedish Museum of Natural History, Stockholm, part 2.
- Botineau M.** (2010): *Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs*. Editions TEC & DOC, Paris-Lavoisier.
- Bouby L., Terral J.-F., Ivorra S., Marinval P., Bénédicte P. & Ruas M.-P.** (2005) : ‘Vers une approche bio-archéologique de l’histoire de la vigne cultivée et de la viticulture : problématique, choix méthodologiques et premiers résultats’, *Archéologie du Midi médiévale* 23-24, pp. 61-74.
- Bourget C.** (inédit) : *Dynamique du couvert végétale et des pratiques d’exploitation des ressources ligneuses en Anatolie Centrale au Néolithique ancien : Etude anthracologique d’Aşikli Höyük, Cappadoce (Turquie)*. Mémoire de M2. Muséum National d’Histoire Naturelle, Paris.
- Bowes B.G. & Mauseth J.D.** (2012) (deuxième édition) : *Structure des plantes*. Editions Quae, Versailles.
- Briois F., Petit-Aupert C., Péchoux P.-Y.** (2005) : *Histoire des campagnes d’Amathonte, I. L’occupation du sol au Néolithique*. École française d’Athènes (Études chypriotes), Athènes.
- Brown R.** (2010): ‘Anacardiaceae’, *IN: Botineau M. (éd.): Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs*. Editions TEC & DOC, Paris, pp. 790-796.
- Burger P., Terral J.-F., Ruas M.-P., Ivorra S. & Picq S.** (2011): ‘Assessing past agrobiodiversity of *Prunus avium* L. (Rosaceae): a morphometric approach focussed on the stones from the archaeological site Hôtel-Dieu (16<sup>th</sup> century, Tours, France)’, *Vegetation History and Archaeobotany* 20, pp. 447-458.
- Caillavet H. A.** (1991): *Variétés anciennes de pruniers domestiques : caractères distinctifs : description de 80 variétés*. Bureau de ressources génétiques-Institut national de la recherche agronomique, Paris.

**Chen L., Peng F., Liang Y. & Zhang C.** (2009): 'Difference analysis of seed morphological characters and oil quality of *Pistacia chinensis* from different provenances', (in Chinese) *Journal of Plant Resources and Environment* 18(1), pp. 16-21.

**Coqueugniot E.** (1998): 'Dja'de el Mughara (moyen-Euphrat), un village néolithique dans son environnement naturel à la veille de la domestication'. IN: Fortin M. & Aurenche O. (éd.): *Espace naturel, espace habité en Syrie du Nord (10e-2e millénaires av. J.-C.)/Natural space, inhabited space in Northern Syria (10th-2nd millennium B.C.). Actes du colloque tenu à l'Université Laval (Québec) du 5 au 7 mai 1997*. Canadian Society for Mesopotamian Studies (Bull. 33), Québec, Maison de l'Orient méditerranéen, Lyon (TMO 28), pp. 109-114.

**Coqueugniot E.** (2014): 'Dja'De (Syrie) et les représentations symboliques au IX<sup>e</sup> millénaire cal. BC', IN: Manen C., Perrin T. & Guilaine J. : *La transition néolithique en Méditerranéen. Actes du colloque "Transitions den Méditerranée, ou comment des chasseurs devinrent agriculteurs". Muséum de Toulouse, 14-15 avril 2011*. Editions Errance/Archives d'écologie préhistorique, Arles, pp. 91-108.

**Coster A.C.F. & Field J.H.** (2015) : 'What starch grain is that ?- A geometric morphometric approach to determining plant species origin', *Journal of Archaeological Science* 58, pp. 9-25.

**Cucchi T., Vigne J.-D., Auffray J.-C., Croff P. & Peltenburg E.** (2002) : 'Introduction involontaire de la souris domestique (*Mus musculus domesticus*) à Chypre dès le Néolithique précéramique ancien (fin IX<sup>e</sup> et VIII<sup>e</sup> millénaires av. J.-C.)', *Comptes Rendus Paleovol* 1, pp. 235-241.

**Daoudi A., Boutou J., Ibijbijen J., Zair T. & Nassiri L.** (2013) : 'Ethnobotanical study of *Pistacia atlantica* in Meknes-Morocco', *La science en liberté* 5, pp. 1-20.

**de Contenson H.** (1995): *Aswad et Ghoraifé. Sites néolithiques en Damascène (Syrie) aux IX<sup>e</sup> et VIII<sup>e</sup> millénaires avant l'ère chrétienne*. Direction Générale des Relations Culturelles, Scientifiques et Techniques du Ministère des Affaires Etrangères, Beyrouth.

**Demirci F., Baser K.H.C., Calis I. & Gohkan E.** (2001) : 'Essential oil and antimicrobial evaluation of the *Pistacia eurycarpa*', *Chemistry of Natural Compounds* 37 (4), pp. 332-335.

**Douché C.** (inédit) : *Emargence et développement des sociétés agricoles au Néolithique acérapique (X<sup>e</sup>-VIII<sup>e</sup> millénaires av. n. ère) : Etude archéobotanique de deux sites syriens*,

*Dja'de el-mughara et Tell Aswad*. Thèse de doctorat non-publié. Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, Ecole doctorale 112 : Archéologie, Paris, France.

**Duru G. & Özbaşaran M.** (2005): 'A 'non-domestic' site in Central Anatolia', *Anatolia Antiqua* 13, pp. 15-28.

**Dyszal S.M. & Pettit B.C.** (1990): 'Determination of the country of origin of pistachio nuts by DSC and HPLC', *Journal of the American Oil Chemists' Society* 67 (12), pp. 947-951.

**Engler A.** (1883): 'Burseraceae et Anacardiaceae', *IN*: A. Candolle & C. De Candolle : *Monographiae Phanerogamarum*. G. Masson, Paris, vol. 4, pp. 284-293.

**Ergun M.** (inédit): *People and plant interaction in Central Anatolian Early Neolithic Communities: Plant consumption and agriculture at Aşikli Höyük*. Unpublished doctoral thesis. Paris 1 Panthéon Sorbonne, Histoire de l'art et archéologie (UFR 03), Ecole Doctorale d'Archéologie (ED 112). Paris, France, 2016.

**Esin U. & Hermankaya S.** (1999): 'Aşikli', *IN*: Özdoğan M. & Başgelen N. (éd.): *Neolithic in Turkey. The cradle of civilization/New discoveries*. Arkeoloji ve sanat yayinlari, Istanbul, pp. 115-132.

**Evin A., Cucchi T., Cardini A., Vidarsdottir U.S., Larson G. & Dobney K.** (2013): 'The long and winding road: identifying pig domestication through molar size and shape', *Journal of Archaeological Science* 40, pp. 765-743.

**Evin A., Cucchi T., Escarguel G., Owen J., Larson G., Vidarsdottir U.S. & Dobney K.** (2014): 'Using traditional biometrical data to distinguish West Palearctic wild boar and domestic pigs in the archaeological record: new methods and standards', *Journal of archaeological science* 43, pp. 1-8.

**Evin A., Dobney K., Schafberg R., Owen J., Vidarsdottir U.S., Larson G. & Cucchi T.** (2015a): 'Phenotype and animal domestication: a study of dental variation between domestic, wild, captive, hybrid and insular *Sus scrofa*', *BMC Evolutionary Biology* 15(6), pp. 1-16.

**Evin A., Flink L.G., Bălăşescu A., Popovici D., Adreescu R., Bailey D., Mirea P., Lazăr C., Boroneanț A., Bonsall C., Vidarsdottir U.S., Brehard S., Tresset A., Cucchi T., Larson G. & Dobney K.** (2015b): 'Unravelling the complexity of domestication: a case study using morphometrics and ancient DNA analyses of archaeological pigs from Romania', *Philosophical transactions R. Soc. B.* 370, pp. 1-8.

**Evreinoff V.A.** (1955): 'Le pistachier. Etude pomologique'. *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée* 2(7-9), pp. 387-415.

**Fasihi-Harandi O. & Ghaffari M.** (2001): 'Chromosome studies on pistachio (*Pistacia vera* L.) from Iran', IN: Ak B.E. (ed.): *XI GREMPA Seminar on Pistachios and Almonds*. CIHEAM. Cahiers Options Méditerranéennes, Zaragoza, pp. 35-40.

**Fattahi A., Sakvand T., Hajualyani M., Shahbazi B., Shakiba M., Tajemiri A. & Shakiba E.** (2017): 'Preparation and characterization of *Pistacia khinjuk* gum nanoparticles using response surface method : ecaluation of its anti-bacterial performance and cytotoxicity', *Advanced Pharmaceutical Bulletin* 7 (1), pp. 159-164.

**García-Granero J.J., Arias-Martorell J., Madella M. & Lancelotti C.** (2016): 'Geometric morphometric analysis of *Setaria italica* (L.) P. Beauv. (foxtail millet) and *Brachiaria ramosa* (L.) Stapf. (browntop millet) and its implications for understanding the biogeography of small millets', *Vegetation History and Archaeobotany* 25, pp. 303-310.

**Ghaemmaghani L., Attar F., Ghahreman A. & Rahiminejad M.R.** (2009): 'Geographical, morphological and taxonomic status of *Pistacia khinjuk* Stocks ex Stocks in Iran', *Iranian Journal of Science & Technology, Transaction A, vol. 33 (A1)*, pp. 23-29.

**Goddard J. & Nesbitt M.** (1997): 'Why draw seeds? Illustrating archaeobotany', *Graphic Archaeology: The Journal of the Association of Archaeological Illustrators and Surveyors*, pp. 13-21.

