

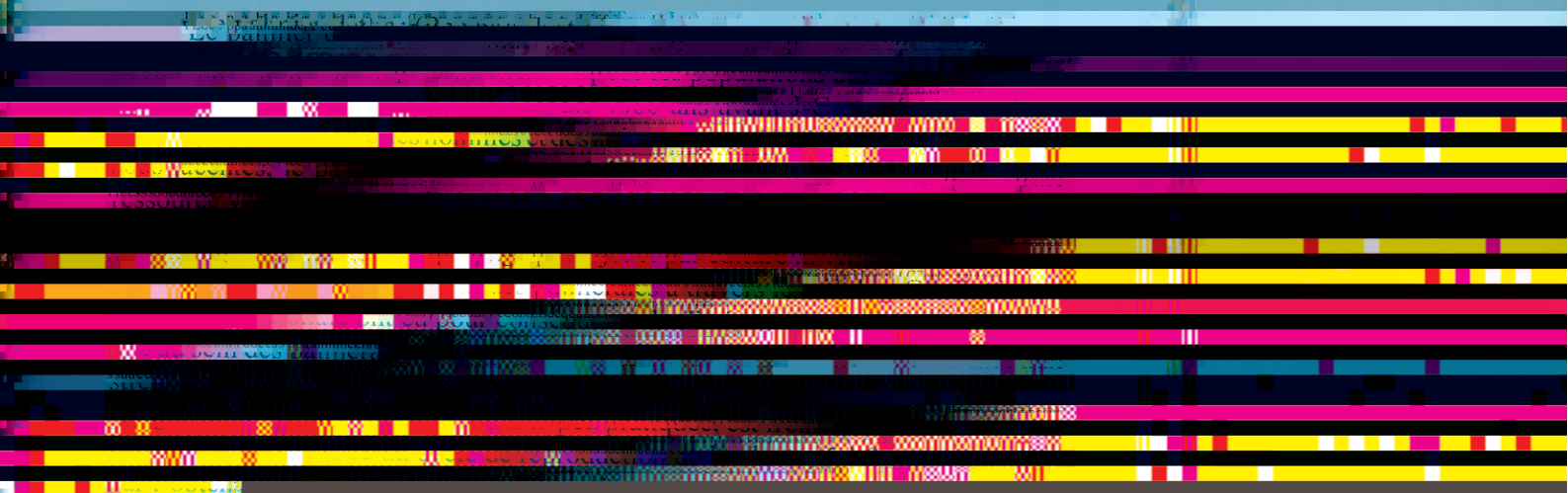
# Détermination du sexe chez le palmier dattier : Approches histo-cytologiques et moléculaires

Synthèse des principaux résultats de Thèse

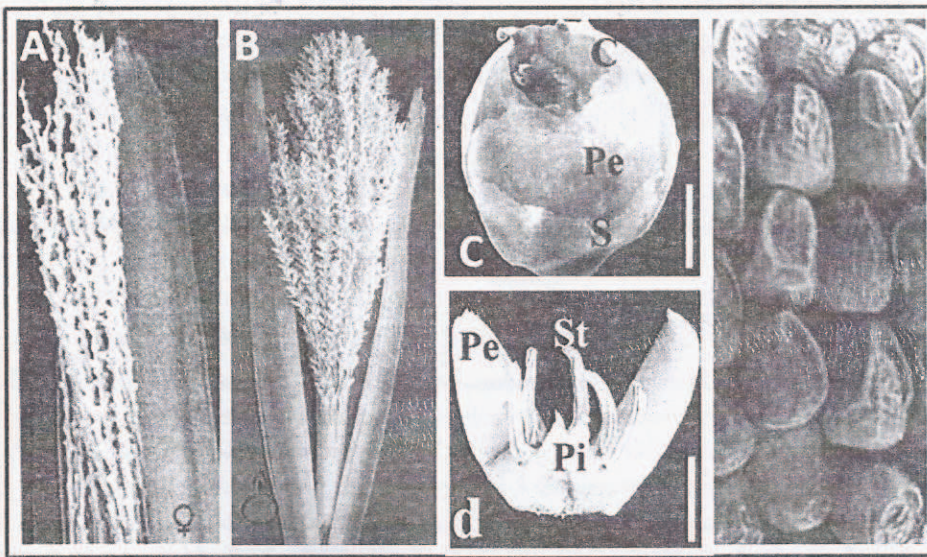
Abdourahman Daher

*Institut des Sciences de la Vie  
Centre d'Etude et de Recherche de Djibouti*

## Introduction







**Figure 1 :** L'appareil reproducteur du palmier dattier. a : inflorescence femelle à l'ouverture de la spathe ; b : inflorescence femelle à l'anthèse ; c : Fleur femelle mature ; d : fleur mâle mature partiellement disséqué ; e : dattes matures. Abréviations : C : carpelle ; Pe : pétale ; Pi : pistillodes ; S : sépale ; St : étamines. Barres : 250  $\mu$ m (c), 500  $\mu$ m (d).

