

Origines et domestication du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.)

État de l'art et perspectives d'étude

Origins and Domestication of Date Palm (Phoenix dactylifera L.). The state of the art and the study perspectives

Muriel Gros-Balthazard, Claire Newton, Sarah Ivorra, Margareta Tengberg, Jean-Christophe Pintaud et Jean-Frédéric Terral



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/ethnoecologie/1524>

DOI : 10.4000/ethnoecologie.1524

ISSN : 2267-2419

Éditeur

Laboratoire Eco-anthropologie et Ethnobiologie

Référence électronique

Muriel Gros-Balthazard, Claire Newton, Sarah Ivorra, Margareta Tengberg, Jean-Christophe Pintaud et Jean-Frédéric Terral, « Origines et domestication du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) », *Revue d'ethnoécologie* [En ligne], 4 | 2013, mis en ligne le 31 décembre 2013, consulté le 30 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/ethnoecologie/1524> ; DOI : 10.4000/ethnoecologie.1524

Ce document a été généré automatiquement le 30 avril 2019.



Revue d'ethnoécologie est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Origines et domestication du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.)

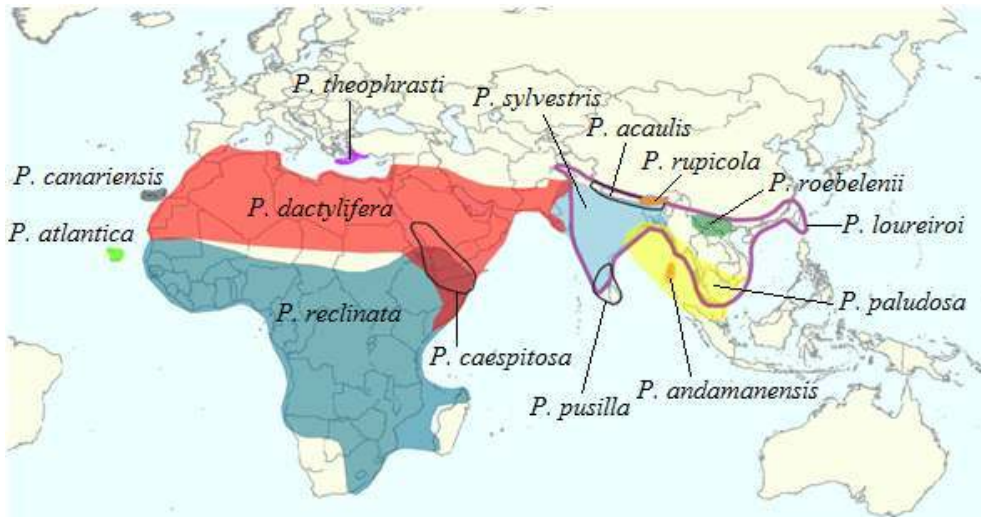
État de l'art et perspectives d'étude

Origins and Domestication of Date Palm (Phoenix dactylifera L.). The state of the art and the study perspectives

Muriel Gros-Balthazard, Claire Newton, Sarah Ivorra, Margareta Tengberg, Jean-Christophe Pintaud et Jean-Frédéric Terral

Introduction

- 1 Le dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est exploité puis cultivé depuis plusieurs millénaires au Moyen-Orient et dans le nord de l'Afrique (Figure 1) (Munier 1973, Barrow 1998, Zohary *et al.* 2012). Il s'agit d'une plante pérenne dioïque, dont les pieds femelles sont pollinisées à la main en culture. C'est « l'arbre » emblématique des régions arides et semi-arides de l'Ancien Monde. Espèce à usages multiples (pour revue voir Munier 1973), elle fournit les dattes, très nutritives, consommées fraîches, sèches ou sous forme de produits dérivés (sirop, pâte, farine...); celles peu intéressantes d'un point de vue gustatif servent à l'alimentation du bétail. Toutes les autres parties de la plante sont également utilisées : le « tronc » ou stipe comme matériau de construction, les feuilles pour couvrir les toits ou fabriquer des clôtures ainsi que pour la vannerie. Le dattier apparaît également essentiel dans les agrosystèmes oasiens en créant des conditions climatiques locales plus fraîches et humides, permettant ainsi la culture d'arbres fruitiers, de céréales ou de légumineuses (Figure 2A) ; c'est l'« effet d'oasis » (Riou 1990).

Figure 1 : Carte de répartition du genre *Phoenix*

La distribution de *P. dactylifera* correspond à l'aire de culture traditionnelle

Figure 2



(A) *P. dactylifera* cultivés à Rosette, Égypte ; (B) *P. dactylifera* non cultivés dans la région d'al-Dhahirah, Sultanat d'Oman ; (C) *P. reclinata* (à gauche) et *P. caespitosa* (à droite) en sympatrie à Djibouti ; (D) *P. sylvestris* au Rajasthan, Inde

- 2 L'origine des plantes cultivées est un sujet étudié depuis longtemps (Darwin 1868) mais les auteurs ont souvent privilégié les plantes annuelles telles que les céréales, plus faciles à examiner car leur culture peut être réalisée en conditions de laboratoire, elles présentent un temps de génération court et un fort taux d'autofécondation (Miller &

Gross 2011). Des avancées technologiques et analytiques associées à un accès plus facile aux collections et aux prélèvements sur le terrain facilitent à présent l'étude des fruitiers pérennes. Ainsi, des progrès ont été réalisés ces dernières années et les origines de nombreux arbres fruitiers sont aujourd'hui mieux comprises. C'est le cas de l'olivier (Breton *et al.* 2009, Terral *et al.* 2004), du pommier (Cornille *et al.* 2012), du figuier (Achtak *et al.* 2010), de la vigne (Myles *et al.* 2011, Terral *et al.* 2010) et également d'autres palmiers tels que le palmier pêche *Bastris gasipaes* d'Amérique du Sud (Hernandez-Ugalde *et al.* 2010).

