

# La détermination du sexe chez le palmier dattier

**Frédérique ABERLENC-BERTOSSI**

Biologiste

**Abdourahman DAHER**

Biotechnologiste

**Nathalie CHABRILLANGE**

Biologiste

## Introduction

Le palmier dattier, plante emblématique du désert, est cultivé depuis la haute Antiquité dans les régions arides et semi-arides de la planète. Ses fruits très énergétiques ont une forte valeur alimentaire et commerciale. Le palmier dattier présente également une importance écologique capitale en créant au milieu du désert, un microclimat favorable au développement de cultures sous-jacentes.

## La multiplication du palmier dattier

### *La multiplication asexuée*

Le maintien et le développement des palmeraies sont assurés depuis des siècles par multiplication végétative de cultivars qui dérivent de la sélection empirique de plant issus de graines. Dans la majorité des pal-

meraies, et particulièrement dans le Maghreb et le Moyen-Orient, les plants sont propagés par la culture de rejets prélevés sur des cultivars élités. Cette pratique permet de maintenir les caractéristiques des cultivars qui portent essentiellement sur les qualités gustatives des dattes. Plus récemment, la micropropagation par culture *in vitro* a permis la multiplication clonale à grande échelle des cultivars d'intérêt.

Avec l'évolution économique et sociale de ces pays, les palmeraies se sont réorganisées pour satisfaire une demande sans cesse croissante en dattes de qualité supérieure à l'instar des cultivars Deglet Nour et Medjool. Cependant, la reproduction clonale a eu pour conséquence une diminution de la diversité génétique au sein des palmeraies. Ainsi, en Tunisie, le cultivar Deglet Nour représente 60 % de la production nationale. De plus, des contraintes biotiques (maladies et ravageurs) et abiotiques (ensablement et salinisation de terre) ont entraîné la disparition de cultivars d'intérêt contribuant à une importante érosion génétique qui menace l'agrodiversité des palmeraies.

### *La multiplication sexuée*

Le palmier dattier a été depuis longtemps multiplié par graines produisant ainsi des millions d'hybrides et créant un énorme réservoir de diversité génétique (Ferry et *al.*, 1998). De plus, les croisements contrôlés constituent une voie privilégiée pour la mise en œuvre des programmes d'amélioration génétique en vue de la sélection de génotypes résistants aux stress.

Cependant, la propagation par graine est très peu pratiquée à l'heure actuelle. En effet, le palmier dattier est hétérozygote. La reproduction sexuée conduit à une perte des caractéristiques des parents, et plus particulièrement des caractères organoleptiques des dattes produites.

De plus, le palmier dattier est une espèce dioïque, ce qui signifie que les inflorescences mâles et femelles sont portées par des individus différents. Sa reproduction par graines donne une descendance comprenant environ 50 % de pieds mâles et 50 % de pieds femelles (Saaidi, 1990). Les individus femelles, producteurs de dattes, sont majoritairement recherchés. Un seul individu mâle permet de polliniser manuellement 50 à 60 à individus femelles en plantation. Or,

étant donné la longueur de la phase végétative du palmier dattier, il est nécessaire d'attendre 6 à 8 ans l'apparition des premières floraisons pour connaître le sexe des plants.

Par conséquent, l'identification précoce du sexe permettrait de sélectionner au jeune âge les pieds femelles dans les parcelles issues de semences et donc, de limiter les coûts en plantation liés à la culture des pieds mâles improductifs. C'est pourquoi, depuis plusieurs décennies, des marqueurs du sexe ont été recherchés chez le palmier dattier. La détermination précoce du sexe ouvrirait donc de nouvelles perspectives pour réintroduire de la biodiversité dans les palmeraies et mettre en œuvre des programmes d'amélioration génétique du palmier dattier.