**Golan-Goldhirsh A.** (2009): 'Bridging the gap between ethnobotany and biotechnology of *Pistacia*', *Israel Journal of Plant Sciences* 57, pp. 65-78.

**Golan-Goldhirsh A., Barazani O., Wang Z.S., Khadka D.K., Saunders J.A., Kostjukovsky V. & Rowland L.J.** (2004): 'Genetic relationships among Mediterranean *Pistacia* species evaluated by RAPD and AFLP markers', *Plant Systematics and Evolution* 246, pp. 9-18.

**Gros-Balthazard M., Newton C., Ivorra S., Pierre M.-H., Pintaud C. & Terral J.-F.** (2016): 'The domestication syndrome in *Phoenix dactylifera* seeds: toward the identification of wild date palm populaitons', *PlosOne* 11(3), pp. 1-21.

**Hafsé M, Benbrahim K.F. & Farah A.** (2015): 'Enquête ethnobotanique sur l'utilisation de *Pistacia lentiscus* au Nord du Maroc (Taounate)', *International Journal of Innovation and Applied Studies* 13 (4), pp. 864-872.

**Hammer Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D.** (2001): 'PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis'. *Palaeontologia Electronica* 4(1): pp. 1-9 ([http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm))

**Harris J.G. & Harris M.W.** (2001) (second edition): *Plant identification terminology. An illustrated glossary*. Spring Lake Publishing-Spring Lake, Utah.

**Helmer D. & Gourichon L.** (2008): 'Premières données sur les modalités de subsistance à Tell Aswad (Syrie, PPNB moyen et récent, Néolithique céramique ancien) – Fouilles 2001-2005.' *IN* : Vila E., Gourichon L., Choyke A. M. & Buitenhuis H. (éd.) : *Archaeozoology of the Near East VIII. Actes des huitièmes Rencontres internationales d'Archéozoologie de l'Asie du Sud-Ouest et des régions adjacentes*. Maison de l'Orient et de la Méditerranée Jean Pouilloux, Lyon, pp. 119-151.

**Helmer D., Roitel V., Sana S.M. & Willcox G.** (1998): 'Interprétations environnementales des données archéozoologiques et archéobotaniques en Syrie du Nord de 16000 BP à 7000 BP, et les débuts de la domestication des plantes et des animaux', *IN*: Fortin M. & Aurenche O. (éd.): *Espace naturel, espace habité en Syrie du Nord (10e-2e millénaires av. J.-C.)/Natural space, inhabited space in Northern Syria (10th-2nd millennium B.C.)*. Actes du colloque tenu à l'Université Laval (Québec) du 5 au 7 mai 1997. Canadian Society for Mesopotamian Studies (Bull. 33), Québec, Maison de l'Orient méditerranéen, Lyon (TMO 28), pp. 9-33.

**Heywood V.H.** (1996) : *Les plantes à fleurs : 306 familles de la flore mondiale*. Nathan, Paris.

**Hillman G. C.** (1996): 'Late Pleistocene changes in wild plant-foods available to hunter-gatherers of the northern Fertile Crescent : possible preludes to cereal cultivation', *IN*: Harris D.R. (ed.): *The Origins and Spread of Agriculture and Pastoralism in Eurasia*, UCL Press, London, pp. 159-203.

**Hormaza J.I., Dollo L. & Polito V.S.** (1994): ‘Determination of relatedness and geographical movements of *Pistacia vera* (pistachio; Anacardiaceae) germplasm by RAPD analysis’, *Economic Botany* 48 (4), pp. 349-358.

**Jazi M.M., Seyedi S.M., Ebrahimie E. Ebrahimi M., de Moro G. & Botanga C.** (2017) : ‘A genome-wide transcriptome map of pistachio (*Pistacia vera* L.) provides novel insights into salinity-related genes and marker discovery’, *BioMed Central Genomics* 18 (627), pp. 1-21.

**Judd W.A., Campbell C.S. & Kellogg E.A.** (2002) : *Botanique systématique : une perspective phylogénétique*. De Boeck Université, Paris-Bruxelles.

**Kafkas S.** (2006): ‘Phylogenetic analysis of the genus *Pistacia* by AFLP markers’, *Plant Systematics and Evolution* 262, pp. 113-124.

**Kafkas S. & Perl-Treves R.** (2001): ‘Morphological and molecular phylogeny of *Pistacia* species in Turkey’, *Theoretical and Applied Genetics* 102, pp. 908-915.

**Kafkas S. & Perl-Treves R.** (2002): ‘Interspecific relationships in *Pistacia* based on RAPD fingerprinting’, *Horticultural Science* 37(1), pp. 168-171.

**Kafkas E., Kurkcuoglu M., Kafkas S. & Base K.H.C.** (2007): ‘Analysis of the fatty oil of *Pistacia eurycarpa* nuts by Gas Chromatography/Mass Spectrometry’, *Chemistry of Natural Compounds* 43 (3), pp. 316-314.

**Karimi H.R., Zamani Z., Ebadi A. & Fatahi M.R.** (2009): ‘Morphological diversity of *Pistacia* species in Iran’, *Genetic Resources and crop evolution* 56, pp. 561-571.

**Katsiotis A., Hagedimitriou M., Drossou A., Pontikis C. & Loukas M.** (2003): ‘Genetic relationships among species and cultivars of *Pistacia* using RAPDs and AFLPs’, *Euphytica* 132, pp. 279-286.

**Khanazarov A.A., Chernova G.M., Rakhmonov A.M., Nikoloyi L.V., Ablaeva E., Zaurov E.D., Molnar T.J., Eisenman S.W. & Funk C.R.** (2009): ‘Genetic resources of *Pistacia vera* L. in Central Asia.’, *Genetic Resources Crop and Evolution* 56, pp. 429-443.

**Klingenberg C.P.** (2011). ‘MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics’. *Molecular Ecology Resources* 11, pp. 353-357.

**Kroll H.** (1978): ‘Kirschfunde aus dem 13./14. bis 16. Jahrhundert aus der Lübecker Innenstadt; in: Behre, Karl-Ernst/Lorenzen, Heinrich/Willerding, Ulrich (Hrsg.): Beiträge zur

Paläo-Ethnobotanik von Europa/Contributions to the Palaeo-Ethnobotany of Europe', *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 91(1), pp. 181–185.

**Lanfranchi F., Bui T.M. & Girard M.** (1999): 'La fabrication d'huile de lentisque (*Lintisticu* ou *chessa*) en Sardaigne', *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée* 41 (2), pp. 81-100.

**Le Brun A.** (2004/2005): 'Khirokitia, les campagnes de 2003 et 2004.' *IN*: Flourentzos P. (éd.): *Chronique des fouilles et découvertes archéologiques à Chypre en 2003 et 2004*, Athènes: Ecole française d'Athènes (Bulletin de Correspondance Hellénique 128-129), pp. 1671-1677.

**Le Brun A. & Daune-Le Brun O.** (2009): 'Khirokitia (Chypre): la taille et les pulsations de l'établissement néolithique pré-céramique, nouvelles données', *Paléorient* 35(2), pp. 69-78.

**Linnaeus C.** (1753) (édition en 1959): *Species Plantarum, Laurentii Salvii*, vol. 2, pp. 1025-1026. The ray society, London.

**Marouf A. & Reynaud J.** (2007): *La botanique de A à Z. 1662 définitions*. Dunod, Paris.

**Martin P.** (2014) (2<sup>ème</sup> édition): *Les familles des plantes à fleurs d'Europe: botanique systématique et utilitaire*. Presses universitaires de Namur, Namur.

**Martinoli D. & Jacomet S.** (2004): 'Identifying endocarp remains and exploring their use at Epipalaeolithic Öküzini in southwest Anatolia, Turkey', *Vegetation History and Archaeobotany* 13, pp. 45-54.

**Mazurowski R., Michczyńska D.J., Pazdur A. & Piotrowska N.** (2009): 'Chronology of the Early Pre-Pottery Neolithic settlement Tell Qaramel, Northern Syrian, in the light of radiocarbon dating', *Radiocarbon* 51(2), pp. 771-781.

**Meikle R.D.** (1977-1985): *Flora of Cyprus*. Bentham-Moxon Trust Royal Botanic Gardens, Kew, UK, vol. 1.

**Mylona P., Devillers B. & Vigne J.-D.** (2017): 'De la fin du Pléniglaciaire au début de l'Holocène à Chypre. Premières analyses des terrasses fluviales proches du site néolithique précéramique de Klimonas (Ayios Tychonas, Limassol).', *IN*: Vigne J.-D., Briois F. & Tengberg M. (éd.): *Nouvelles données sur les débuts du Néolithique à Chypre/New data on the*

*beginnings of the Neolithic in Cyprus. Actes de la séance de la Société préhistorique française, Paris, 18-19 mars 2015.* Société préhistorique française, Paris, pp. 95-104.

**Newton C., Terral J.-F. & Ivorra S.** (2006): 'The Egyptian olive (*Olea europaea* subsp. *europaea*) in the later first millennium BC: origins and history using the morphometric analysis of olive stones', *Antiquity* 80, pp. 405-414.

**Newton C., Lorre C., Sauvage C., Ivorra S. & Terral J.-F.** (2014): 'On the origins and spread of *Olea europaea* L. (olive) domestication: evidence for shape variation of olive stones at Ugarit, Late Bronze Age, Syria—a window on the Mediterranean Basin and on the westward diffusion of olive varieties', *Vegetation History and Archaeobotany* 23, pp. 567-575.