- 3 Malgré l'importance économique et socio-culturelle du dattier, l'origine de sa culture et l'histoire de sa diffusion par les populations humaines restent incertaines, principalement car le syndrome de domestication n'est pas actuellement identifié. Les vestiges archéologiques retrouvés au Moyen-Orient attestent de la culture du dattier à partir de la fin du 4^{ème} millénaire avant notre ère (Tengberg 2012 ; revue par Tengberg & Newton sous presse). Les preuves archéologiques sont nécessaires mais insuffisantes car actuellement incomplètes pour comprendre l'origine des plantes cultivées. En effet des lacunes chronologiques et géographiques existent ; par exemple, les données concernant l'Afrique saharienne occidentale sont rares alors que l'on sait aujourd'hui que certaines plantes, comme l'olivier, ont été domestiquées à l'est de la Méditerranée mais également, et de manière indépendante, à l'ouest (Terral *et al.* 2004, Breton *et al.* 2009). La datation est également problématique (Tengberg 2003) et les restes ne sont pas toujours facilement interprétables. Il n'est pas aisé de savoir si les vestiges appartiennent à des plantes cultivées ou exploitées à l'état naturel et, étant donné que les dattes se prêtent à la conservation et au transport, leur origine, locale ou non est aussi sujette à caution (Tengberg 2003). Ces dernières années, d'autres disciplines telles que la génétique et la morphométrie ont enrichi nos connaissances sur l'origine de la domestication du dattier.
- 4 Sur la base de ces éléments préliminaires et des différentes interrogations soulevées, cet article vise à exposer l'état des connaissances actuelles et des perspectives d'études sur les origines du dattier, de sa culture, de sa domestication et de sa diffusion par l'Homme.

Taxonomie du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.)

- 5 Le palmier dattier a été dénommé *Phoenix dactylifera* par Linné en 1734 (Munier 1973). Le terme *Phoenix* proviendrait de *phoinix*, nom du dattier chez les Grecs de l'Antiquité qui le considéraient comme l'arbre des Phéniciens (Munier 1973 ; Linné 1753) ; ce terme s'appliquait également à l'espèce *Phoenix theophrasti*, endémique des bords de la mer Égée (Figure 1) (Greuter 1967) et longtemps considérée comme une forme ensauvagée de *P. dactylifera* (Barrow 1998). Une autre hypothèse veut que les Grecs aient appelé *phœnix* l'oiseau renaissant de ses cendres et qu'il ait été attribué au dattier en raison de sa capacité à survivre après avoir été partiellement brûlé (Popenoe 1938). Le terme *dactylifera* fait référence au doigt (*dactylus* en latin, dérivant de *dachel* en hébreu, Popenoe 1938) en raison de la forme des fruits et à *fero*, « qui porte » en latin.
- 6 Le palmier dattier, bien que souvent considéré comme un arbre, est une monocotylédone arborescente de la famille des Arecaceae (Palmae). Le genre *Phoenix* comprend 14 espèces réparties dans les régions tropicales et subtropicales de l'Ancien Monde (Figure 1) (Barrow 1998, Govaerts & Dransfield 2005, Henderson 2009). Le dattier est la seule espèce du genre à être cultivée pour ses fruits. *Phoenix sylvestris* (Figure 2D) est cultivé pour sa

sève transformée en sirop ou sucre (Chowdhury *et al.* 2008, Newton *et al.* 2013) et d'autres espèces sont cultivées par l'industrie horticole (notamment *P. canariensis* et *P. roebelenii*) ; toutes les autres sont exploitées (pour l'alimentation humaine et animale, la construction) (voir Barrow 1998 pour revue).

- 7 Les espèces du genre *Phoenix* sont proches morphologiquement (Figure 2), parfois difficiles à distinguer (Pintaud *et al.* 2010). Par exemple, il existe peu de caractères permettant de différencier *P. dactylifera* de *P. theophrasti* (Barrow 1998) et de *P. atlantica* (Henderson *et al.* 2006). Il n'existe pas ou peu de barrières reproductives entre les espèces, leur intégrité ayant été maintenue par isolation géographique et/ou écologique. Le genre *Phoenix* forme donc un complexe d'espèces qui peuvent s'hybrider entre elles (pour revue voir Gros-Balthazard 2013) comme c'est souvent le cas chez les arbres fruitiers (cerisier : Tavaud 2004, amandier : Kester 1991). En culture, la plupart des hybrides existent. Dans les zones de sympatrie, il existe également des hybrides interspécifiques (Munier, 1973). Le dattier s'hybride en effet avec *P. sylvestris* en Inde et au Pakistan, avec *P. reclinata* au Sénégal (Munier 1973) et avec *P. canariensis* dans les îles Canaries (González-Pérez 2004). Cependant, ces zones de sympatrie ne sont peut-être pas naturelles, mais plutôt anthropiques du fait de la diffusion du dattier en dehors de son aire de distribution originelle (voir *infra*). Ainsi, on ne sait en fait que peu de choses sur l'hybridation interspécifique dans les zones de sympatrie naturelle (Gros-Balthazard 2013).
- 8 Deux nouvelles espèces, *Phoenix iberica* et *P. chevalieri* ont récemment été décrites (Rivera *et al.* 2007). Endémiques au sud de l'Espagne, elle seraient trouvées naturellement dans les *barrancos* (ruisseaux intermittents) et les ravins du bassin de la rivière Chicamo (province de Murcie) et cultivées à Elche et à Fortuna (province d'Alicante, Espagne). Ces espèces ne sont cependant pas reconnues par la *World Checklist of Selected Plant Family of Kew* (WCSP, 2013) et plutôt considérées comme des synonymes de *Phoenix dactylifera* dont il pourrait s'agir de populations naturelles relictuelles ou de populations ensauvagées.
- 9 La phylogénie du genre *Phoenix* reste non résolue. En effet, les séquences d'ADN habituellement utilisées pour l'inférence phylogénétique sont peu variables chez *Phoenix*. Dans la dernière monographie (Barrow 1998) la combinaison de données morphologiques, anatomiques et moléculaires n'a pas permis de la résoudre. Seul un clade comprenant *P. dactylifera*, *P. sylvestris*, *P. canariensis* et *P. theophrasti* est soutenu à la fois par les données morphologiques et anatomiques et par les données moléculaires. Cependant, une étude basée sur des microsatellites nucléaires et un minisatellite chloroplastique ne rejoint pas ces conclusions (Pintaud *et al.* 2010). Une nouvelle étude basée sur deux séquences chloroplastiques a permis d'identifier le clade du dattier comme comprenant les espèces suivantes : *Phoenix sylvestris*, *P. atlantica*, *P. canariensis*, *P. rupicola* et *P. theophrasti* (Pintaud *et al.* 2013). *Phoenix sylvestris* et *P. atlantica* apparaissent comme les parents proches du dattier avec lequel elles partagent un chlorotype (Pintaud *et al.* 2013). Malgré ces nouveaux résultats, les relations phylogénétiques au sein du genre *Phoenix* restent ambiguës.
- 10 Des séquences d'ADN nucléaires et chloroplastiques de dattiers et d'autres *Phoenix* ont récemment été déposées dans des banques de gènes et avec l'avènement des méthodes de séquençage nouvelle génération (NGS) leur nombre va augmenter dans les années à venir. Comparer ces séquences entre espèces permettra de repérer des séquences plus polymorphes aptes à résoudre la phylogénie de ce genre peu variable. Il est certain que le succès de la reconstruction phylogénétique réside dans la combinaison de séquences ayant des taux d'évolution différents (séquences nucléaires versus chloroplastiques,

microsatellites) comme cela a été le cas pour d'autres plantes cultivées (*Citrus* spp. : Moore 2001, Sorgho : Ng'uni *et al.* 2010).