## La détermination du sexe chez les plantes dioïques

Les angiospermes, ou plantes à fleurs, présentent une très grande diversité dans leurs systèmes de reproduction. L'analyse de la reproduction de 120 000 espèces végétales a révélé que la majorité d'entre elles sont hermaphrodites (72 %), 7 % sont monoïques, 17 % présentent des formes sexuelles intermédiaires et seulement 4 % sont dioïques (Yampolsky et Yampolsky, 1922). Dans les 238 genres connus de la famille des palmiers en revanche, la majorité des espèces portent des fleurs unisexuées : 165 genres sont monoïques, 39 sont dioïques et seulement 34 portent des fleurs hermaphrodites (Uhl, 1969). La dioécie implique une allogamie stricte qui permet d'éviter les effets délétères de la dépression d'*inbreeding*, favorise l'hétérozygotie et la variabilité génétique favorable à la survie à long terme et l'adaptation des espèces (Dellaporta et Calderon-Urrea, 1993). Les espèces dioïques auraient évolué à plusieurs reprises à partir d'ancêtres bisexuels par deux processus successifs indépendants : une première mutation causant une stérilité male engendrant une population gynodioïque et une deuxième mutation induisant une diminution de la fertilité femelle conduisant la population à une dioécie fonctionnelle (Dellaporta et Calderon-Urrea, 1993).

## *Les chromosomes sexuels*

Les systèmes de chromosomes sexuels ont émergé à plusieurs reprises au cours de l'évolution des plantes à fleurs (Charlesworth, 2002). Ils trouveraient leur origine dans l'évolution d'une région chromosomique non recombinante autour de gènes déterminant le sexe (Liu *et al.*, 2004). L'haplotype femelle porterait un allèle récessif de stérilité mâle, alors que le chromosome déterminant le sexe mâle serait dominant et porterait des allèles de stérilité femelle. L'évolution des chromosomes sexuels est intimement liée à la dégénérescence du chromosome Y, *via* notamment un taux élevé de mutations délétères (Charlesworth, 2002).

Les chromosomes sexuels hétéromorphes ont rarement été observés chez les angiospermes mais ont été cependant décrits chez *Rumex*, *Humulus* et *Silene*. Chez le compagnon blanc ou *Silene latifolia*, les individus mâles portent des chromosomes XY et les femelles des chromosomes XX (Vyskot *et al.*, 2004). C'est le cas aussi de l'asperge (Gebler *et al.*, 2007) et de l'igname (Terauchi et Kaul, 1999). Chez l'oseille, le sexe est déterminé indépendamment de la présence du chromosome Y par un ratio chromosome X / autosomes. Le mâle possède un rapport supérieur à 1 et la femelle un rapport inférieur (Ainsworth *et al.*, 2005, Matsunaga, 2006). Chez *Silene latifolia*, les individus femelles possèdent deux chromosomes X et les individus mâles un chromosome X et deux chromosomes Y (Kihara et Ono, 1923).

## *La recherche de marqueurs du sexe et de gènes impliqués dans la différenciation du sexe*

Les marqueurs spécifiques du sexe ont été recherchés chez de nombreuses espèces dioïques afin d'identifier précocement le sexe des plantes et faciliter la mise en œuvre de programmes de sélection. Des marqueurs moléculaires ont ainsi été identifiés par la recherche de marqueurs RAPD, AFLP, microsatellites ou par la construction de cartes génétiques et physiques chez l'igname, l'oseille, la papaye, le compagnon blanc, le cannabis et l'asperge (Terauchi et Kaul, 1999 ;

Ainsworth *et al.*, 2000 ; Stehlik et Blattner, 2004 ; Gebler *et al.*, 2007 ; Telgmann-Rauber *et al.*, 2007).

Des gènes impliqués dans la différenciation du sexe ont également été recherchés en relation avec la monoécie et la dioécie. Ainsi, chez l'asperge (*Asparagus officinalis* L.), des études ont montré qu'il existe un dimorphisme sexuel contrôlé par un gène dominant, M (Uno, 2002). Les plants femelles sont homozygotes pour les allèles récessifs mm et les plants mâles sont homozygotes MM (appelé aussi super mâles) ou hétérozygotes Mm au locus de détermination du sexe (Loptien, 1979). Chez le compagnon blanc, des gènes *SISTM* et *SICUC* seraient impliqués dans l'unisexualisation de la fleur mâle (Zluvova *et al.*, 2006). Des facteurs de transcriptions de type KNOX et NAC auraient également un rôle dans la différenciation sexuelle (Zluvova *et al.*, 2006). L'expression du sexe, chez le concombre est gouvernée par trois gènes majeurs (F/f, M/m et A/a) (Diro *et al.*, 2005). Chez le maïs, espèce monoïque, les gènes *tasselseed 1* et *2* sont requis très précocement dans un processus d'apoptose du pistil (Calderon-Urrea et Dellaporta, 1999). Chez le melon, il existe des plants andromonoïques, portant à la fois des fleurs mâles et des fleurs bisexuelles. Le gène *CmACS-7* codant pour la 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase (ACS), une enzyme de la voie de biosynthèse de l'éthylène a été identifié comme déterminant l'andromonoecie (Boualem *et al.*, 2008). Les auteurs ont mis en évidence que le phénotype andromonoïque est dû à une mutation dans ce gène. Chez la vigne, un locus à effets quantitatifs (abrégié en QTL pour *quantitative trait locus*) associé au sexe a été identifié (Marguerit *et al.*, 2009). Le gène de l'ACS, associé au locus du sexe, pourrait être impliqué, comme chez le melon, au contrôle du sexe chez la vigne.

