

Évaluation des différences de forme entre palmes « juives » et « chrétiennes » à Bordighera (Italie)

Une approche de morphométrie géométrique

Harling Caro-Riaño

Zoologue

Jean-Christophe Pintaud

Botaniste

Robert Castellana

Sociologue

Claudio Littardi

Agronome

Introduction

La palmeraie de Bordighera se situe en Italie (région : Ligurie, province : Imperia). Par ses riches traditions et les savoir-faire développés par des générations d'agriculteurs et d'agronomes, elle témoigne d'une histoire millénaire. Au-delà de cette dimension historique et patrimoniale, il s'agit aussi d'un agro-écosystème exceptionnel. Les palmiers (de l'espèce *Phoenix dactylifera* L.) sont cultivés ici à une latitude de 43° 47' N, donc bien plus septentrionale que les palmeraies d'Elche en Espagne (38° 15' N) et d'Arvat Kyzyl (38° 54' N), dans le désert de Karakoum au Turkménistan (Munier, 1973).

La plus septentrionale des palmeraies est par ailleurs une création originale, au regard du modèle classique de l'oasis. Elle relève en effet de traditions issues de l'Antiquité romaine et développées au cours du Moyen-Âge, en matière d'associations culturelles, de terras-

sement et d'irrigation (fig. 1-A). Sa principale singularité réside dans la production de feuilles destinées aux rituels religieux chrétiens et juifs, et non dans la production de fruits, lesquels mûrissent incomplètement à cette latitude. L'absence de finalité alimentaire amène de plus à la considérer comme l'un des ancêtres des jardins d'agrément modernes de la Côte d'Azur (Castellana, 2001 ; Pintaud, 2002). Elle représente donc un véritable conservatoire du patrimoine ethnologique et historique, au carrefour des traditions juives, arabes et chrétiennes, des techniques de culture communes au monde méditerranéen et des évolutions contemporaines du paysage.

Contrairement aux cultures des grandes zones de production dattière, mais de la même façon que dans de nombreuses autres palmeraies marginales (Elche, Sahel, Pérou), les palmiers de Bordighera sont multipliés par graine, ce qui assure le brassage génétique et maintient un *sex ratio* équilibré.

Sur le plan de la diversité morphologique foliaire, les cultivateurs locaux distinguent deux phénotypes d'usage, à savoir les palmes « juive » (Ebreá) et « romaine » ou « chrétienne » (Romana). Les agriculteurs ont établi des critères permettant de reconnaître la forme romaine ou juive de ces palmes, qu'ils considèrent comme des variétés différentes. Les caractères distinctifs de ces feuilles concernent leur port, la taille, la forme et l'aspect des folioles ainsi que de leur apex. Ces distinctions sont étroitement liées aux besoins rituels des traditions religieuses précitées. Les folioles terminales des palmiers romains sont ainsi généralement bifides, les feuilles étant un peu courbées avec une torsion latérale (fig. 1-CD). La grande taille et la souplesse des palmes romaines, ainsi que la finesse des folioles, les rendent particulièrement propices au tressage auquel elles sont soumises pour la procession du Dimanche des Rameaux (fig. 1-F). Les palmes juives sont plus courtes, dressées et rigides, avec une moindre torsion, un apex nettement arrondi et surtout une foliole terminale entière (c'est-à-dire non fendue), un caractère exigé pour le bouquet de la fête de Soukhot (fig. 1-BE). Certaines communautés juives prennent par ailleurs en compte un critère encore plus sélectif, correspondant à une qualité rare, à savoir la présence d'un crochet à l'apex de la foliole terminale (fig. 1-E). Cette caractéristique est à rapprocher de l'exigence rituelle juive qui commande que la foliole terminale ne soit pas fendue. La présence

de ces crochets est documentée à Bordighera et à Elche, où les agriculteurs confirment qu'il s'agit effectivement d'une caractéristique rare et correspondant toujours à des palmiers de type juif. Les feuilles juives et romaines font, de plus, l'objet de techniques différentes de préparation avant la récolte (Castellana, 2001).