**Özbaşaran M.** (2012): 'Aşikli'. *IN: Özbaşaran M., Başgelen N. & Kuniholm P. (eds.): The Neolithic in Turkey. New excavations & New Research.* Archaeology & Art publications, Istanbul, pp. 135-158.

**Pagnoux C., Bouby L., Ivorra S., Petit C., Valamoti S.-M., Pastor T., Picq S. & Terral J.-F.** (2015): 'Inferring the agrodiversity of *Vitis vinifera* L. (grapevine) in ancient Greece by comparative shape analysis of archaeological and modern seeds', *Vegetation History and Archaeobotany* 24, pp. 75-84.

**Parés A.** (inédit): *Pratiques d'exploitation et d'utilisation des ressources végétales dans un village du Néolithique précéramique chypriote: l'étude carpologique de Khirokitia.* Thèse de doctorat. Paris 1 Panthéon Sorbonne, Ecole Doctorale d'Archéologie (ED 112). Paris, France, 2015. Vol. 1.

**Parfitt D.E. & Badenes M.L.** (1997): 'Phylogeny of the genus *Pistacia* as determined from analysis of the chloroplast genome', *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 94, pp. 7987-7992.

**Pazouki L., Mardi M., Shanjani P.S., Hagedimitriou M., Pirseyedi S.M., Naghavi M.R., Avanzato D., Vendramin E., Kafkas S., Ghareyazie B., Ghaffari M.R. & Nekoui S.M.K.** (2010): 'Genetic diversity and relationships among *Pistacia* species.', *Conservation Genetics* 11, pp. 311-318.

**Popov K.P.** (1994): 'Trees, shrubs, and semishrubs in the Mountains of Turkmenistan', *IN: Fet V. & Atamuradov K.I. (eds.): Biogeography and Ecology of Turkmenistan,* Kluwer Academic publishers, Dordrecht/Boston/London, pp. 173-186.

- Rechinger** K.H. (1969): *Anacardiaceae*. Akademische Druck- und Verlagsanstalt. Graz.
- Rohlf** F. J. (2015): ‘The tps series of software’, *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, pp. 1-4.
- Roitel** V. (1997) : *Végétation et action de l’Homme du Natoufien au Néolithique acéramique dans le Haut-Euphrate syrien*, thèse de doctorat, Université Montpellier 2, Montpellier.
- Rossignol-Strick** M. (1995): ‘Sea-land correlation of pollen records in the Eastern Mediterranean for the Glacial-Interglacial transition : biostratigraphy versus radiometric time-scale’, *Quaternary Science* 14, pp. 893-915.
- Roth** I. (1977): *Fruits of Angiosperms*. Gerbüder Borntraeger, Berlin-Stuttgart.
- Ruas** M.-P. & **Bouby** L. 2010 : ‘Carbonisation, conservation et déformation des restes carpologiques’, *IN: Thery-Parisot I., Chabal L., Costamagno S. (dir.), Taphonomie de la combustion, des résidus organiques brûlés et des structures de combustion en milieu archéologique. Actes de la table ronde, Valbonne, 27-29 mai 2008*, CEPAM, UMR 7264, Nice, pp. 69-79.
- RStudio Team** (2016). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL (<http://www.rstudio.com/>).
- Shanjani** S.P., **Mardi** M., **Pazouki** L., **Hagidimitriou** M., **Avanzato** D., **Pirsevedi** S.M., **Ghaffari** M.R. & **Nekoui** S.M.K. (2009): ‘Analysis of the molecular variation between and within cultivated and wild *Pistacia* species using AFLPs’, *Tree Genetics and Genomes* 5, pp. 447-458.
- Shuaib** M., **Ali** K., **Zeb** U., **Hussain** F., **Zeb** M.A., **Hussain** S. & **Hussain** F. (2017): ‘Evaluation of *Pistacia integerrima*; an important plant’, *International Journal of Biosciences* 11(5), pp. 412-420.
- Stordeur** D. (2014): ‘Jerf el Ahmar entre 9500 et 8700 cal. BC. Un village des débuts de l’agriculture. Une société complexe’, *IN: Manen C., Perrin T. & Guilaine J. : La transition néolithique en Méditerranéen. Actes du colloque "Transitions den Méditerranée, ou comment des chasseurs devinrent agriculteurs". Muséum de Toulouse, 14-15 avril 2011*. Editions Errance/Archives d’écologie préhistorique, Arles, pp. 27-45.

**Stordeur D.** (2015): *Le village de Jerf el Ahmar (Syrie, 9500-8700 av. J.-C.). L'architecture, miroir d'une société néolithique complexe.* CNRS Editions, Paris.

**Stordeur D. & Margueron T.** (1998): 'Espace naturel, espace construit à Jerf el Ahmar sur l'Euphrate (avec la participation de T. Margueron)'. *IN: Fortin M. & Aurenche O. (éd.): Espace naturel, espace habité en Syrie du Nord (10e-2e millénaires av. J.-C.)/Natural space, inhabited space in Northern Syria (10th-2nd millennium B.C.). Actes du colloque tenu à l'Université Laval (Québec) du 5 au 7 mai 1997.* Canadian Society for Mesopotamian Studies (Bull. 33), Québec, Maison de l'Orient méditerranéen, Lyon (TMO 28), pp. 93-107.

**Stordeur D., Helmer D. & Willcox G.** (1997): 'Jerf el Ahmar: un nouveau site de l'horizon PPNA sur le moyen Euphrate syrien'. *Bulletin de la Société préhistorique française* 94 (2), pp. 282-285.

**Stordeur D., Helmer D., Jamous B., Khawam R., Molist M. & Willcox G.** (2010): 'Le PPNB de Syrie du Sud à travers les découvertes récentes à Tell Aswad'. *IN: Al-Maqdissi, Braemer F. & Dentzer J.-M. (éd.): Hauran V. La Syrie du Sud du Néolithique à l'Antiquité Tardive. Recherches récentes. Actes du colloque de Damas 2007.* Ministère des Affaires étrangères (DGCID), Centre National de la Recherche Scientifique (UMIFRE 6, USR 3135), Direction générale des Antiquités et des Musées de Syrie (DGAMS), Mission archéologique française en Syrie du Sud, Beyrouth. Vol. 1, pp. 41-68.

**Tavakoli J., Hamedani F., Khodaparast M.H.H. & Kenari R.E.** (2015): 'Fatty acid properties of kernel oil from *Pistacia khinjuk* fruits', *Chemistry of Natural Compounds* 51 (6), pp. 1152-1153.

**Terral J.-F.** (1999): 'La morphométrie à la recherche des origines de la culture et de la domestication des arbres fruitiers: le modèle de l'olivier en méditerranée nord-occidentale', *Revue d'Archéométrie* 23, pp. 101-126.

**Terral J.-F., Alonso N., Capdevila R.B., Chatti N., Fabre L., Fiorentino G., Marival P., Jordá G.P., Pradat B., Rovira N. & Alibert P.** (2004): 'Historical biogeography of olive domestication (*Olea europaea* L.) as revealed by geometrical morphometry applied to biological and archaeological material', *Journal of Biogeography* 31, pp. 63-77.

**Terral J.-F., Tabard E., Bouby L., Ivorra S., Pastor T., Figueiral I., Picq S., Chevance J.-B., Jung C., Fabre L., Tardy C., Compan M., Bacilieri R., Lacombe T. & This P.** (2010):

‘Evolution and history of grapevine (*Vitis vinifera*) under domestication: new morphometric perspectives to understand seed domestication syndrome and reveal origins of ancient European cultivars’, *Annals of Botany* 105, pp. 443-455.

**Thiébaud J.** (1936): *Flore libano-syrienne*. Institut français d’archéologie orientale, Caire.

**Thiébaud S.** (2003): ‘Les paysages végétaux de Chypre au Néolithique: premières données anthracologiques’. *IN*: Guilaine J. & Le Brun A. (éd.): *Le Néolithique de Chypre : actes du colloques international organisé par le Département des Antiquités de Chypre et l’Ecole Française d’Athènes (Nicosie 17-19 mai 2001)*, *Bulletin de Correspondance Hellénique supplément* 43, pp. 221-230.

**Todd I.** (1966): ‘Aşikli Hüyük: A protoneolithic Site in Central Anatolia’, *Anatolian Studies* vol. 16, pp. 139-163.

**Tsintidis T., Hadjinikolaou G.N. & Christodoulou C.S.** (2002): *Δέντρα και θάμνοι στην Κύπρο [Arbres et arbustes à Chypre]*. Ίδρυμα Λεβέντη & Φιλοδασικός Σύνδεσμος Κύπρου, Λευκωσία.

**van Zeist W. & Roller G.D.** (1995): ‘Plant remains from Aşikli Höyük, a pre-pottery Neolithic site in central Anatolia’, *Vegetation History and Archaeobotany* 4, pp. 179-185.

**Vavilov N.I.** (1987) (édition de 2009): *Origin and geography of cultivated plants*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 500p.

**Vigne J.-D., Briois F., Zazzo A., Carrère I., Daujat J. & Guilaine J.** (2011): ‘A new Early Pre-Pottery Neolithic site in Cyprus: Ayios Tychonas-Klimonas (ca. 8700 cal BC)’, *Neolithic* 1/11, pp. 3-18.