## La détermination du sexe chez le palmier dattier

Le nombre de chromosome de *Phoenix dactylifera* L. est  $2n = 36$  (Sharma et Sarkar, 1956). La quantité d'ADN nucléaire est de  $1C = 0,95$  pg (Dransfield *et al.*, 2008). Chez le palmier dattier, le *sex ratio*

d'une descendance est généralement de 1 (Saadi, 1990), ce qui suggère un déterminisme génétique du sexe. L'existence de chromosomes sexuels chez le palmier dattier a été proposée (Siljak-Yakovlev *et al.*, 1996). En effet, ces auteurs ont observé un marquage différentiel à la chromomycine des chromocentres de noyaux interphasiques de plants mâles et femelles. Des chromocentres homomorphes sont détectés chez les individus femelles alors que chez les individus mâles des chromocentres hétéromorphes sont observés. Le système chromosomique serait de type XY (Siljak-Yakovlev *et al.*, 1996).

Une recherche de marqueurs du sexe par RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) n'a pas permis d'identifier et de valider de séquence liée au sexe chez le palmier dattier (Zaher et Baaziz, 2006).

## Conclusions

Malgré l'importance économique considérable du palmier dattier et l'enjeu que représente l'identification précoce du sexe pour les programmes d'amélioration génétique et de maintien de la diversité de l'espèce, aucun marqueur spécifique du sexe n'a été identifié et validé à ce jour.

## Bibliographie

AINSWORTH C., 2000 – Boys and girls come out to play: The molecular biology of dioecious plants. *Ann. Bot.*, 86 : 211-221.

AINSWORTH C., RAHMAN A., PARKER J., EDWARDS G., 2005 – Intersex inflorescences of *Rumex acetosa* demonstrate that sex determination is unique to each flower. *New phytologist*, 165 : 711-720.

BOUALEM A., FERGANY M., FERNANDEZ R., TROADEC C., MARTIN A., MORIN H., SARI M. A., COLLIN F., FLOWERS J. M., PITRAT M., PURUGGANAN M. D., DOGIMONT C., BENDAHMANE A., 2008 – A conserved mutation in an ethylene biosynthesis enzyme leads to andromonoecy in melons. *Science*, 321 (5890) : 836-838.