Distribution naturelle, historique et actuelle du dattier

- 11 L'étude de l'origine géographique et de la biogéographie historique du dattier cultivé nécessite de connaître la distribution naturelle de cette espèce au temps de sa domestication puisque c'est au sein ou en périphérie de celle-ci que doit vraisemblablement se situer son centre de primo-domestication. Or elle est aujourd'hui inconnue ; la longue histoire de sa culture au Moyen-Orient et dans le nord de l'Afrique ayant probablement étendu la distribution de cette espèce loin de son aire originale (Barrow 1998). Un adage arabe évoque les conditions climatiques et écologiques que la culture du dattier requiert : « *le palmier-dattier vit les pieds dans l'eau et la tête au soleil* ». Il nécessite en effet des températures élevées, une faible hygrométrie mais une humidité édaphique constante. Inférer la distribution naturelle peut se faire sur la base de restes végétaux antérieurs à la domestication et à la diffusion de la culture. Il est généralement admis qu'elle se trouve au Moyen-Orient (Zohary *et al.* 2012). En effet, des restes végétaux attestent de sa présence dans cette zone longtemps avant le début de l'agriculture comme du pollen retrouvé dans des couches datées du Moustérien et du Baradestien (50 000 – 33 000 BP) dans la grotte Shanidar dans le nord-est de l'Irak (Solecki & Leroi-Gourhan 1961), ou des charbons, retrouvés sur le site archéologique d'Ohalo situé sur les bords de la mer de Galilée en Israël et datés à 19 000 BP (Liphshitz & Nadel 1997). Cependant, des graines archéologiques retrouvées dans la Cueva de los Tiestos dans la province de Murcie dans le sud de l'Espagne et datées à 5500 BP semblent indiquer la présence de « *P. iberica* » (Rivera *et al.* 2007). Il n'est donc pas impossible que la distribution ancestrale du dattier ait couvert le Moyen-Orient mais également le sud de la péninsule Ibérique et l'Afrique du Nord. Un effort conjoint de l'archéologie, de la paléoécologie et de la phylogéographie pourrait permettre d'identifier la distribution originelle du dattier ouvrant ainsi de nouvelles perspectives d'étude sur les origines géographiques du dattier.
- 12 L'aire de culture traditionnelle ou historique potentielle se trouve dans les zones arides et semi-arides chaudes de l'Ancien Monde, à une latitude comprise entre 15°N et 35°N (Figure 1) (Zohary *et al.* 2012) : l'Afrique du Nord et le sud de l'Espagne, le Moyen-Orient, le Pakistan et le nord-ouest de l'Inde (Munier 1973, Barrow 1998). L'aire de distribution du dattier n'est plus aujourd'hui restreinte à ces zones de culture historiques. En effet, elle intègre des régions où le dattier a été introduit au cours des siècles derniers non seulement comme arbre fruitier mais aussi pour des rites religieux et comme essence ornementale. En Ligurie (Italie), le dattier aurait été introduit au Moyen-Âge en vue de la production des palmes liée aux rituels religieux juifs et chrétiens (Castellana 1998). On retrouve également le dattier ici ou là sur la côte méditerranéenne où il joue un rôle ornemental. En Afrique, le dattier n'est plus restreint au Nord, il a été introduit dans les îles telles que Madagascar, les Comores et l'archipel des Mascareignes et au XX^e siècle en Afrique du Sud (Munier 1973). En Australie, il a d'abord été introduit par voie de graines au XIX^e siècle et plus tard via des rejets importés des États-Unis, d'Irak et d'Algérie, qui ont permis le développement de grandes palmeraies destinées à l'écotourisme (Ouennoughi & Dubost 2005). L'introduction des palmiers dattiers en Nouvelle-Calédonie est liée à la déportation d'Algériens au cours des luttes anticoloniales de 1871 (Ouennoughi & Dubost 2005). Le dattier a également été introduit en Amérique dans

plusieurs pays à partir du XVIII^e siècle ; il a une importance commerciale en Californie aux États-Unis (Munier 1973). Ainsi, dans le monde, 800 000 ha seraient dédiés à la culture du dattier (Elhoumaizi *et al.* 2002) et le nombre de dattiers dans le monde est évalué à environ 100 millions (Zaid 2002), effectif qui augmente chaque année (FAOSTAT, 2010).