**Vigne J.-D., Briois F., Zazzo A., Willcox G., Cucchi T., Thiébaud S., Carrère I., Franel Y., Touquet R., Martin C., Moreau C., Comby C. & Guilaine J.** (2012): ‘First wave of cultivators spread to Cyprus at least 10,600 y ago’, *Proceedings of the National Academy of Science of USA* 109 (22), pp. 8445-8449.

**Vigne J.-D., Briois F., Cucchi T., Franel Y., Mylona P., Tengberg M., Touquet R., Watzel J., Willcox G., Zazzo A. & Guilaine J.** (2017): ‘Klimonas, a late PPNA hunter-cultivator village in Cyprus: new results’, *IN*: Vigne J.-D., Briois F. & Tengberg M. (éd.): *Nouvelles données sur les débuts du Néolithique à Chypre/New data on the beginnings of the Neolithic in*

Cyprus. *Actes de la séance de la Société préhistorique française, Paris, 18-19 mars 2015*. Société préhistorique française, Paris, pp. 21-45.

**Werner O., Sánchez-Gómez P., Guerra J. & Martínez J.F.** (2001): 'Identification of *Pistacia x saportae* Burnat (Anacardiaceae) by RAPD analysis and morphological characters', *Scientia Horticulturae* 91, pp. 179-186.

**Willcox G.** (1996): 'Evidence for plant exploitation and vegetation history from three Early Neolithic pre-pottery sites on the Euphrates (Syria)', *Vegetation History and Archaeobotany* 5, pp. 143-152.

**Willcox G.** (2016): 'Les fruits au Proche-Orient avant la domestication des fruitiers', IN: Ruas M.-P. (éd.): *Des fruits d'ici et d'ailleurs. Regards sur l'histoire de quelques fruits consommés en Europe*. Omniscience, Montreuil, France, pp. 41-54.

**Willcox G. & Herveux L.** (2012): 'Late Pleistocene/Early Holocene charred plant remains: preliminary report', IN: Mazurowski R.F. & Kanjou Y. (eds.): *Tell Qaramel 1999-2007. Protoneolithic and Early Pre-Pottery Neolithic Settlement in Northern Syria. Preliminary results of Syrian-Polish archaeological excavations 1999-2007*. Polish Centre of Mediterranean Archaeology. University of Warsaw, Warsaw, pp. 120-128.

**Willcox G., Fornite S. & Herveux L.** (2008): 'Early Holocene cultivation before domestication in northern Syria', *Vegetation History and Archaeobotany* 17, pp. 313-325.

**Willcox G., Buxo R. & Herveux L.** (2009): 'Late Pleistocene and early Holocene climate and the beginnings of cultivation in northern Syria', *The Holocene* 19 (1), pp. 151-158.

**Woldring H. & Bottema S.** (2001/2002): 'The vegetation history of East-Central Anatolia in relation to archaeology: The Eski Acigöl pollen evidence compared with the Near Eastern environment', *Palaeohistoria* 43/44, pp. 1-34.

**Wright P.** (2003): 'Preservation or destruction of plant remains by carbonization?', *Journal of Archaeological Science* 30, pp. 577-583.

**Yaltirik F.** (1967): 'Anacardiaceae'. IN: Davis P. H. (ed.): *Flora of Turkey*. Edinburgh University Press, United Kingdom, vol. 2, pp. 544-548.

**Yasin N.J.** (1983): *Flora of Pakistan: No 152. Anacardiaceae*. Pakistan Agricultural College, Pakistan.

**Yi T., Jun W., Golan-Goldhirsh A. & Parfitt D.E.** (2008): 'Phylogenetics and reticulate evolution in *Pistacia* (Anacardiaceae)', *American Journal of Botany* vol. 92 (2), pp. 241-251.

**Zohary M.** (1952): 'A monographical study of the genus *Pistacia*', *Palestine Journal of Botany Jerusalem Series* 5, pp. 187-228.

**Zohary M.** (1973): *Geobotanical Foundations of the Middle East*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. Swets & Zeitlinger, Amsterdam, vol. 2.

**Zohary M.** (1986): *Flora palaestina*. Israel Academy of Sciences and Humanities. Jerusalem.

**Zohary D., Hopf M. & Weiss E.** (2012) (4<sup>th</sup> edition): *Domestication of plants in the Old World*. Oxford University Press, Oxford.

## Sites web

**Département des forêts de la République de Chypre, Ministère de l'Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (2018a) :**

[http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/DMLparks\\_gr/DMLparks\\_gr?OpenDocument](http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/DMLparks_gr/DMLparks_gr?OpenDocument) ;

dernière consultation le 8 janvier 2018.

**Département des forêts de la République de Chypre, Ministère de l'Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (2018b):**

[http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/all/26D108F15DC19C06C22579A000221962/\\$file/%CE%9A%CE%B7%CF%81%CF%85%CE%B3%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B1%20%CE%91%CE%B9%CF%89%CE%BD%CF%8C%CE%B2%CE%B9%CE%B1%20%CE%B4%CE%AD%CE%BD%CF%84%CF%81%CE%B1.pdf?openelement](http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/all/26D108F15DC19C06C22579A000221962/$file/%CE%9A%CE%B7%CF%81%CF%85%CE%B3%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B1%20%CE%91%CE%B9%CF%89%CE%BD%CF%8C%CE%B2%CE%B9%CE%B1%20%CE%B4%CE%AD%CE%BD%CF%84%CF%81%CE%B1.pdf?openelement) ; dernière

consultation le 8 janvier 2018.

**Département des forêts de la République de Chypre, Ministère de l'Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (2018c) :**

[http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/0/e1c13a6ca1bade81c22570730018faa4/\\$FILE/ATTRJ83E/%CE%95%CE%BD%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AC%20%CF%86%CF%85%CF%84%CE%AC.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/fd/fd.nsf/0/e1c13a6ca1bade81c22570730018faa4/$FILE/ATTRJ83E/%CE%95%CE%BD%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AC%20%CF%86%CF%85%CF%84%CE%AC.pdf) ; dernière consultation le 8 janvier 2018.

**FAOSTAT 2016 : Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database**

[http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries\\_by\\_commodity](http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity) ; dernière consultation le 12 mai 2018.

**Google earth (2018):** V. 7.3.1.4507 (février 2018). Chypre. Digital Globe 2018, <http://www.earth.google.com> ; dernière consultation 30 mars 2018.

**Herbier MNHN (2018a):** Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. Collection Plantes Vasculaires (P). Spécimen P06635236

<http://coldb.mnhn.fr/catalognumber/mnhn/p/p06635236> ; dernière consultation le 30 mai 2018.

**Herbier MNHN (2018b):** Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. Collection Plantes Vasculaires (P). Spécimen P06634957

<http://coldb.mnhn.fr/catalognumber/mnhn/p/p06634957> ; dernière consultation le 30 mai 2018.

**Herbier MNHN (2018c):** Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. Collection Plantes Vasculaires (P). Spécimen P06635273  
<http://coldb.mnhn.fr/catalognumber/mnhn/p/p06635273> ; dernière consultation le 30 mai 2018.

**Herbier MNHN (2018d):** Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. Collection Plantes Vasculaires (P). Spécimen P00056167  
<http://coldb.mnhn.fr/catalognumber/mnhn/p/p00056167> ; dernière consultation le 30 mai 2018.

**Indicateurs de sécheresse du Département de météorologie, Ministère de l'Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (2017):**  
<http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/Wdd.nsf/all/8DB3219B2ACC1A53C225805F003F5FA2?opendocument> ; dernière consultation le 29 septembre 2018.

**International Plant Names Index 2005:**  
[http://www.ipni.org/ipni/advPlantNameSearch.do;jsessionid=D0AA452B0EFDBAA3833D768C344D8A66?find\\_family=&find\\_genus=pistacia&find\\_species=&find\\_infrafamily=&find\\_infrafamily=&find\\_infraspecies=&find\\_authorAbbrev=&find\\_includePublicationAuthors=on&find\\_includePublicationAuthors=off&find\\_includeBasionymAuthors=on&find\\_includeBasionymAuthors=off&find\\_publicationTitle=&find\\_isAPNIRecord=on&find\\_isAPNIRecord=false&find\\_isGCIRRecord=on&find\\_isGCIRRecord=false&find\\_isIKRecord=on&find\\_isIKRecord=false&find\\_rankToReturn=all&output\\_format=normal&find\\_sortByFamily=on&find\\_sortByFamily=off&query\\_type=by\\_query&back\\_page=plantsearch](http://www.ipni.org/ipni/advPlantNameSearch.do;jsessionid=D0AA452B0EFDBAA3833D768C344D8A66?find_family=&find_genus=pistacia&find_species=&find_infrafamily=&find_infrafamily=&find_infraspecies=&find_authorAbbrev=&find_includePublicationAuthors=on&find_includePublicationAuthors=off&find_includeBasionymAuthors=on&find_includeBasionymAuthors=off&find_publicationTitle=&find_isAPNIRecord=on&find_isAPNIRecord=false&find_isGCIRRecord=on&find_isGCIRRecord=false&find_isIKRecord=on&find_isIKRecord=false&find_rankToReturn=all&output_format=normal&find_sortByFamily=on&find_sortByFamily=off&query_type=by_query&back_page=plantsearch) ; dernière consultation le 20 mai 2018.

**Pays-Parties du Protocole de Nagoya (2018):** <https://www.cbd.int/abs/nagoya-protocol/signatories/> ; dernière consultation le 8 janvier 2018.