Si l'identification traditionnelle de ces deux formes est bien établie, l'origine de cette diversité demeure moins évidente, dans la mesure où le maintien de formes distinctes n'est pas issu de la pratique du clonage, ni du contrôle de la pollinisation.

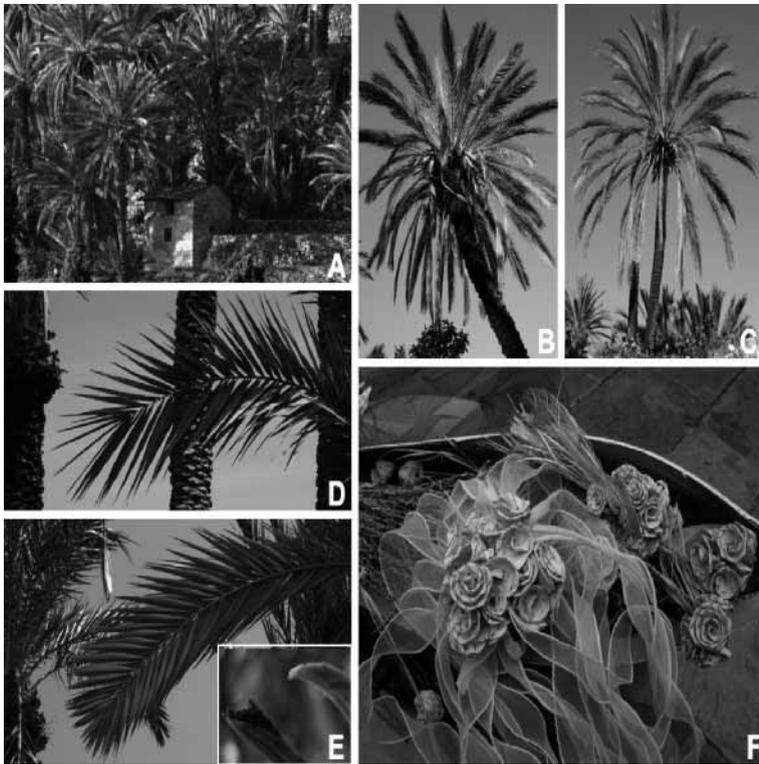


Figure 1

Principaux aspects de la palmiculture traditionnelle à Bordighera.

A. Vue de la palmeraie historique et de son bâti médiéval.

B. Port d'un palmier « juif ».

C. Port d'un palmier « chrétien ».

D. Détail d'une palme « chrétienne ».

E. Détail d'une palme « juive » et du crochet à l'extrémité des pennes.

F. Artisanat chrétien utilisant *Phoenix dactylifera* (feuilles) et *Syagrus romansoffiana* (inflorescence).

Une investigation menée auprès des sources historiques a tout d'abord permis d'évaluer l'ancienneté de la présence de palmiers dans la région. Si leur culture n'est véritablement documentée qu'à la fin du Moyen-Age, à l'époque de la fondation du village de Bordighera, elle pourrait toutefois remonter à l'Antiquité romaine. Une analyse génétique préliminaire, portant sur un nombre restreint d'échantillons prélevés dans la palmeraie historique, a par ailleurs révélé la présence de deux groupes de génotypes de *Phoenix dactylifera* distincts. Bien que l'hypothèse d'une introduction par phases successives du dattier à Bordighera soit probable, il est difficile d'aller plus loin dans l'histoire du site.