L'ancêtre sauvage du dattier cultivé

- 13 Les difficultés à distinguer les espèces de *Phoenix* et à identifier les parents proches du dattier ont longtemps entravé les recherches sur son origine. De nombreuses hypothèses ont été avancées pour lui attribuer un ancêtre sauvage (revue par Munier 1973). Certains auteurs affirment que le dattier cultivé proviendrait d'une ou plusieurs formes sauvages de la même espèce (Zohary & Spiegel-Roy 1975). D'autres stipulent qu'il dériverait d'une autre espèce du genre *Phoenix* : *P. sylvestris* (Figure 2D), *P. canariensis*, *P. atlantica* et *P. reclinata* (Figure 2C) ont été proposées (revue par Munier 1973). Enfin, une dernière hypothèse associe les deux précédentes : le dattier proviendrait d'une hybridation entre des dattiers sauvages et une autre espèce du genre *Phoenix* (Munier 1973). Une analyse génétique basée sur des marqueurs microsatellites nucléaires et un minisatellite chloroplastique a récemment réfuté les deux dernières hypothèses (Pintaud *et al.* 2010). En effet, le profil allélique du dattier apparaît fortement divergent des autres *Phoenix* indiquant que *P. dactylifera* est une espèce distincte qui a été domestiquée indépendamment des autres (Pintaud *et al.* 2010).
- 14 Comprendre la domestication du dattier passe donc par l'identification de populations de dattiers sauvages si toutefois elles existent toujours. Des dattiers spontanés sont signalés dans toute son aire de distribution : Sahara, sud du bassin de la mer Morte, péninsule Arabique, montagnes du Zagros, Béloutchistan (Zohary *et al.* 2012). Les populations de *P. iberica* du sud de l'Espagne pourraient également constituer des populations sauvages de *P. dactylifera*. Cependant, les formes cultivées peuvent retourner à l'état sauvage et s'y maintenir formant des populations dites férales ou subspontanées. Ainsi, après leur abandon, certaines palmeraies peuvent avoir pris l'aspect de peuplements naturels. C'est le cas de la palmeraie d'Hatiya en Libye (Munier 1973) ou de populations égyptiennes dans le Sinaï et sur les bords de la mer Rouge (Zahran & Willis 1992). Ce type de population peut également voir le jour à partir de graines jetées au sol après consommation du fruit issu d'un palmier cultivé. La datte se prêtant bien à la conservation et au transport, il se peut que des palmeraies aient vu le jour en dehors de l'aire naturelle et de culture du dattier.
- 15 Il apparaît donc nécessaire de mettre en place des outils permettant de différencier les dattiers sauvages des dattiers cultivés ou féraux. Des auteurs s'accordent à dire que les populations sauvages présentent des fruits plus petits, contenant peu de pulpe et souvent peu savoureux voire indigestes (Zohary *et al.* 2012, Tengberg 2003). Néanmoins, ces caractéristiques qualitatives sont effectives dans le pool cultivé, chez des individus issus de graines. Elles n'indiquent donc en rien le statut sauvage ou féral de l'individu. Dans cette perspective, une nouvelle approche a été proposée pour étudier des individus provenant de populations non cultivées en Oman (Figure 2B) (Terral *et al.* 2012, Newton *et al.* ce volume). Il s'agit de la morphométrie géométrique, méthode de quantification de la structure géométrique des graines et qui a déjà démontré son efficacité dans la différenciation du pool sauvage et du pool cultivé chez d'autres fruitiers (vigne : Terral *et al.* 2010 ; olivier : Terral *et al.* 2004). L'identification de populations sauvages vraies

nécessite la mise en place d'approches multidisciplinaires dans le cadre desquelles des analyses génétiques de populations non cultivées, en cours de réalisation, permettront d'apporter des éléments tangibles (Gros-Balthazard *et al.* en préparation).

- 16 Il est cependant essentiel de noter que, pour différentes raisons, il se peut que les populations sauvages ne puissent être identifiées avec certitude. Chez les arbres fruitiers, la sélection artificielle est peu sévère et le nombre de générations entre ancêtre(s) sauvage(s) et variétés cultivées relativement court, ce qui entraîne un goulot d'étranglement (réduction de diversité) relativement faible et une absence ou discrétion des syndromes de domestication (Miller & Gross 2011). Il est donc possible que l'ancêtre sauvage ne soit pas différent du pool cultivé. C'est le cas du cocotier (Gunn 2011) ; bien que cette espèce soit cultivée, on ne parle pas de domestication. Les populations sauvages pourraient également ne pas être différenciables du pool cultivé si des flux de gènes entre les deux pools sont constants, phénomène commun chez les plantes pérennes (exemple de l'igname : Scarcelli *et al.* 2006 et du palmier-pêche *Bactris gasipaes* : Couvreur *et al.* 2006). D'autre part, lorsque les cultures se trouvent à proximité des populations naturelles, ces dernières peuvent être introgressées accidentellement par les individus cultivés comme c'est le cas chez l'espèce sauvage de riz *Oryza rufipogon* (Song *et al.* 2006). Enfin, le dattier sauvage a peut-être disparu ; en effet, le climat a profondément changé dans le Sahara et au Moyen-Orient au cours des derniers millénaires (Kröpelin *et al.* 2008).

Origines géographiques du dattier cultivé

- 17 Le modèle d'une origine géographique unique est l'hypothèse par défaut puisqu'il s'agit de l'explication la plus parcimonieuse, mais une plante peut avoir été domestiquée indépendamment dans plusieurs régions du monde et donc avoir des origines multiples. Le modèle d'origine unique a d'ailleurs été mis à mal ces dernières années avec l'augmentation des études démontrant une origine multiple pour bon nombre de plantes (Brown *et al.* 2009, Gunn *et al.* 2011).
- 18 Plusieurs hypothèses ont longtemps coexisté concernant le centre de domestication du dattier. Il se situerait au nord de l'Afrique (De Candolle 1883, Schweinfurth 1875, Chevalier cité par Munier 1973) ou en Inde/Pakistan (Hamilton 1827). Selon de nombreux auteurs, l'origine du dattier cultivé se trouverait au Moyen-Orient (Bonavia 1885, Beccari 1890, Popenoe 1973, Costantini 1985, Barrow 1998, Zohary *et al.* 2012, Costantini & Audisio 2000). Cette thèse semble accréditée dans l'état actuel des données archéologiques (Tengberg 2003, Tengberg & Newton sous presse). Cependant les données sont encore rares dans le nord de l'Afrique, et il n'est donc pas exclu qu'il ait été domestiqué dans plusieurs régions ; au Moyen-Orient mais également dans la région occidentale de son aire de distribution.
- 19 La résolution des origines géographiques du dattier nécessite des regards croisés entre différentes approches. La génétique, sur la base d'études de diversité, permet d'identifier les centres de domestication (exemple du maïs : van Heerwaarden *et al.* 2011). Pour le dattier, les études de diversité sont encore à l'échelle locale comme pour la Tunisie (Zehdi *et al.* 2004) ou le Soudan (Elshibli & Korpelainen 2008). Une étude menée à l'échelle mondiale incluant des variétés d'origines diverses apparaît nécessaire pour révéler le ou les centres de domestication. Des marqueurs moléculaires, notamment des microsatellites

(Billotte *et al.* 2004, Akkak *et al.* 2009, Hamwiah *et al.* 2010, Arabnezhad *et al.*, 2012, Aberlenc-Bertossi *et al.* sous presse) apparaissent pertinents pour ce genre d'étude.