**Useful Tropical Plants (2014a):**  
<http://tropical.theferns.info/plantimages/b/a/ba9e733d0fcc6f57049b4133fb6fd7fcea541155.jpg> ; dernière consultation le 1 juin 2018.

**Useful Tropical Plants (2014b):**  
<http://tropical.theferns.info/plantimages/d/d/dd17295cf75fce694c5e4bc2a6b037f9ed399ef9.jpg> ; dernière consultation le 1 juin 2018.

## Liste des figures

1. Présence de restes de fruits de *Pistacia* sur les sites épipaléolithiques, du Néolithique précéramique et du Néolithique céramique en Asie du Sud-Ouest, période chronologique concernée : env. 23000-6000 av. J.-C.
2. Endocarpes carbonisés de *Pistacia* trouvés sur les sites de Jerf el Ahmar en Syrie, Ayios Tychonas-Klimonas et Khirokitia-Vounoi à Chypre
3. Distribution géographique actuelle des espèces du genre *Pistacia* (L.)
4. Les différentes parties de la paroi du fruit (le péricarpe) du pistachier
5. Observations et identifications de spécimens sur le terrain et dans l'Herbier national
6. Localisation des sites ayant fait l'objet de prélèvements au terrain
7. Spécimens et fruits de *Pistacia atlantica*, *P. chinensis* et *P. terebinthus*
8. Spécimens avec fruits de l'Herbier national : *Pistacia eurycarpa*, *P. khinjuk*, *P. x saportae* et *P. terebinthus x vera*. Spécimens et fruits de *P. vera* et *P. lentiscus*
9. Localisation de sites archéologiques étudiés
10. Mesures linéaires et axes de symétrie. Endocarpe de *Pistacia terebinthus* en vue latérale et en vue ventrale
11. Test de répétabilité d'acquisition des données (coordonnées X et Y) pour l'analyse de morphométrie géométrique réalisée 5 fois sur 3 individus de *P. lentiscus*
12. Morphologie comparée des endocarpes de *Pistacia atlantica* en face latérale, ventrale, dorsale et en section en vue inférieure
13. Représentation graphique de *Pistacia atlantica*
14. Morphologie comparée des endocarpes de *Pistacia eurycarpa* en face latérale, ventrale, dorsale et en section en vue inférieure
15. Représentation graphique de *Pistacia eurycarpa*
16. Morphologie comparée des endocarpes de *Pistacia khinjuk* en face latérale, ventrale, dorsale et en section en vue inférieure

17. Représentation graphique de *Pistacia khinjuk*
18. Morphologie comparée des endocarpes de *Pistacia vera* en face latérale, ventrale, dorsale et en section en vue inférieure
19. Représentation graphique de *Pistacia vera*
20. Morphologie comparée des endocarpes de *Pistacia terebinthus* en face latérale, ventrale, dorsale et en section en vue inférieure
21. Représentation graphique de *Pistacia terebinthus*
22. Morphologie comparée des endocarpes de *Pistacia chinensis* en face latérale, ventrale, dorsale et en section en vue inférieure
23. Représentation graphique de *Pistacia chinensis*
24. Morphologie comparée des endocarpes de *Pistacia lentiscus* en face latérale, ventrale, dorsale et en section en vue inférieure
25. Représentation graphique de *Pistacia lentiscus*
26. Morphologie comparée des endocarpes de *Pistacia x saportae* en face latérale, ventrale, dorsale et en section en vue inférieure
27. Représentation graphique de *Pistacia x saportae*
28. Effectifs de restes de *Pistacia* identifiés des sites archéologiques en Anatolie et au Proche-Orient : Aşikli Höyük, Turquie, Dja' de el Mughara, Syrie, Tell Qaramel et Tell Aswad
29. Endocarpes archéologiques de Tell Aswad
30. Endocarpes archéologiques de Aşikli Höyük, Dja' de el Mughara, Jerf el Ahmar et Tell Qaramel
31. Effectifs de restes de *Pistacia* identifiés sur les sites archéologiques à Chypre : Ayios-Tychonas-Klimonas à Khirokitia-Vounoi
32. Endocarpes archéologiques d'Ayios Tychonas-Klimonas et Khirokitia-Vounoi à Chypre
33. Représentation graphique du morphotype *Pistacia* sp. type allongé Type A
34. Représentation graphique du morphotype *Pistacia* sp. type allongé Type B

35. Représentation graphique du morphotype *Pistacia* sp. type allongé Type C
36. Comparaison de la longueur, largeur et épaisseur d'endocarpes de cinq espèces étudiés
37. ACP de la distribution d'individus selon les valeurs de trois variables de la taille (longueur, largeur, épaisseur) transformées en log, de neuf taxons étudiés. Composantes Principales 1 et 2
38. Cercle de corrélations pour l'ACP de la fig. 37 pour les variables de la taille (longueur, largeur, épaisseur) transformées en log, sur 9 taxons étudiés
39. Analyse factorielle sur les données linéaires transformées en log, pour cinq espèces (*Pistacia atlantica*, *P. eurycarpa*, *P. khinjuk*, *P. lentiscus*, *P. terebinthus*). Axes 1 et 3
40. ACP de données mesures après l'enlèvement de l'effet de la taille (transformation de Mosimann), sur neuf taxons étudiés. Composantes Principales 1 et 2
41. ACP de l'analyse morphométrique géométrique de 9 taxons (*Pistacia atlantica*, *P. chinensis*, *P. eurycarpa*, *P. khinjuk*, *P. lentiscus*, *P. terebinthus*, *P. vera*, *P. terebinthus* x *vera*, *P. x saportae*). Composantes Principales 1 et 2
42. CVA de l'analyse morphométrique géométrique de 9 taxons (*Pistacia atlantica*, *P. chinensis*, *P. eurycarpa*, *P. khinjuk*, *P. lentiscus*, *P. terebinthus*, *P. vera*, *P. terebinthus* x *vera*, *P. x saportae*). Axes 1 et 2
43. CVA de l'analyse morphométrique géométrique de 5 espèces (*Pistacia atlantica*, *P. eurycarpa*, *P. khinjuk*, *P. lentiscus*, *P. terebinthus*). Axes 1 et 3
44. ACP de l'analyse morphométrique géométrique appliquée sur le matériel archéologique. Composantes Principales 1 et 2
45. Proportions d'attribution des endocarpes archéologiques aux taxons actuels

## Liste des tableaux

1. Sections et taxons reconnus par les principales études taxonomiques du genre *Pistacia* (L.)
2. Nombre de spécimens localisés, prélevés et nombre d'endocarpes prélevés par espèce pendant les trois missions au terrain de l'île de Chypre
3. Spécimens échantillonnés dans de l'Herbier national et nombre de fruits prélevés pour chaque espèce
4. Nombre de fruits prélevés sur le terrain à Chypre et dans les collections de l'Herbier national et de l'UMR 7209
5. Nombre de contextes archéologiques et d'endocarpes étudiés par site archéologique
6. Effectifs d'individus actuels étudiés par chaque approche méthodologique
7. Effectifs d'individus archéologiques étudiés par chaque approche méthodologique
8. Nombre d'individus étudiés, les valeurs minimales, maximales, et la médiane pour les dimensions de la longueur, largeur et épaisseur pour tous les taxons en ordre alphabétique.
9. Ratios entre longueur/largeur, longueur/épaisseur et largeur/épaisseur pour les taxons étudiés : *Pistacia atlantica*, *P. chinensis*, *P. eurycarpa*, *P. khinjuk*, *P. lentiscus*, *P. terebinthus*, *P. vera* et *P. x saportae*, en ordre alphabétique
10. Nombre de taxons et taxons identifiés dans chaque site archéologique selon la classification à posteriori

**ANNEXE 1.** Synthèse des caractéristiques morphologiques de feuilles et folioles et aire de distribution géographique actuelle de 7 espèces et un hybride étudiés dans le présent mémoire: *Pistacia atlantica*, *P. chinensis*, *P. eurycarpa*, *P. khinjuk*, *P. lentiscus*, *P. terebinthus*, *P. vera* et *P. x saportae* (après Al-Saghir inédit ; Al Saghir & Porter 2012 ; Al Saghir *et al.* 2006 ; Ghaemmaghami *et al.* 2009 ; Kafkas & Perl-Treves 2001 ; Meikle 1977-1985 ; Rechinger 1969 ; Thiébaud 1939 ; Tsintidis *et al.* 2002 ; Werner *et al.* 2001 ; Yaltirik 1967 ; Yasin 1983 ; Zohary 1952 ; *ibid* 1986)