Hypothèses de la recherche

Dans l'état actuel de nos recherches, nous avons retenu deux hypothèses alternatives susceptibles d'expliquer la distinction paysanne :

- 1) il existerait un continuum morphologique entre les formes Ebra et Romana, les paysans ne récoltant que les palmes les plus typiques qu'ils nomment ainsi. Cette séquence de formes intermédiaires entre les deux types extrêmes implique que les caractéristiques intrinsèques de la feuille soient contrôlées par de nombreux loci, ou que la forme de celle-ci soit très fortement influencée par l'environnement, ce qui impliquerait une grande plasticité phénotypique ;
- 2) il existerait une différence drastique entre les types Ebra et Romana, relevant d'un caractère à déterminisme monogénique avec un allèle dominant et un allèle récessif, de sorte que ce dimorphisme se maintiendrait dans la population reproduite de façon sexuée.

Pour tester ces hypothèses, nous avons fait appel aux techniques de la morphométrie géométrique employées dans l'analyse des différences entre les formes organiques. Le protocole retenu a consisté à prendre une photographie numérique à haute résolution des extrémités foliaires selon une méthode standardisée. La conformation géométrique du segment foliaire a ensuite été analysée sur la base de points de repère homologues (« landmarks » = LM), par la méthode dite de superposition de Procrustes (Rohlf et Marcus, 1993).

Matériel et méthodes

Une première étape a été de définir un protocole pour une identification et une collecte rigoureuse des *landmarks* (Bookstein, 1991).

La définition de points de repère anatomiques homologues s'est heurtée à la variabilité de la disposition des palmes sur le rachis foliaire (fig. 2). Tout d'abord, il existe un polymorphisme intra-arbre entre feuilles paripennées et imparipennées. Il s'est avéré impossible de prendre en compte conjointement ces deux types de palmes, donc seules les palmes imparipennées ont été étudiées, afin de positionner sans ambiguïté le *landmark* terminal (fig. 2).

Nous avons retenu 12 *landmarks*, le premier est situé à l'insertion de la 5^e penne latérale gauche sur le rachis, les suivants (2 à 12) sont positionnés successivement dans le sens des aiguilles d'une montre sur les extrémités des palmes, en commençant par la 5^e latérale gauche et en terminant par la 5^e latérale droite, ce qui amène la penne impaire apicale en position 7 (fig. 3).

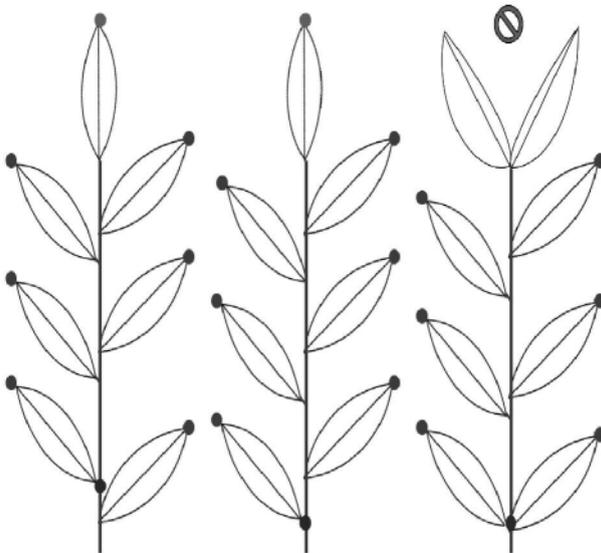


Figure 2
Variabilité de la disposition des palmes sur le rachis foliaire
et schématisation du concept d'homologie de *landmarks* retenu.