Diffusion et rôle de l'hybridation interspécifique dans la création variétale

- 20 L'hypothèse prépondérante sur l'origine du dattier est aujourd'hui celle d'une origine située autour du golfe Persique suivie d'une diffusion à travers le nord de l'Afrique jusqu'au sud de l'Espagne et vers l'est pour atteindre la vallée de l'Indus et le nord-ouest de l'Inde. Plusieurs espèces de *Phoenix* se trouvent dans les zones de culture du dattier (Figure 1). Bien qu'elles ne soient pas les progéniteurs sauvages, il n'est pas exclu qu'elles aient contribué à l'amélioration variétale du dattier par le biais de l'hybridation interspécifique, c'est-à-dire via l'introggression intentionnelle ou fortuite du dattier cultivé par des gènes d'une autre espèce affine (Gros-Balthazard 2013).
- 21 Dans la péninsule du Kathiawar (Gujarat, Inde), le dattier côtoie *P. sylvestris* (Figure 2D) et des croisements naturels sont envisageables. D'autres zones de contact sont possibles avec *P. sylvestris* dans le nord-ouest de l'Inde et l'est du Pakistan (Newton *et al.* 2013). Dans la corne de l'Afrique et au sud de la péninsule Arabique, *P. dactylifera* vit en sympatrie avec *P. caespitosa* et *P. reclinata* (Figure 2C). À l'ouest de son aire de distribution, le dattier côtoie *P. reclinata* et *P. atlantica*. Cette dernière espèce localisée au Cap Vert (Henderson *et al.* 2003), auparavant considérée comme une forme férale de *P. dactylifera* (Barrow 1998), a récemment été authentifiée (Govaerts & Dransfield 2005). Cependant, elle est difficilement différenciable du dattier sur la base de caractères morphologiques et les relations qu'elle entretient avec le dattier au Cap Vert et dans l'ouest de l'Afrique restent énigmatiques.
- 22 Par ailleurs, il est possible que l'Homme utilise sciemment le pollen d'une autre espèce se trouvant dans les environs afin de féconder le dattier. Cette pratique existe notamment, en Inde où il nous a été rapporté en juillet 2010 que du pollen de *P. sylvestris* était parfois importé du Mont Abu au Rajasthan pour polliniser les dattiers de la péninsule du Kachch (Gujarat, Inde). Cette pratique *a priori* considérée comme anodine peut être réalisée dans un but précis. Des études de métaxénie (influence du pollen sur le fruit : Swingle 1928, Sedgley & Griffin 1989) démontrent que le pollen joue un rôle majeur dans le développement, la taille, la forme et le poids du fruit ainsi que sur le temps de maturation (pour revue voir Gros-Balthazard 2013). Il est donc possible que les cultivateurs ayant remarqué un effet bénéfique du pollen d'une autre espèce aient accompli ce geste en connaissance de cause. Les individus hybrides issus de graines obtenues de ces croisements sont pleinement fertiles. La sélection subséquente de ces individus ou de leurs descendants présentant des caractéristiques intéressantes est donc possible et entraînerait la création de variétés hybrides.
- 23 L'hybridation interspécifique, fortuite ou pratiquée intentionnellement, a pu donc jouer un rôle (majeur ou mineur) dans l'amélioration variétale dans les zones de contact du dattier avec les autres *Phoenix*. Jusqu'à aujourd'hui, les études de diversité génétique du dattier ont été réalisées à l'échelle locale et n'incluaient pas d'autres *Phoenix*. L'étude de l'hybridation interspécifique nécessite l'inclusion du matériel d'espèces dont l'aire de distribution recoupe celle du dattier. Pour d'autres espèces telles que l'igname (Scarcelli *et al.* 2006) des analyses génétiques sous forme de *bayesian clustering* (Pritchard *et al.* 2000)

ont démontré leur capacité à résoudre les problématiques liées à la structuration et à l'introgession.

Conclusion

- 24 Malgré l'importance du dattier pour les populations des milieux arides de l'Ancien Monde, l'étude de sa domestication a longtemps été délaissée par les spécialistes. Les premières données ont été obtenues grâce aux restes archéologiques retrouvés au Moyen-Orient. Elles ont permis de mieux comprendre la chronologie de la domestication et d'identifier un centre de domestication autour du golfe Persique (Tengberg 2012 ; 2003). Récemment, la génétique a démontré que le dattier a été domestiqué à partir de *Phoenix dactylifera* sauvages (Pintaud *et al.* 2010). La diversité morphologique a été appréhendée par le biais d'une étude morphométrique qui a également permis d'identifier des morphotypes anciens grâce à l'étude de restes archéologiques (Terral *et al.* 2012).
- 25 Ces différentes études ont ouvert de nouvelles perspectives. Le défi principal réside dans l'identification de populations sauvages car leur analyse ouvrirait des perspectives immenses telles que l'identification de caractères morphologiques qui leur sont propres et qui sont identifiables sur les échantillons archéologiques. La question d'un centre de domestication à l'ouest de l'aire de distribution mérite également toutes les attentions ainsi que le rôle de l'hybridation interspécifique dans l'amélioration variétale.
- 26 La combinaison de matériel actuel et archéologique étudié par le biais de différents outils tels que la génétique et la morphométrie apparaît comme une clé pour la compréhension de l'apparition de la phœniciculture et de sa diffusion.

BIBLIOGRAPHIE

Aberlenc-Bertossi F., Castillo K., Dubreuil-Tranchant C., Cherif E., Ballardini M., Abdoukader S., Gros-Balthazard M., Chabrillange N., Santoni S., Mercuri A. & Pintaud J.-C. Sous presse – *In Silico* mining of microsatellites in coding sequences of date palm (*Arecaceae*) genome, characterization and transferability. *Applications in Plant Sciences*.

Achtak H., Oukabli A., Ater M., Santoni S., Kjellberg F. & Khadari B. 2010 – Microsatellite markers as reliable tools for Fig cultivar identification. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 124 (6) : 624-631.

Akkak A., Scariot V., Marinoni D.T., Boccacci P., Beltramo C. & Botta R. 2009 – Development and evaluation of microsatellite markers in *Phoenix dactylifera* L. and their transferability to other *Phoenix* species. *Biologia Plantarum* 53 (1) : 164-166.

Arabnezhad H., Bahar M., Mohammadi H.R. & Latifian M. 2012 – Development, characterization and use of microsatellite markers for germplasm analysis in date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *Scientia Horticulturae* 134 : 150–156.