Espèce	Description des feuilles	Description des folioles	Fruits	Distribution géographique
<i>P. atlantica</i>	Feuilles caduques, imparipennées, membraneuses. Longueur : 8-20 cm ; largeur : 5-14 cm. Rachis pubescent, étroitement ailé. Pétiole 3-5 cm de long, pubescent.	4-11 folioles opposées sessiles. Longueur : 2,5-8 cm ; largeur : 0.6-3 cm. Forme lancéolée, étroitement oblongue ou ovoïde-oblongue. Apex obtus, non mucroné, base foliaire arrondie ou largement cunéiforme. Marges plates, pubescentes. Couleur vert foncé au-dessus, plus pâle au dessous. La foliole terminale aussi grande ou plus petite que les folioles latérales (longueur : 2,7-7 cm, 0,5-2 cm).	Drupe d'abord rouge, puis de coloration bleu à maturité, de forme obovoïde à subglobuleuse. Longueur : 3.5-8 mm ; largeur : 5-7 mm.	Chypre, Grèce, îles d'Égée, Turquie, Anatolie, Caucase, Géorgie, Azerbaïdjan, Syrie, Palestine, Arabie, Ukraine, Crimée, Iran, Afghanistan, Bérouchistan, Afrique du Nord, îles Canarie.
<i>P. chinensis</i>	Feuilles caduques, paripennées, membranaceuses. Longueur : 8,2-23 cm ; largeur : 8-20 cm. Pétiole ailée.	8-14 folioles. Longueur : 4-10 cm ; largeur : 0,9-2,4 cm. Forme lancéolée à oblongue. Apex acuminé ou apiculé.	Drupe verte devenant rouge à maturité, globuleuse à obovoïde-globulaire.	Chine, Taiwan, Philippines, Égypte, Arabie Saoudite, Yémen, Érythrée, Éthiopie, Somalie, Arménie, Afghanistan, Pakistan, Népal.
<i>P. eurycarpa</i>	Feuilles caduques, imparipennée, membraneuses. Longueur : 10,2-18,2 cm ; largeur : 9-13,5 cm. Rachis étroitement ailé. Pétiole aplati.	1-7 folioles glabres. Longueur : 4.5-8.5 cm ; largeur : 1.5-5 cm. Forme ovoïde à ovoïde-oblongue. Apex obtus, non mucroné. Couleur vert clair.	Drupe rouge claire, plus large sur long, globuleuse, dorsalement compressé. Longueur : 5-8 mm ; largeur : 8-10 mm.	Turquie, Syrie, Irak du Nord, Arménie, Iran, Afghanistan, Pakistan.
<i>P. khinjuk</i>	Feuilles caduques, imparipennées, membraneuses. Longueur : 7-17,7 cm ; largeur 8-15,5 cm. Rachis légèrement ailé ou sans aile, pubescent. Pétiole ailé.	3-8 folioles opposées à sub-opposées. Forme ovoïde-oblongue à oblongue. Apex acuminé, base oblique, asymétrique. Folioles glabres ou pubescentes au-dessous. Foliole terminale généralement plus large que les folioles latérales. Longueur : 2.9-8.5 cm ; largeur : 1.2-4 cm.	Drupe rouge, globuleuse. Longueur : 4-6 mm ; largeur : 4-5 mm.	Égypte, Sinaï, Syrie, Irak du Nord, Iran, Cachemire, Turquie, Kurdistan, Afghanistan, Tadjikistan, Pakistan Bérouchistan, Chitral, Pendjab, Népal.
<i>P. lentiscus</i>	Feuilles persistantes, coriaces, paripennées ou	3-14 folioles glabres. Forme ovoïde, oblongue, oblongue-	Drupe rouge qui devient noir lustré	Région méditerranéenne, îles

	imparipennées. Longueur : 2-10 cm ; largeur : 3-10 cm. Rachis ailé. Longueur du pétiole < 2 cm.	lancéolée ou elliptique. Apex obtus, arrondi et mucroné. Marges des folioles courbées. Longueur : 1-5 cm ; largeur 0,6-5 cm. Foliole terminale généralement absente mais si présente, aussi grande ou plus petite que les folioles latérales.	à maturité de forme lenticulaire à globuleuse compressée latéralement. Environ 5mm de diamètre.	Canaries, Grèce, Portugal.
<i>P. terebinthus</i>	Feuilles caduques, imparipennées ou paripennées. Longueur : 5-25 cm ; largeur : 5-19 cm. Rachis étroit, glabre. Pétiole 2-5 cm et glabre.	3-12 folioles portées par de courtes pétioles, opposées à sub-opposées, glabres. Forme ovoïde, oblongue, à oblongue-lancéolée. Apex obtus, toujours mucroné, base des folioles arrondie ou largement cunéiforme. Longueur : 2-6 cm ; largeur : 0,8-3cm.  Si foliole terminale présente, elle n'est jamais plus grande que les folioles latérales. Parfois elle est très réduite (poil)	Drupe rouge qui devient bleu-noir-vert à maturité, obovoïde. Longueur : 5-7 mm ; largeur : 4-6 mm.	Espagne, Croatie, Bosnie, Afrique du Nord, Cyrénaïque, Europe du Sud, îles d'Egée, Chypre, Liban, Palestine, Jordanie, Syrie.
<i>P. vera</i>	Feuilles caduques coriaces, imparipennées. Longueur : 10,2-17 cm ; largeur : 8,4-16 cm. Rachis aplati, pubescent. Pétiole long et aplati.	3-7 folioles coriaces et larges de forme ovoïde, sub-globuleuse ou largement lancéolée. Apex acut ou obtuse, mucroné. Veines saillantes. Longueur : 4-12 cm ; largeur 3-8 cm. Folioles terminales aussi grandes que les folioles latérales. Longueur : 6-10 cm ; largeur : 3-8 cm.	Drupe rouge qui devient vert pâle à maturité. Forme ovoïde, oblongue apiculée. Longueur : 1,8-3 cm ; 0,6-1,2cm.	Ouzbékistan, Tadjikistan, Tien Shan, Iran, Afghanistan, Kirghizistan, Méditerranée (cultivé).
<i>P. x saportae</i>	Feuilles persistantes, coriaces, paripennées ou imparipennées.  Longueur : 3-10 cm ; largeur : 3-7 cm. Rachis étroitement ailé. Pétiole 2-4 cm long.	6-14 folioles sub-opposées de forme ovoïde ou oblongue. Apex obtus ou subaigu, mucroné ou aristate, base cunéiforme. Marges des folioles étroitement courbées. Longueur : 2,5-7 cm ; largeur : 0,5-2,5 cm. Foliole terminale linéaire-lancéolée à base oblique, à taille réduite par rapport aux folioles terminales.	Drupe de couleur blanc-rose qui devient noir à maturité. Forme globuleuse, comprimée. Longueur : 4 cm ; largeur 5 cm.	Chypre, France, Sardaigne, Italie, Palestine, Maroc, Algérie.

ANNEXE 2. Fiche de documentation pour les observations et prélèvements au terrain

**Sample Sheet – *Pistacia* sp.**

Date:

Code:

**Sample location**

Site: \_\_\_\_\_ Village: \_\_\_\_\_ District: \_\_\_\_\_

Coordinates:

Altitude:

Comments:

**Sample description**

Type: Branch  Leaves  Fruits  Wood

Quantity: \_\_\_\_\_

Part of the tree: N  NE  E  SE  S  SW  W  NW

Comments:

**Taxonomy**

Family: Anacardiaceae

Species: *Pistacia atlantica* Desf.

*Pistacia lentiscus* L.

*Pistacia terebinthus* L.

*Pistacia vera* L.

Common name: Τρέμθος

Σσινιά

Τρεμθοκιά/Τριμιθιά/Τερέβινθος

Χαλεπιανή

Comments:

**Environment**

Humid

Dry

Soil: \_\_\_\_\_

Phytosocioecology: \_\_\_\_\_

Comments:

**Photos** Tree

Sample

Name: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**ANNEXE 3.** Localisation, type d'échantillon, identification taxonomique et conditions environnementales de spécimens localisés et prélevés sur le terrain à Chypre. Abréviations et symboles : *P.* : *Pistacia* ; PD : pas disponible ; x : prélèvement ; / : pas de prélèvement.

Code	Espèce	Localisation					Type d'échantillon		Face	Environnement	
		Pays	District	Village	Site	Altitude ASL (m)	Branche	Fruits		Humidité	Type du sol
P001	<i>P. terebinthus</i>	Chypre	Limassol	Kiperounta	<i>Katashi</i>	1365	x	/	Ouest	Humide	Rocheux
P002	<i>P. terebinthus</i>	Chypre	Limassol	Kiperounta	<i>Katashi</i>	1367	x	/	Ouest	Humide	Rocheux
P003	<i>P. terebinthus</i>	Chypre	Limassol	Kiperounta	<i>Katashi</i>	1336	x	x	Ouest	Humide	Rocheux
P004	<i>P. atlantica</i>	Chypre	Nicosie	Latsia	PD	199	x	x	Est	Aride	Sédimentaire
P005	<i>P. atlantica</i>	Chypre	Nicosie	Latsia	PD	191	x	x	Est	Aride	Sédimentaire
P006	<i>P. atlantica</i>	Chypre	Nicosie	Latsia	PD	179	x	x	Est	Aride	Sédimentaire
P007	<i>P. atlantica</i>	Chypre	Larnaca	Troulloi	<i>Ayios Georgios Mavrovouniou</i>	71	x	x	Ouest	Humide	Sédimentaire
P008	<i>P. atlantica</i>	Chypre	Larnaca	Troulloi	<i>Ayios Georgios Mavrovouniou</i>	71	x	/	Ouest	Humide	Sédimentaire
P009	<i>P. lentiscus</i>	Chypre	Larnaca	Tochni	<i>Ipsaros</i>	75	x	x	Ouest	Aride	Sédimentaire
P010	<i>P. terebinthus</i>	Chypre	Larnaca	Tochni	<i>Pervolia/Gipsobambou</i>	64	x	x	Ouest	Aride	Sédimentaire
P011	<i>P. lentiscus</i>	Chypre	Larnaca	Zigi	<i>Latsies</i>	27	x	/	Ouest	Humide	Sédimentaire