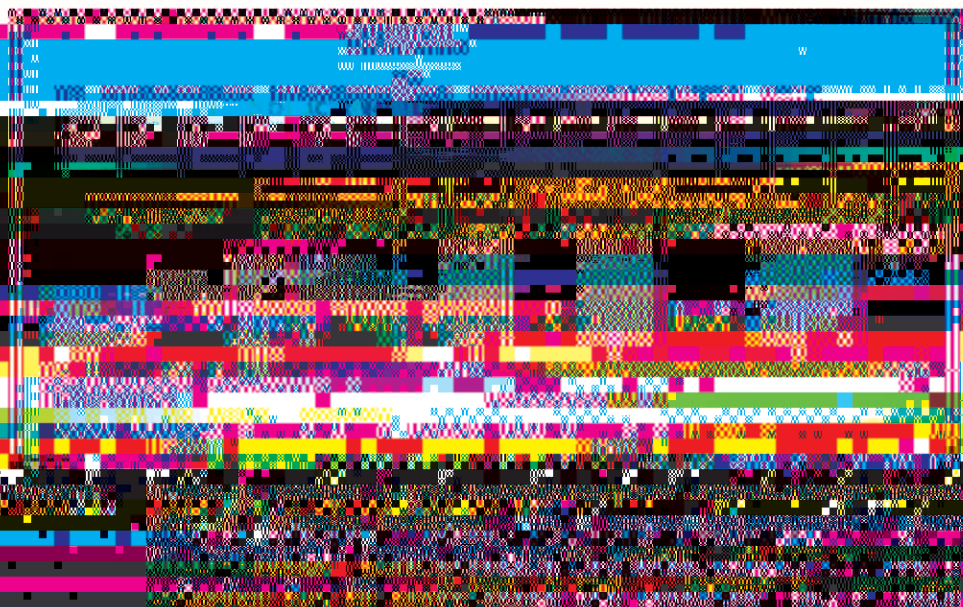
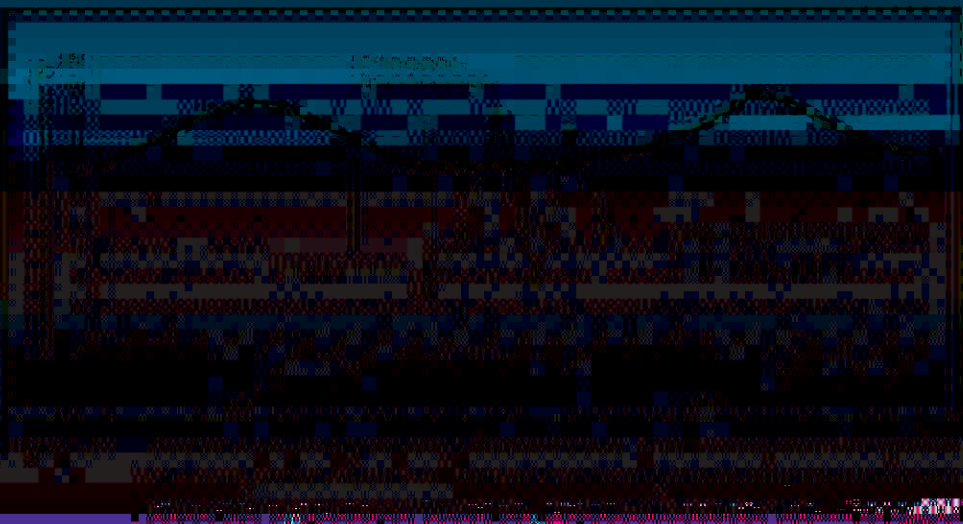
### Les caractéristiques du cycle de floraison

Le suivi de l'émergence des inflorescences des 149 palmiers issu de graines nous a permis de mieux comprendre le cycle de floraison du palmier dattier et ainsi déterminer la durée de la période de floraison ainsi que la fréquence et la date d'émission des inflorescences. Nos résultats ont montré que dans les conditions environnementales de Djibouti, la baisse des températures constitue le principal facteur exogène qui serait associé à l'induction de la floraison (figure 2). Durant la période de floraison, les palmiers dattiers se distinguent par leurs comportements floraux : les floraisons précoces (39%), les floraisons tardives (37%) et les doubles émissions florales (24%). Ces différents comportements n'ont pas pu être reliés à un environnement donné mais dépendraient plutôt d'un comportement individuel ou génotypique.