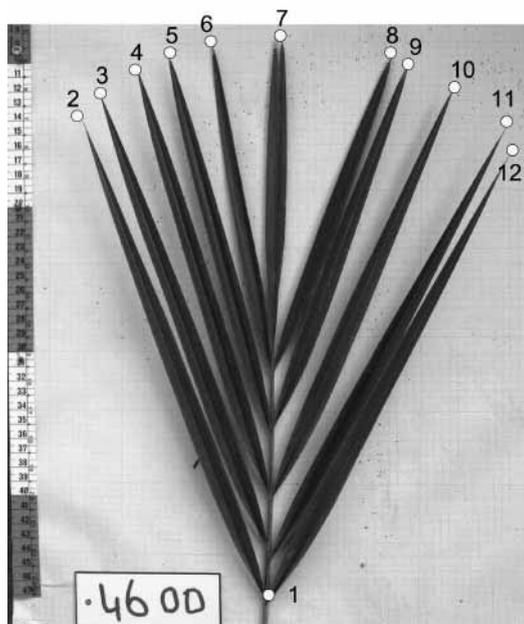


Figure 3
Dispositif de photographie numérique des extrémités foliaires
avec positionnement des 12 *landmarks*.

L'application de ce protocole a nécessité un certain nombre de précautions dans le choix des feuilles. Il s'est avéré indispensable de choisir des feuilles comportant des extrémités en parfait état et au même stade de développement. Les prélèvements ont été effectués au niveau des feuilles matures de la couronne intermédiaire. Les feuilles présentant une trop forte divergence dans l'angle d'insertion des pennes sur le rachis ont été exclues car la méthode d'analyse utilisée s'applique à des objets bidimensionnels. Pour cette même raison, seule la partie la plus apicale de la feuille, généralement plane, a été considérée.

La portion terminale prélevée comporte au moins les 5 dernières paires de pennes latérales. Les échantillons sont posés sur une feuille de papier centimétré, en prenant soin de les mettre toujours sur le même côté, sans les aplatir ni les déformer. Il nous a paru plus précis pour le positionnement des *landmarks* de photographier les

palmes en vue adaxiale (fig. 3). Des dispositions ont été prises pour limiter les défauts de parallaxe (photo perpendiculaire et objectif standard).

Pour procéder à l'analyse de morphométrie géométrique sur les clichés, il a fallu respecter un nombre minimum d'individus à étudier versus le nombre de *landmarks*. Avec 12 points de repère anatomiques, il faut disposer d'au moins 20 individus pour effectuer une analyse statistiquement robuste, comme le résume la formule suivante : 2 coordonnées (x et y) par point moins 4 degrés de liberté perdus après l'analyse de Procrustes = 20 individus (Klingenberg, 2007).

Une fois ces aspects techniques mis au point, un test de la méthode a été effectué sur les palmes de 6 arbres des types « Romana » (3), « Ebra » (2) et « intermédiaire » (1), ce dernier étant en fait un hybride en *P. dactylifera* et *P. reclinata* (fig. 4). Ensuite, un échantillonnage composé de 89 palmes de dattiers récoltées au hasard et de quelques représentants d'autres espèces du genre *Phœnix* cultivées pour l'ornement a été constitué. L'analyse porte sur un total de 133 photos d'extrémités de palmes, réparties entre *P. dactylifera* (89), *P. loureiroi* (25), *P. rupicola* (9) et *P. sylvestris* (10).

Les analyses ont été réalisées avec la suite de logiciels développés par Jean-Pierre Dujardin¹ :

- COO qui permet de positionner une série de *landmarks* sur des photographies numériques et créer un fichier de coordonnées ;
- TET, un éditeur des données de coordonnées ;
- MOG, qui effectue l'analyse par superposition de Procrustes, pour obtenir les variables de conformation biologique et visualiser la variation morphologique ;
- VAR, pour l'analyse des variations de taille ;
- BAC, pour l'analyse en composantes principale ;
- PAD, pour l'analyse discriminante ;
- COV, pour l'analyse de covariance.

¹ En ce qui concerne les logiciels développés par J-P. Dujardin (IRD), on se reportera au site : <http://www.mpl.ird.fr/morphometrics>

Résultats

Au niveau du test préliminaire mené sur 6 arbres, on note tout d'abord une nette différence de taille entre les groupes « Romana » (grandes palmes), « Ebra » (petites palmes) et intermédiaire (fig. 4). On relève aussi une différence de conformation moyenne (fig. 4).