P012	<i>P. terebinthus</i>	Chypre	Larnaca	Tochni	<i>Gipsobamboula</i>	81	x	x	Ouest	Aride	Sédimentaire
P013	<i>P. atlantica</i>	Chypre	Paphos	Kato Paphos	<i>Ayios Georghios (Universal)</i>	64	x	/	Ouest	Aride	Sédimentaire
P014	<i>P. atlantica</i>	Chypre	Paphos	Kato Paphos	<i>Ayios Georghios (Universal)</i>	64	x	/	Ouest	Aride	Sédimentaire
P015	<i>P. atlantica</i>	Chypre	Paphos	Kato Paphos	<i>Mesaionika Loutra</i>	17	x	/	Ouest	Aride	Sédimentaire
P016	<i>P. lentiscus</i>	Chypre	Paphos	Kouklia	<i>Tourkoki priako Nekrotafio</i>	73	x	/	Ouest	Aride	Sédimentaire
P017	<i>P. terebinthus</i>	Chypre	Paphos	Kouklia	<i>Tourkoki priako Nekrotafio</i>	73	x	/	Ouest	Aride	Sédimentaire
P018	<i>P. lentiscus</i>	Chypre	Paphos	Kouklia	<i>Mouseio Kouklion</i>	73	x	x	Ouest	Aride	Rocheux
P019	<i>P. terebinthus</i>	Chypre	Nicosie	Lithrodontas	<i>Avgatia</i>	461	x	/	Ouest	Humide	Sédimentaire
P020	<i>P. lentiscus</i>	Chypre	Nicosie	Lithrodontas	<i>Avgatia</i>	463	x	/	Ouest	Humide	Sédimentaire
P021	<i>P. terebinthus</i>	Chypre	Larnaca	Tochni	<i>Ipsaros</i>	68	/	x	Toute la plante	Aride	Sédimentaire
P022	<i>P. terebinthus</i>	Chypre	Larnaca	Tochni	<i>Ipsaros</i>	69	/	x	Toute la plante	Aride	Sédimentaire
P023	<i>P. terebinthus</i>	Chypre	Larnaca	Tochni	<i>Ipsaros</i>	69	/	x	Toute la plante	Aride	Sédimentaire

P024	<i>P. terebinthus</i>	Chypre	Larnaca	Tochni	<i>Ipsaros</i>	62	/	x	Toute la plante	Aride	Sédimentaire
P025	<i>P. terebinthus</i>	Chypre	Nicosie	Lithrodontas	PD	482	/	x	Toute la plante	Humide	Sédimentaire
P026	<i>P. terebinthus</i>	Chypre	Nicosie	Lithrodontas	PD	475	/	x	Toute la plante	Humide	Sédimentaire
P027	<i>P. terebinthus</i>	Chypre	Nicosie	Lithrodontas	PD	474	/	x	Toute la plante	Humide	Sédimentaire
P028	<i>P. terebinthus</i>	Chypre	Nicosie	Lithrodontas	PD	482	/	x	Ouest	Humide	Sédimentaire
P029	<i>P. terebinthus</i>	Chypre	Limassol	Dimes	PD	1046	/	x	Ouest	Humide	Rocheux
P030	<i>P. terebinthus</i>	Chypre	Limassol	Agrithkia	<i>Stremmata</i>	1029	/	x	Ouest	Humide	Rocheux
P031	<i>P. terebinthus</i>	Chypre	Limassol	Agrithkia	<i>Stremmata</i>	1000	/	x	Ouest	Humide	Rocheux
P032	<i>P. lentiscus</i>	Chypre	Larnaca	Khirokitia	PD	170	x	x	Ouest	Aride	Sédimentaire
P033	<i>P. lentiscus</i>	Chypre	Larnaca	Khirokitia	PD	163	x	x	Est	Aride	Sédimentaire
P034	<i>P. lentiscus</i>	Chypre	Larnaca	Khirokitia	PD	159	x	x	Ouest	Aride	Sédimentaire
P035	<i>P. lentiscus</i>	Chypre	Larnaca	Khirokitia	PD	150	x	x	Ouest	Aride	Sédimentaire
P036	<i>P. terebinthus</i>	Chypre	Larnaca	Tochni	PD	99	x	x	Ouest	Aride	Sédimentaire
P037	<i>P. lentiscus</i>	Chypre	Larnaca	Tochni	PD	75	x	x	Ouest	Aride	Sédimentaire

P038	<i>P. lentiscus</i>	Chypre	Larnaca	Zigi	PD	25	x	x	Ouest	Aride	Sédimentaire
P039	<i>P. lentiscus</i>	Chypre	Larnaca	Zigi	PD	25	x	x	Ouest	Aride	Sédimentaire
P040	<i>P. lentiscus</i>	Chypre	Larnaca	Zigi	PD	25	x	x	Ouest	Aride	Sédimentaire
P041	<i>P. lentiscus</i>	Chypre	Larnaca	Zigi	PD	25	x	x	Ouest	Aride	Sédimentaire
P042	<i>P. atlantica</i>	Chypre	Larnaca	Kiti	<i>Aggeloktisti</i>	24	/	/	/	Aride	Sédimentaire
P043	<i>P. lentiscus</i>	Chypre	Larnaca	Troulloi	<i>Ayios Georgios Mavrovouniou</i>	72	x	x	Ouest	Aride	Sédimentaire

**ANNEXE 4.** Localisation, identification taxonomique et lieu de récolte pour les spécimens prélevés dans l'Herbier national Abréviations et symboles : *P.* : *Pistacia* ; PD : pas disponible

Code	Code du catalogue de l'Herbier	Identification taxonomique	Localisation du spécimen				Informations de récolte	
			Secteur géographique	Pays	Ville/Village	Site	Date de récolte	Collecteur
P044	P06634975	<i>P. khinjuk</i>	Asie	PD	PD	PD	1868	C. Haussknecht
P045	P06634973	<i>P. khinjuk</i>	Asie	Afganistan	Kuran	Vallée de Kuran	6/9/1831	PD
P046	P06634969	<i>P. khinjuk</i>	Asie	Indes orientales ?	PD	PD	1859	PD
P047	P06634965	<i>P. khinjuk</i>	Asie	Syrie	PD	PD	30/10/1933	PD
P048	P06634957	<i>P. khinjuk</i>	Asie	Syrie	PD	PD	30/10/1933	PD
P049	P06634974	<i>P. khinjuk</i>	Asie	Kurdistan	PD	PD	1867	PD
P050	P06634971	<i>P. khinjuk</i>	Asie	PD	PD	PD	1868	C. Haussknecht
P051	P06634970	<i>P. khinjuk</i>	Asie	Kurdistan	Avroman/Schahu.	PD	Juin-Juillet 1867	C. Haussknecht
P052	P04801042	<i>P. eurycarpa</i>	Europe	Ukraine	Sudak, Crimée	Sokoll	1896	de Halácsy
P053	P06635221	<i>P. eurycarpa</i>	Asie	Arménie	PD	PD	1870	PD
P054	P06635235	<i>P. eurycarpa</i>	Asie	Iran	Kerman	PD	31/7/1892	J. Bornmüller
P055	P06635236	<i>P. eurycarpa</i>	Asie	Persie occidentales	PD	PD	15-16/7/1890	PD
P056	P06635237	<i>P. eurycarpa</i>	Asie	Persie	PD	PD	1858	PD
P057	P06635240	<i>P. eurycarpa</i>	Asie	Arménie	PD	PD	PD	PD
P058	P06635242	<i>P. eurycarpa</i>	Asie	Ukraine	Sudak, Crimée	Sokoll	1896	de Halácsy
P059	P06635243	<i>P. eurycarpa</i>	Asie	PD	PD	PD	PD	PD
P060	P06635248	<i>P. eurycarpa</i>	Asie	Iran	Kerman	PD	31/7/1892	J. Bornmüller
P061	P06635249	<i>P. eurycarpa</i>	Asie	Grèce	Rhodes	PD	1870	PD
P062	P06635254	<i>P. eurycarpa</i>	Asie	PD	PD	PD	1868	C. Haussknecht

P063	P06635257	<i>P. eurycarpa</i>	Asie	PD	PD	PD	1868	C. Haussknecht
P064	P05198582	<i>P. eurycarpa</i>	Europe	Ukraine	Sudak, Crimée	Sokoll	1896	de Halácsy
P065	P06635226	<i>P. eurycarpa</i>	Asie	Iran	PD	PD	1863	PD
P066	P06635273	<i>P. x saportae</i>	Asie	Israël	Galilée	Nebi Yosha	16/9/1951	D. Zohary and I. Amdursky.
P067	P04850150	<i>P. x saportae</i>	Europe	France	Géménos	Bouches-du-Rhône	28/8/1981	P. Martin
P068	P04850621	<i>P. x saportae</i>	France	France	Montbéliard	PD	20/5/1900	Joseph S. Rich
P069	P06634981	<i>P. chinensis</i>	Asie	Chine	Thiber	Queensland	16/8/1928	W.P.Fang
P070	P06635008	<i>P. chinensis</i>	Asie	PD	PD	PD	13/6/1988	PD
P071	P06635009	<i>P. chinensis</i>	Asie	PD	PD	PD	16/4/1885	PD
P072	P06634931	<i>P. atlantica</i>	Asie	Indes orientales ?	PD	PD	PD	PD
P073	P06634926	<i>P. atlantica</i>	Asie	Israël	Galilée	PD	1/6/1951	M. Zohary
P074	P06635220	<i>P. atlantica</i>	Asie	Afganistan	PD	PD	1861-2	PD
P075	P06635225	<i>P. atlantica</i>	Asie	Indes orientales ?	PD	PD	PD	PD
P076	P06242688	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	PD	PD	Près de Hadjar Roum ?	22/6/1856	E. Bourgeau
P077	P06242689	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	Maroc	Marrakech	Bahira	PD	PD
P078	P06242690	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	PD	PD	PD	PD	PD
P079	P04850628	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	Algérie	Algér	El Kantara	9/6/1904	PD
P080	P00957038	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	Algérie	Algér	El Kantara	PD	PD
P081	P06242684	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	Iles Canariensis	PD	PD	PD	PD
P082	P05190099	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	PD	PD	PD	31/5/1866	PD
P083	P05190094	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	Algérie	PD	PD	21/7/1854	E. Cosson
P084	P05190090	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	Algérie	Constantine	Province de Constantine	14/6/1859	E. Cosson