- CALDERON-URREA A., DELLAPORTA S. L., 1999 – Cell death and cell protection genes determine the fate of pistils in maize. *Development*, 126 : 435-441.
- CHARLESWORTH D., 2002 – Plant sex determination and sex chromosomes. *Heredity*, 88 (2) : 94-101.
- DELLAPORTA S. L., CALDERON-URREA A., 1993 – Sex Determination in Flowering Plants. *The Plant Cell*, 5 : 1241-1251. American Society of Plant Physiologists.
- DIRO T., TURAN T., 2005 – Isolation of a partial sequence of a putative nucleotide sugar epimerase, which may involve in stamen development in *cucumber* (*Cucumis sativus* L.), *Theor Appl Genet.*, 2005 Nov., 111 (7) : 1300-1307.
- DRANSFIELD J., UHL N. W., ASMUSSEN C. B., BAKER W. J., HARLEY M. M., LEWIS C. E., 2008 – « Genera Palmarum: the evolution and classification of palms ». Royal Botanic Gardens, Richmond, Surrey, UK.
- FERRY M., BOUGUEDOURA N., HADRAMI I., 1998 – Patrimoine génétique et techniques de propagation in vitro pour le développement du palmier dattier. *Sécheresse*, 9 (2) : 139-146.
- GEBLER P., WOLKO L., KNAFLEWSKI K., 2007 – Identification of molecular markers for selection of supermale (YY) *asparagus* plants. *J. Appl. Genet.*, 48 (2) : 129-131.
- KIHARA H., ONO T. 1923 – The sex chromosomes of *Rumex acetosa*. *Z Inductive Abstammungs Vererbungslehre*, 39 : 1-7.
- LOPTIEN H., 1979 – Identification of the sex chromosome pair in asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *Z. Pflanzenzucht.*, 82 : 162-173.
- LIU Z, MOORE P. H., MA H., ACKERMAN C.M., RAGIBA M., YU Q., PEARL H. M., KIM M. S., CHARLTON J. W., STILES J. I., ZEE F. T., PATERSON A. H., MING R., 2004 – A primitive Y chromosome in papaya marks incipient sex chromosome evolution. *Nature*, 427 (6972) : 348-52.
- MARGUERIT E., BOURY C., MANICKI A., DONNART M., BUTTERLIN G., NÉMORIN A., WIEDEMANN-MERDINOGLU S., MERDINOGLU D., OLLAT N., DECROOCCQ S., 2009 – Genetic dissection of sex determinism, inflorescence morphology and downy mildew resistance in grapevine. *Theor. Appl. Genet.*, 118 (7) : 1261-1278.
- MATSUNAGA S., 2006 – Sex chromosome-linked genes in plants. *Genes Genet. Syst.*, 81 : 219-226.
- SHARMA A. K., SARKAR S. K., 1956 – Cytology of different species of palms and its bearing on the solution of the problems of phylogeny and speciation. *Genetica*, 28 : 361-488.
- SAADI M., 1990 – Amélioration génétique du palmier dattier, Critères de sélection, techniques et résultats, *Options méditerranéennes, sér. A | n° 11, 1990 - Les systèmes agricoles oasisien.*
- SILJAK-YAKOVLEV S., BENMALEK S., CERBAH M., COBA DE LA PEÑA T., BOUNAGA N., BROWN S. C., SARR A., 1996 – Chromosomal sex determination and heterochromatin structure in date palm. *Sexual Plant Reproduction*, 9 : 127-132.
- STEHLIK I., BLATTNER F. R., 2004 – Sex-specific SCAR markers in the dioecious plant *Rumex nivialis* (Polygonaceae) and implications for the evolution of sex chromosomes, *Theor. Appl. Genet.*, 108 : 238-242.

- TELGSMANN-RAUBER A., JAMSARI A., KINNEY M. S., PIRES J. C., JUNG C., 2007 – Genetic and physical maps around the sex-determining M-locus of the dioecious plant asparagus. *Mol. Genet. Genomics*, 278 (3) : 221-34.
- TERAUCHI R., KAHL G., 1999 – Mapping of the *Dioscorea tokoro* genome: AFLP markers linked to sex. *Genome*, 42 : 752-762.
- UHL, 1969 – Anatomy and ontogeny of the cincinni and flowers in *Nannorrhops ritchiana* (Palmae). *Journal of the Arnold Arboretum*, 50 : 411-431.
- UNO Y., LI Y., KANECHI M., INAGAKI N., 2002 – Haploid production from polyembryonic seeds of *Asparagus officinalis* L. *Acta. Hortic.*, 589.
- VYSKOT B., HOBZA R., 2004 – Gender in plants: sex chromosomes are emerging from the fog. *Trends Genet.*, 20 (9).
- ZAHER H., BAAZIZ M., 2006 – « Contribution à l'identification des pieds mâles et femelles chez le palmier dattier par l'utilisation des marqueurs RAPD ». Congrès international de biochimie, Agadir, 9-12 mai 2006, Maroc.
- ZLUVOVA J., NICOLAS M., BERGER A., NEGRUTIU I., MONEGER F., 2006 – Premature arrest of the male flower meristem precedes sexual dimorphism in the dioecious plant *Silene latifolia*. *PNAS*, 103 (49) : 18854-18859.
- YAMPOLSKY C., YAMPOLSKY H., 1922 – Distribution of sex forms in the phanerogamic flora. *Bibl. Genet.*, 3 : 1-62.





Colloques et séminaires

# Biotechnologies du palmier dattier

Éditrice scientifique  
Frédérique Aberlenc-Bertossi

**IRD**  
Éditions

Actes du 3<sup>e</sup> 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<sup>er</sup> 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<sup>er</sup> 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