L'analyse multivariée (AFD) des conformations géométriques de ces trois types confirme une différenciation considérable entre eux, et le test de re-classification identifie correctement 100 % des individus. Ce test permet donc de valider la méthode sur l'objet d'étude.

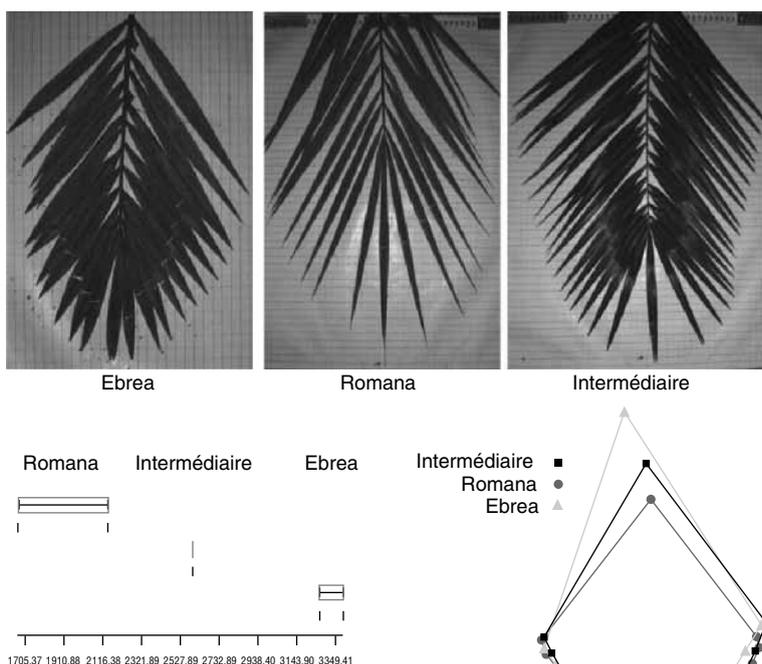
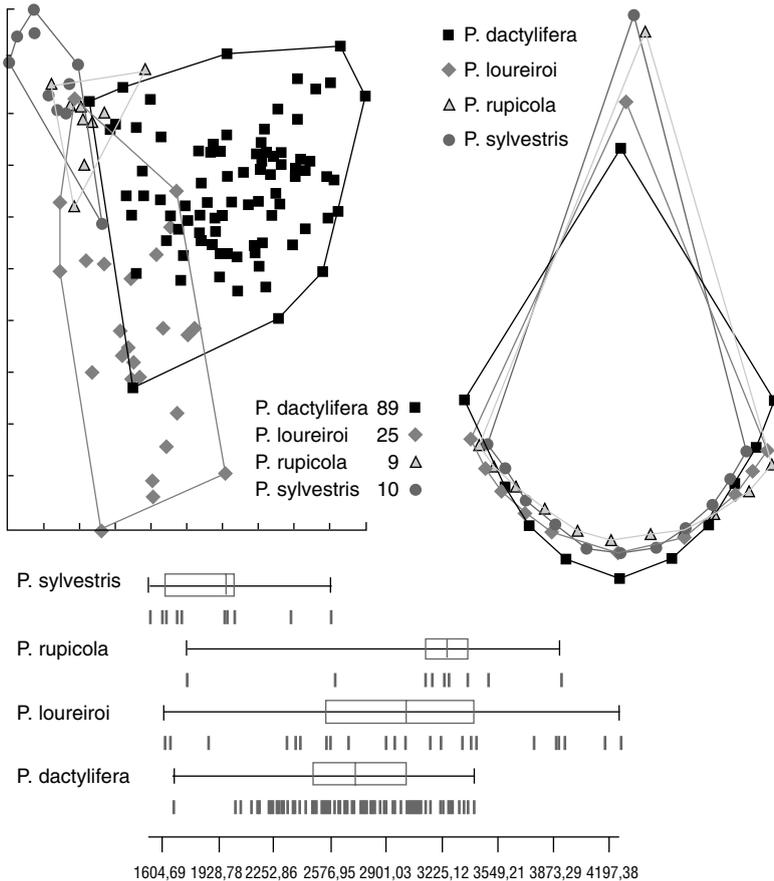