P085	P04851966	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	Algérie	El Oued ?	Près de Constantine	3/5/1947	L. Faunel
P086	P05190075	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	Maroc	PD	PD	9/5/1923	PD
P087	P06242695	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	PD	PD	PD	3/7/1894	PD
P088	P05190095	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	Algérie	Constantine	PD	1839	E.Cosson
P089	P05190103	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	Algérie	Algér	PD	1850	E.Cosson
P090	P05190100	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	Algérie	Constantine	Hammam-Meskoutin, province de Constantine.	6/6/1880	E.Cosson
P091	P05190104	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	PD	PD	PD	PD	E.Cosson
P092	P04801029	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	Maroc	Kebdana	Aguada de Zaio	1933	F.Sennen
P093	P04801033	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	Algérie	Constantine	PD	septembre 1839	PD
P094	P05190083	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	Maroc	Kebdana	Aguada de Zaio	1933	F.Sennen
P095	P06242661	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	Maroc	Kebdana	Montes de Kebdana	1930	F.Sennen
P096	P04850625	<i>P. atlantica</i>	Afrique du Nord	Algérie	Oran	PD	1894	PD
P097	P05198678	<i>P. terebinthus</i>	France	France	Isère, Grenoble	Casque de Néron	28/4 et 6/6/1885	H. Beaudouin
P098	P05199745	<i>P. terebinthus</i>	Europe	Espagne	PD	Pyrenées Espagnoles	Juillet 1847	E. Bourgeau
P099	P05199770	<i>P. terebinthus</i>	Europe	Grèce	Péloponnèse	PD	1856	Theodorus G. Orhanides
P100	P04801014	<i>P. terebinthus</i>	France	France	Narbonne, Aude	PD	12/6/1945	B. de Retz
P101	P00655143	<i>P. terebinthus</i>	France	France	Mercantour	PD	10/7/1967	G.G.Aymonin
P102	P05199771	<i>P. terebinthus</i>	Europe	Grèce	Crète	Lakkoi	20/07/1883	PD
P103	P05190025	<i>P. terebinthus</i>	Afrique du Nord	Algérie	PD	PD	27/6/1883	PD

P104	P05190032	<i>P. terebinthus</i>	Afrique du Nord	Algérie	PD	PD	1854	PD
P105	P05190033	<i>P. terebinthus</i>	Afrique du Nord	Algérie	PD	PD	18/8/1864	J. Levebre
P106	P05190028	<i>P. terebinthus</i>	Afrique du Nord	Algérie	Mostaganem	Environs de Montaganem	juin 1914	PD
P107	P06635197	<i>P. terebinthus</i>	Asie	Turquie ?	PD	Région montagneuse du Taurus	août 1855	B.Balansa
P108	P06635308	<i>P. terebinthus</i>	Asie	Liban	PD	PD	11/8/1814	PD
P109	P06635289	<i>P. terebinthus</i>	Asie	Israël	Jérusalem	PD	19/5/1887	PD
P110	P06635280	<i>P. terebinthus</i>	Asie	Turquie ?	PD	Région montagneuse du Taurus	août 1855	PD
P111	P06635299	<i>P. terebinthus</i>	Asie	Grèce	Rhodes	PD	12/5/1870	PD
P112	P06634938	<i>P. lentiscus</i>	Asie	Liban	Batroun	PD	10/9/1930	Thiébaud, J.
P113	P06634940	<i>P. lentiscus</i>	Asie	Israël	Jérusalem	Kiryath-Anavim	16/10/1933	M. Zohary
P114	P06634941	<i>P. lentiscus</i>	Asie	Syrie	PD	PD	PD	PD
P115	P06634951	<i>P. lentiscus</i>	Asie	Grèce	PD	PD	PD	PD
P116	P04850550	<i>P. lentiscus</i>	Afrique du Nord	Algérie	Algér	Bois de Boulogne	28/12/1901	PD
P117	P05190024	<i>P. lentiscus</i>	Afrique du Nord	Algérie	PD	PD	Juin 1919	PD
P118	P05190009	<i>P. lentiscus</i>	Afrique du Nord	PD	PD	PD	PD	PD
P119	P05190010	<i>P. lentiscus</i>	Afrique du Nord	Algérie	Oran	Provenance d'Oran	1850	PD
P120	P04801037	<i>P. lentiscus</i>	Afrique du Nord	Algérie	Oran	Oran à Santa-Cruz. Broussailles.	16/10/1910	A. Faurel
P121	P04851984	<i>P. lentiscus</i>	Afrique du Nord	Tunisie	PD	PD	1885	J.-F. Robert
P122	P04851983	<i>P. lentiscus</i>	Afrique du Nord	Algérie	Algér	PD	14/11/1937	PD
P123	P05198540	<i>P. lentiscus</i>	Europe	PD	PD	PD	1854	PD
P124	P05198501	<i>P. lentiscus</i>	Europe	Italie	Palerme	PD	PD	PD

P125	P05198493	<i>P. lentiscus</i>	Europe	Italie	Sardegne	PD	1864	Emmanuel Ghamas
P126	P04800999	<i>P. lentiscus</i>	France	France	Marseille	Environs de Marseille	1915	PD
P127	P04850136	<i>P. lentiscus</i>	France	France	Carqueiranne	Mâquis à Carqueiranne	Janvier 1918	Bonati
P128	P04851711	<i>P. lentiscus</i>	France	PD	PD	PD	20/10/1909 0	PD
P129	P04850132	<i>P. lentiscus</i>	France	France	St. Raphaël	Bois de Pins	Octobre 1913	H.Coste.P.Cousturier
P130	P04850600	<i>P. lentiscus</i>	France	France	Corse	Bonifacio	22/10/1880	E. Reverchon
P131	P05190460	<i>P. vera</i>	Asie	Iran	PD	PD	1/1/1858	PD
P132	P05190465	<i>P. vera</i>	Asie	Ouzbékistan	PD	PD	5/1/1883	A. Regel
P133	P05190467	<i>P. vera</i>	Asie	Turkménistan	PD	PD	10/8/1910	N. Soumokisch - N. Anohossov
P134	P05190472	<i>P. vera</i>	Asie	PD	PD	PD	1/1/1881	PD
P135	P00056167	<i>P. terebinthus x vera</i>	France	France	Paris	Jardin des plantes	1872	Decaisne J.

## Résumé

Si le pistachier dit ‘vrai’ (*Pistacia vera* L.) est actuellement largement cultivé, le genre *Pistacia* comprend plusieurs autres espèces, sauvages, dont les usages traditionnels sont multiples. Les fréquentes attestations d’endocarpes (la partie interne et lignifiée du fruit du pistachier) sur les sites préhistoriques d’Asie du Sud-Ouest indiquent que les pistachiers constituaient une ressource couramment utilisée également dans le passé. En l’absence d’une étude systématique portant sur la morphologie des fruits, les restes archéobotaniques de pistache ne peuvent pas être identifiés jusqu’à l’espèce et cette difficulté nous prive d’informations fondamentales sur leur distribution géographique et leurs utilisations passées. Le premier objectif du présent travail était la création d’un référentiel d’endocarpes modernes représentant les espèces poussant dans la région méditerranéenne, en Anatolie et au Proche-Orient. À partir de ces individus nous avons utilisé trois approches afin d’explorer et décrire leur variabilité morphologique : une étude morphologique et des analyses en morphométrie traditionnelle et géométrique. Les résultats obtenus ont été appliqués aux échantillons archéologiques pour aboutir pour la première fois à des identifications spécifiques pour les restes archéologiques de pistachier provenant de sites néolithiques en Asie du Sud-Ouest. Ces données, jusqu’alors inconnues, nous ont permis d’entamer une discussion sur leurs implications en termes de paléo-environnements et utilisation des ressources.

## Abstract

While the ‘true’ pistachio (*Pistacia vera* L.) is widely cultivated today, the genus *Pistacia* also comprises several other, wild, species that are traditionally used in different ways. The frequent occurrences of endocarps (the internal and lignified part of the pistachio fruit) on prehistoric sites in South-West Asia indicate that pistachios constituted a currently used resource in the past too. In the absence of a systematic study of the fruit morphology, the archaeobotanical remains of pistachio cannot be identified to the species level and this shortcoming deprives us of important information on their past geographical distribution and uses. A first aim of the present work was to constitute a reference collection of modern endocarps representing the species growing in the Mediterranean region, in Anatolia and in the Near East. On the basis of these individuals we have used three different approaches to explore and describe their morphological variability: a morphological study as well as traditional and geometric morphometrics. The results have been applied to archaeological samples in order to obtain for the first time species-level identifications of pistachio remains from Neolithic sites in South-West Asia. This so far unknown information has allowed us to begin a discussion on their implications in terms of palaeoenvironments and the use of resources.