- Barrow S. 1998 – A monograph of *Phoenix* L. (Palmae : *Coryphoideae*). *Kew bulletin* 53 : 513-575.
- Beccari O. 1890 – Revista monografica delle species del genera *Phoenix* L. *Malesia* 3 : 345-416.
- Billotte N., Marseillac N., Brottier P., Noyer J.-L., Jacquemoud-Collet J.-P., Moreau C., Couvreur T., Chevallier M.-H., Pintaud J.-C. & Risterucci A.-M. 2004 – Nuclear microsatellite markers for the date palm (*Phoenix dactylifera* L.) : characterization and utility across the genus *Phoenix* and in other palm genera. *Molecular Ecology Notes* 4 (2) : 256-258.
- Bonavia E. 1885 – The date-palm. *The Gardeners' Chronicle* XXIV : 178-211.
- Breton C., Terral J.-F., Pintel C., Medail F., Bonhomme F. & Bervillé A. 2009 – The origins of the domestication of the olive tree. *Comptes Rendus Biologies* 332 (12) : 1059-1064.
- Brown T.A., Jones M.K., Powell W. & Allaby R.G. 2009 – The complex origins of domesticated crops in the Fertile Crescent. *Trends in Ecology & Evolution* 24 (2) : 103-109.
- Castellana R. 1998 – Introduction et diffusion de plantes à usages rituels en Méditerranée occidentale. *Actes des quatrièmes journées universitaires corses de Nice (7-9 novembre 1998), Centre d'études corses de Nice (CECN), UNSA, 2000* : 115-127.
- Chowdhury, M. S. H., Halim M. A., Haque F. & Koike M. 2008 – Traditionnal utilisation of wild date palm (*Phoenix sylvestris*) in rural bangladesh: an approach to sustainable biodiversity management. *Journal of forestry research* 19 (3) : 245-251.
- Cornille A., Gladieux P., Smulders M.J.M., Roldán-Ruiz I., Laurens F., Le Cam B., Nersesyan A., Clavel J., Olonova M., Feugey L., Gabrielian I., Zhang X.-G., Tenaillon M. I. & Giraud T. 2012 – New insights into the history of domesticated apple : secondary contribution by several wild species to the genome of cultivated varieties. *Plos Genetics* 8 (5).
- Costantini L. 1985 – Considerazioni su alcuni reperti di palma da dattero e sul centro di origine e l'area di coltivazione della *Phoenix dactylifera* L. In Gnoli G. & Lanciotti L. (Ed.), *Orientalia Josephi Tucci Memoriae Dicata*. Serie Orientale 56 (1), Rome, Istituto Italiano per il Medio ed Estremo Oriente : 209-218.
- Costantini L. & Audisio L. 2000 – Plant and insect remains from the Bronze age site of Ra's al-Jinz (RJ-2), Sultanate of Oman. *Paleorient* 26 (1) : 143-156.
- Couvreur T., Billotte N., Risterucci A.-M., Lara C., Vigouroux Y., Ludena B., Pham J.-L. & Pintaud J.-C. 2006 – Close genetic proximity between cultivated and wild *Bactris gasipaes* Kunth revealed by microsatellite markers in Western Ecuador. *Genetic Resources and Crop Evolution* 53 (7) : 1361-1373.
- Darwin C. 1868 – *The variation of animals and plants under domestication*. London, Murray, 2 vol. , 756 p.
- De Candolle A. 1883 – *Origine des plantes cultivées*. Paris, Librairie Germer Baillière, 404 p.
- Elhoumaizi M. A., Saaidi M., Oihabi A. & Cilas C. 2002 – Phenotypic diversity of date-palm cultivars (*Phoenix dactylifera* L.) from Morocco. *Genetic Resources and Crop Evolution* 49 (5) : 483-490.
- Elshibli S. & Korpelainen H. 2008 – Microsatellite markers reveal high genetic diversity in date palm (*Phoenix dactylifera* L.) germplasm from Sudan. *Genetica* 134 (2) : 251-260.
- FAOSTAT, 2010 – <http://faostat.fao.org/default.aspx>, consulté en septembre 2012.
- González-Pérez M., Caujapé-Castells J. & Sosa P. 2004 – Allozyme variation and structure of the Canarian endemic palm tree *Phoenix canariensis* (Arecaceae) : implications for conservation. *Heredity* 93 : 307-315.

- Govaerts R. & Dransfield J. 2005 – *World checklist of palms*. Kew, Royal Botanic Gardens, 240 p.
- Greuter W. 1967 – Beiträge zur Flora der Südägäis 8-9. *Bauhinia* 3 (2) : 243-250.
- Gros-Balthazard M. 2013 – Hybridization in the genus *Phoenix* : A review. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 25 : 831-842.
- Gros-Balthazard M., Newton C., Ivorra S., Terral J.-F. & Pintaud J.-C. En préparation – Combined morphometric and genetic analyses challenge the existence of wild date palms (*Phoenix dactylifera* L.) in Oman.
- Gunn B., Baudouin L. & Olsen K. 2011 – Independent Origins of Cultivated Coconut (*Cocos nucifera* L.) in the Old World Tropics. *Plos One* 6 (6).
- Hamilton F. 1827 – A commentary on the Hortus Malabaricus. *Trans. Linn. Soc. London* 15 (1): 78-90
- Hamwiah A., Farah J., Moussally S., Al-Sham'aa K., Almer K., Kierallah H., Udupa S., Lababidi S., Malek J.A., Alaouine M. & Baum M. 2010 – Development of 1000 microsatellite markers across the Date Palm (*Phoenix dactylifera*) genome. *ISHS Acta Horticulturae 882 : IV International Date Palm Conference* : 269-278.
- Henderson A. 2009 – *Palms of Southern Asia*. Princeton, Princeton University Press.
- Henderson S., Gomes I., Gomes S. & Baker W. 2003 – *Phoenix* in the cape verde island. *Palms* 47 (1) : 5-14.
- Henderson S., Billotte N. & Pintaud J. C. 2006 – Genetic isolation of Cape Verde Island *Phoenix atlantica* (Arecaceae) revealed by microsatellite markers. *Conservation Genetics* 7 (2) : 213-223.
- Hernandez-Ugalde J. A., Mora-Urpi J. & Rocha O. J. 2010 – Genetic relationships among wild and cultivated populations of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth, Palmae) : evidence for multiple independent domestication events. *Genetic Resources and Crop Evolution* 58 (4) : 571-583.
- Kester D., Gradziel T. & Grassely C. 1991 – Almonds (*Prunus*). *Acta Horticulturae (ISHS)* 290 : 701-760.
- Kröpelin S., Verschuren D., Lézine A. M., Eggermont H., Cocquyt C., Francus P., Cazet J. P., Fagot M., Rumes B., Russell J. M., Darius F., Conley D. J., Schuster M., von Suchodoletz H. & Engstrom D. R. 2008 – Climate-driven ecosystem succession in the Sahara : The past 6000 years. *Science* 320 (5877) : 765-768.
- Linné C. (von) 1753 – *Species Plantarum*, tome 2. Stockholm, Impensis Laurentii Salvii, 776 p.
- Liphschitz N. & Nadel D. 1997 – Charred Wood Remains from Ohalo II (19,000 B.P.), Sea of Galilee, Israel. *Journal of the Israel Prehistoric Society* 27 : 5-18.
- Miller A. & Gross B. 2011 – From forest to field : Perennial fruit crop domestication. *American Journal of Botany* 98 (9) : 1389-1414.
- Moore G.A. 2001 – Oranges and lemons : clues to the taxonomy of *Citrus* from molecular markers. *Trends in Genetics* 17 : 536-540.
- Munier P. 1973 – *Le palmier-dattier*. Paris, Maisonneuve et Larose, 221 p.
- Myles S., Boyko A., Owens C. L., Brown P. J., Grassi F., Aradhya M. K., Prins B., Reynolds A., Chia J. M., Ware D., Bustamante C. D. & Buckler E.S. 2011 – Genetic structure and domestication history of grape. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108 (9) : 3530-3535.