Figure 4

Analyse exploratoire de trois types de palmes. En bas à gauche, représentation de la dispersion de la variable de taille moyenne centroïde autour de la médiane associée aux extrémités de palmes des trois types. Chaque boîte montre la médiane de groupe séparant les quartiles 25 et 75. En bas à droite, superposition des conformations moyennes des trois types de palmes.

L'analyse de l'échantillonnage complet fait également apparaître des différences de taille entre espèces. *Phoenix dactylifera* et *P. loureiroi* ne sont cependant pas nettement différenciés pour la morphologie des extrémités foliaires (fig. 5).



■ Figure 5

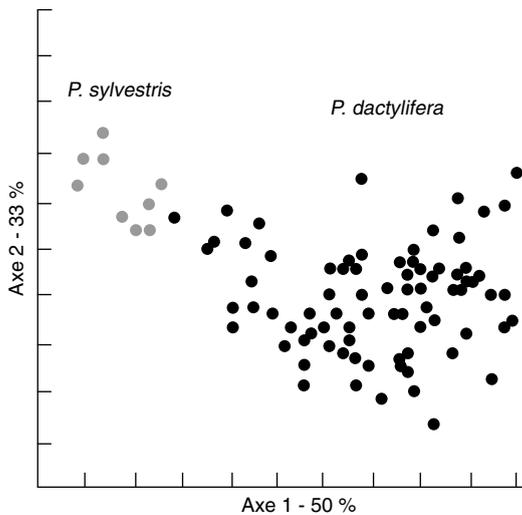
Analyse interspécifique (4 espèces). En haut à gauche, représentation sur les deux premiers axes d'une analyse factorielle discriminante (AFD) des variables de conformations « *partial warps* ». Les deux composantes ou fonctions discriminantes représentées expliquent 83 % de la variation totale. En haut à droite, superposition des conformations moyennes des quatre espèces. En bas, représentation de la dispersion de la variable de taille moyenne centroïde autour de la médiane associée aux extrémités de palmes des quatre espèces. Chaque boîte montre la médiane de groupe séparant les quartiles 25 et 75.

L'analyse discriminante sépare partiellement les espèces. Les deux premiers axes expliquent ainsi 83 % de la variation totale ; la première fonction discriminante apportant 50 % de la variation et la seconde 33 % (fig. 5).

Quant à l'analyse de re-classification, elle a donné le résultat suivant :

- Pop 1 (*P. dactylifera*) : 79 / 89 (88 %) ;
- Pop 2 (*P. loureiroi*) : 21 / 25 (84 %) ;
- Pop 3 (*P. rupicola*) : 8 / 9 (88 %) ;
- Pop 4 (*P. sylvestris*) : 9 / 10 (90 %) .

Au sein de l'échantillonnage aléatoire de 89 individus de *Phœnix dactylifera*, aucune structuration n'apparaît (fig. 6).

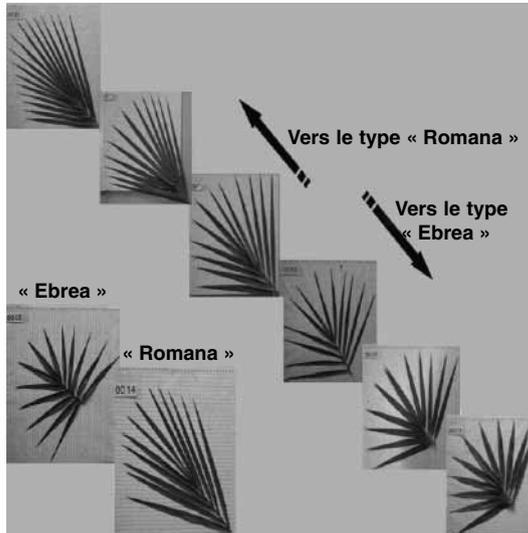


■ Figure 6

Détail de l'analyse multivariée (AFD) sur deux espèces (*P. dactylifera* et *P. sylvestris*) montrant la différenciation interspécifique et l'absence de structuration intraspécifique. La variance expliquée par les deux premiers axes est indiquée sur ceux-ci.

Discussion

Si certaines différences entre espèces apparaissent, la forte variance mise en évidence ne semble pas s'accompagner en revanche d'une structuration évidente chez *Phœnix dactylifera*. Autrement dit, des



■ Figure 7
Quelques exemples du continuum morphologique reliant les types « Ebra » et « Romana ».

morphologies très différentes semblent coexister et être liées entre elles par des types intermédiaires (fig. 7).

L'analyse des résultats devrait permettre un début de caractérisation de ces différentes morphologies.

L'analyse des données recueillies conduit ainsi à privilégier l'hypothèse H1 d'un continuum morphologique entre deux types (*romana/ebra*) distingués par les agriculteurs pour des raisons pratiques.

La morphométrie géométrique apparaît donc comme une méthode analytique pertinente dans le cadre de cette problématique.

■ Auteurs

Ce compte-rendu des recherches menées dans le cadre du projet Phœnix a été présenté par Claudio Littardi. Robert Castellana a collaboré à la documentation historique. Jean-Christophe Pintaud a

contribué à l'élaboration de la méthodologie et à la définition des landmarks. Harling Caro-Riaño s'est occupée de l'analyse informatique des données collectées.

Bibliographie

- BOOKSTEIN F. L., 1991 –
Morphometric tools for landmark data: geometry and biology.
Cambridge University Press,
Cambridge.
- CASTELLANA R., 2001 –
« Le rôle de l'agriculture
dans la sauvegarde du milieu naturel.
Tradition et modernité
dans l'agriculture niçoise-ligurienne
d'après le témoignage du vallon
du Sasso ». In *La tutela del
patrimonio ambientale e del palmeto
di Bordighera*. Istituto Internazionale
di Studio Liguri, Bordighera,
Italia : 35-61.
- KLINGENBERG C. P., 2007 –
« Analysis of Organismal Form.
An introduction to morphometrics »,
delivered as a Web-based course, 198 p.
- MUNIER P., 1973 –
Le palmier dattier.
Maisonneuve et Larose, Paris.
- PINTAUD J.-C., 2002 –
From Barcelona to Bordighera: palm
gardens on Mediterranean shores.
Palms, 46 : 149-153.
- ROHLF F.J., MARCUS L., 1993 –
A revolution in morphometrics.
Trends in Ecology and Evolution,
8 : 129-132.



Colloques et séminaires

Biotechnologies du palmier dattier

Éditrice scientifique
Frédérique Aberlenc-Bertossi

IRD
Éditions

Actes du 3^e Séminaire du réseau AUF-BIOVEG
« Biotechnologies du palmier dattier »
Montpellier (France), 18-20 novembre 2008

Biotechnologies du palmier dattier

Éditrice scientifique
Frédérique Aberlenc-Bertossi

IRD Éditions
INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT

collection Colloques et séminaires

Paris, 2010

Préparation des textes

Sylvie Doulbeau

Mise en page

Bill Production

Fabrication

Catherine Plasse

Maquette de couverture

Michelle Saint-Léger

Maquette intérieure

Catherine Plasse

Photo de couverture

IRD/F. Aberlenc-Bertossi : « *Palmeraies, Tozeur (Tunisie).* »

La loi du 1^{er} juillet 1992 (code de la propriété intellectuelle, première partie) n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans le but d'exemple ou d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

© IRD, 2010

ISSN : 0767-2896

ISBN : 978-2-7099-1691-2