- Newton C., Gros-Balthazard M., Ivorra S., Paradis L., Pintaud J.-C., Terral J.-F. 2013 – *Phoenix dactylifera* and *P. sylvestris* in Northwestern India : A glimpse into their complex relationships. *Palms* 57 : 37–50.
- Newton C., Terral J.-F., Ivorra S., Gros-Balthazard M., Tito de Moraes C., Picq S., Tengberg M., Pintaud J.-C. (ce volume) – Graines d'histoire : Approche morphométrique de l'agrobiodiversité du palmier dattier, actuelle et d'Égypte ancienne. *Revue d'Ethnoécologie* XXX
- Ng'uni D., Geleta M., Fatih M. & Bryngelsson T. 2010 – Phylogenetic analysis of the genus *Sorghum* based on combined sequence data from cpDNA regions and ITS generate well-supported trees with two major lineages. *Annals of Botany* 105 (3) : 471-480.
- Ouennoughi M. & Dubost D. 2005 – Le voyage forcé des dattiers en Nouvelle-calédonie. *Sécheresse* 16 (4) : 241-246.
- Pintaud J.-C., Zehdi S., Couvreur T., Barrow S., Henderson S., Aberlenc-Bertossi F., Tregear J. & Billotte N. 2010 – Species delimitation in the genus *Phoenix* (Arecaceae) based on SSR markers, with emphasis on the identity of the date palm (*Phoenix dactylifera* L.). In Seberg O., Petersen G., Barford A. & Davis J. (Ed.), *Diversity, phylogeny and evolution in the Monocotyledons*, Aarhus University Press : 267-286.
- Pintaud J.-C., Ludeña B., Zehdi S., Gros-Balthazard M., Ivorra S., Terral J.-F., Newton C., Tengberg M., Abdoukader S., Daher A., Nabil M., Saro Hernández N., González-Pérez M.A., Sosa P., Santoni S., Moussouni S., Si-Dehbi F. & N. Boughedoura 2013 – Biogeography of the date palm (*Phoenix dactylifera* L., Arecaceae) : insights on the origin and on the structure of modern diversity. *Acta Horticulturae* 994 : 19-36.
- Popenoe P. 1973 (1924) – *The date palm*. Miami, Field Research Projects, 259 p.
- Popenoe W. 1938 – *Manual of tropical and subtropical fruits*. New-York, The Macmillan Company, 544 p.
- Pritchard J.K., Stephens M. & Donnelly P. 2000 – Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155 (2) : 945-959.
- Riou C. 1990 – Bioclimatologie des Oasis. In Dollé V. & Toutain G. (Ed.), *Les systèmes agricoles oasiens : actes du colloque de Tozeur (19-21 novembre 1988)*, Paris, CIHEAM : 207-220.
- Rivera D., de Castro C. O., Carreno E., Inocencio C., Alcaraz F., Rios S., Palazon J. A., Vazquez, L. & Laguna E. 2007 – Morphological systematics of date-palm diversity (*Phoenix*, Arecaceae) in Western Europe and some preliminary molecular results. In 5th International Symposium on the Taxonomy of Cultivated Plants, Wageningen, NETHERLANDS. *ISHS Acta Horticultura* 799 : 97-104.
- Scarcelli N., Tostain S., Vigouroux Y., Agbangla C., Dainou O. & Pham J.-L. 2006 – Farmers' use of wild relative and sexual reproduction in a vegetatively propagated crop. The case of yam in Benin. *Molecular Ecology* 15 (9) : 2421-2431.
- Schweinfurth G. 1875 – *Au Cœur de l'Afrique 1868-1871 ; Voyages et découvertes dans les régions inexplorées de l'Afrique Centrale*, Trad. H. Loreau, volume 1. Paris, Hachette, 508 p.
- Sedgley M. & Griffin A.R. 1989 – *Sexual reproduction of tree crops*. London, Academic Press, 378 p.
- Solecki R. S. & Leroi-Gourhan A. 1961 – Palaeoclimatology and archaeology in the Near East. *Annals of the New York Academy of Sciences* 95 : 729-739.
- Song Z. P., Zhu W. Y., Rong, J., Xu X., Chen J. K. & Lu B. R. 2006 – Evidences of introgression from cultivated rice to *Oryza rufipogon* (Poaceae) populations based on SSR fingerprinting : implications for wild rice differentiation and conservation. *Evolutionary Ecology* 20 (6) : 501-522.

- Swingle W.T. 1928 – Metaxenia in the date palm – Possibly a hormone action by the embryo or endosperm. *Journal of Heredity* 19 : 257-268.
- Tavaud M., Zanetto A., David J.-L., Laigret F. & Dirlewanger E. 2004 – Genetic relationships between diploid and allotetraploid cherry species (*Prunus avium*, *Prunus x gondouinii* and *Prunus cerasus*). *Heredity* 93 : 631-638.
- Tengberg M. 2003 – Research into the origins of date palm domestication. In The Emirates Center for Strategic Studies and Research (Ed.), *The date palm : from traditional resource to green wealth*. Abu Dhabi, The Emirates Center for Strategic Studies and Research : 51-64.
- Tengberg M. 2012 – Beginnings and early history of date palm garden cultivation in the Middle East. *Journal of arid environment* 86 : 139-147.
- Tengberg M. & Newton C. sous presse (soumis en 2007) – Origine et évolution de la phoeniculture au Moyen-Orient et en Egypte. In Ruas M.-P., Bouby L., Durand A., Boissinot P., Manée P., Pradat B., Puig C. & Terral J.-F. (Ed.), *Des fruits d'ici et d'ailleurs : Regards sur quelques fruits consommés en Europe*, Actes du colloque international *Histoire des fruits Pratiques des savoirs et savoirs en pratiques*, Toulouse, 29-31 mars 2007. Paris, Éditions Omnisciences.
- Terral J.-F., Alonso N., Capdevila R. B. I., Chatti N., Fabre L., Fiorentino G., Marinval P., Jorda 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 (1) : 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 (3) : 443-455.
- Terral J.-F., Newton C., Ivorra S., Gros-Balthazard M., Tito de Morais C., Picq S., Tengberg M. & Pintaud J.-C. 2012 – Insights into the historical biogeography of the date palm (*Phoenix dactylifera* L.) using geometric morphometry of modern and ancient seeds. *Journal of Biogeography* 39 (5) : 929-941.
- van Heerwaarden J., Doebley J., Briggs W.H., Glaubitz J.C., Goodman M.M., Gonzalez J.D.S. & Ross-Ibarra J. 2011 – Genetic signals of origin, spread, and introgression in a large sample of maize landraces. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108 (3) : 1088-1092.
- WCSP, 2013 – *World Checklist of Selected Plant Families*. Royal Botanic Gardens, Kew. <http://apps.kew.org/wcsp/>. Consulté en septembre 2012.
- Zahran M.A. & Willis A.J. 1992 – *The vegetation of Egypt*. Londres, Chapman & Hall, 424 p.
- Zaid A. (Ed.) 2002 – *Date palm cultivation*. Food and agricultural organization of the United Nations, Rome, (en ligne) URL : <http://www.fao.org/docrep/006/y4360e/y4360e00.htm>.
- Zehdi S., Trifi M., Billotte N., Marrakchi M. & Pintaud J.-C. 2004 – Genetic diversity of Tunisian date palm (*Phoenix dactylifera*) revealed by nuclear microsatellite polymorphism. *Hereditas* 141 : 278-287.
- Zohary D. & Spiegel-Roy P. 1975 – Beginnings of fruit growing in Old World. *Science* 187 (4174) : 319-327.
- Zohary D., Hopf M. & Weiss E. 2012 – *Domestication of plants in the Old World*. 3^e édition. New York, Oxford University Press, 264 p.

RÉSUMÉS

Les origines de la domestication et l'histoire de la diffusion du dattier cultivé demeurent incertaines malgré l'importance économique et socio-culturelle de cette espèce. Les relations phylogénétiques du dattier avec les autres espèces du genre *Phoenix* sont mal connues. Le dattier cultivé dériverait de populations sauvages de la même espèce mais aucune n'est identifiée avec certitude à ce jour. La mise au point d'outils génétiques et morphométriques pour la différenciation des populations cultivées, férales et sauvages apparaît comme un préalable à l'étude de la domestication du dattier. Les restes archéologiques indiquent une origine autour du golfe Persique. Une étude multidisciplinaire incluant des dattiers de l'ensemble de l'aire de distribution serait nécessaire pour appréhender l'existence d'autre(s) centre(s) de domestication. Le dattier vit en sympatrie avec plusieurs espèces de *Phoenix* et bien qu'elles ne soient pas les progéniteurs sauvages, il n'est pas exclu qu'elles aient joué un rôle dans l'amélioration variétale à l'échelle locale, via l'introgression. La mise en place d'une approche pluridisciplinaire regroupant morphométrie, génétique et archéologie apparaît comme la démarche la plus appropriée pour comprendre les origines et la domestication du dattier.

The origin of date palm cultivation and the history of its diffusion remain poorly understood despite its prime economic and socio-cultural importance. The phylogenetic relationships of the date palm with other *Phoenix* species are still unclear. The cultivated date palm probably derived from wild populations of the same species but none has been clearly identified to date. The development of genetic and morphometric tools to differentiate cultivated, feral and wild populations of date palms appears as a prerequisite for the study of its domestication history. Archaeological remains point out an origin around the Persian Gulf. Multidisciplinary studies including date palms from its whole distribution area are necessary to apprehend the existence of other domestication center(s). The date palm grows in sympatry with several other *Phoenix* species and even if they are not the wild progenitor, they may have played a role at local scale in varietal improvement through introgression. The establishment of a pluridisciplinary approach grouping morphometrics, genetics and archaeology appears as the most appropriate process to understand the origins and the domestication of the date palm.

INDEX

Keywords : *Phoenix dactylifera*, domestication, wild progenitor, domestication center, interspecific hybridization

Index géographique : Afrique du Nord, Arabie, Proche-Orient, Méditerranée

Mots-clés : *Phoenix dactylifera*, domestication, progéniteur sauvage, centre de domestication, hybridation interspécifique

AUTEURS

MURIEL GROS-BALTHAZARD

Département de Biologie, Université de Fribourg, Chemin du musée 10, 1700 Fribourg, Suisse.
Centre de bio-archéologie et d'écologie (UMR 5059 CNRS / Université Montpellier 2 / EPHE / INRAP). Institut de Botanique. 163 rue Auguste Broussonet, 34090 Montpellier, France
UMR DIADE, équipe DYNADIV. Institut de recherche pour le développement (IRD). 911 avenue

Agropolis, B.P. 64501, 34394 Montpellier cedex 5, France
muriel.grosb@gmail.com

CLAIRE NEWTON

Centre de bio-archéologie et d'écologie (UMR 5059 CNRS / Université Montpellier 2 / EPHE / INRAP). Institut de Botanique. 163 rue Auguste Broussonet, 34090 Montpellier, France
Laboratoire d'archéologie et de patrimoine, Université du Québec à Rimouski, 300 allée des Ursulines, Rimouski (Qc) G5L 3A1, Canada
clairenewton@gmail.com

SARAH IVORRA

Centre de bio-archéologie et d'écologie (UMR 5059 CNRS / Université Montpellier 2 / EPHE / INRAP). Institut de Botanique. 163 rue Auguste Broussonet, 34090 Montpellier, France
ivorra@univ-montp2.fr

MARGARETATENGBERG

Archéozoologie, Archéobotanique : sociétés, pratiques et environnements (UMR 7209 CNRS / MNHN Paris). 55 rue Buffon - CP 56, 75005 Paris, France
m.tengberg@orange.fr

JEAN-CHRISTOPHE PINTAUD

UMR DIADE, équipe DYNADIV. Institut de recherche pour le développement (IRD). 911 avenue Agropolis, B.P. 64501, 34394 Montpellier cedex 5, France
jean-christophe.pintaud@ird.fr

JEAN-FRÉDÉRIC TERRAL

Centre de bio-archéologie et d'écologie (UMR 5059 CNRS / Université Montpellier 2 / EPHE / INRAP). Institut de Botanique. 163 rue Auguste Broussonet, 34090 Montpellier, France
Université Montpellier 2. Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier, France
terral@univ-montp2.fr