En outre, de nombreuses dissections complètes de la couronne foliaire opérées sur une trentaine d'individus de palmier dattier pendant la saison de floraison ont permis d'identifier non seulement le strate de la couronne foliaire potentiellement porteuse d'inflorescence mais aussi que le développement d'une inflorescence s'effectue en deux temps (figure 3):

- une longue phase d'initiation de plusieurs années pendant laquelle le bourgeon axillaire de nature indéterminé (BD) évolue en bourgeon inflorescentiel

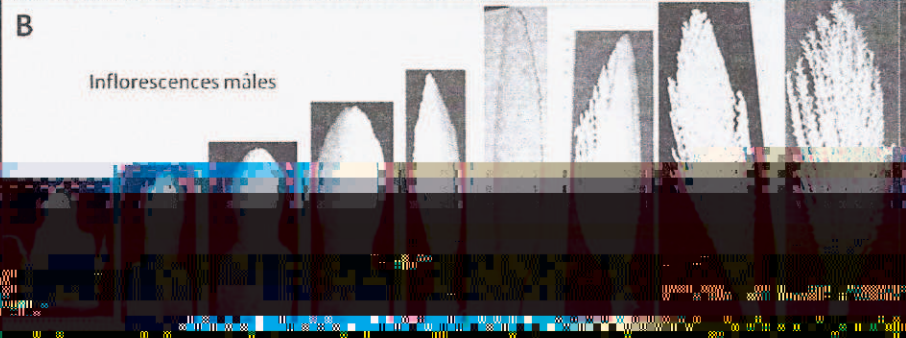
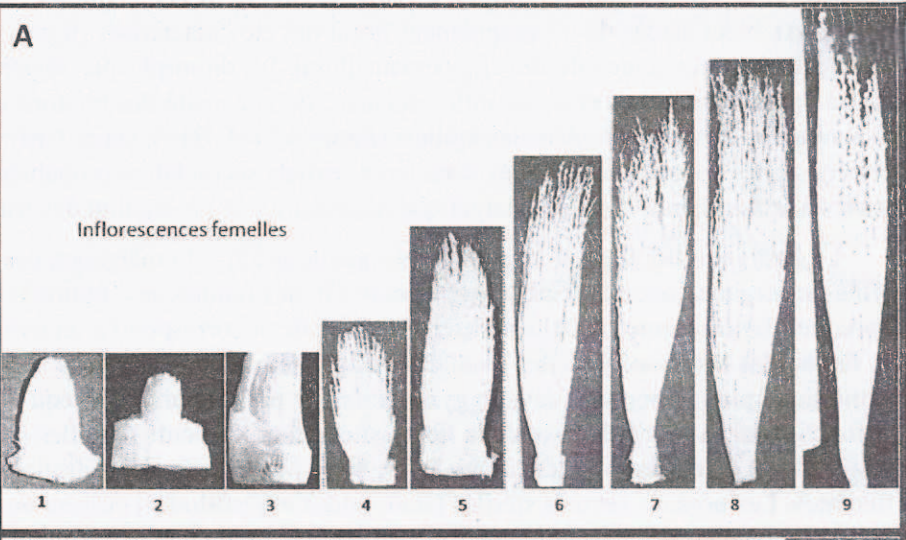
- et une phase rapide (de l'ordre de quelques jours) qui correspond à la transition d'un bourgeon inflorescentiel (BIF) en inflorescence immature (JI). Cette seconde phase correspond à l'acquisition de caractères liés à la reproduction sexuée et dépend de facteurs d'initiation de la floraison et de l'environnement.



### *Le dimorphisme sexuel des fleurs*

Le développement reproducteur a été étudié à partir du bourgeon inflorescentiel jusqu'à la maturation des organes reproducteurs (gynécée et androcée) (figure 4A, B). Neuf stades de développement floral ont été caractérisés (figure 4C). Durant les premiers stades de développement floral, un dimorphisme sexuel est observé au niveau de la forme des inflorescences, de la densité des boutons et de l'accumulation des glucides dans les épillets (figure 4A1-4, B1-4, Ca-d, Ci-l). Ces premiers signes correspondent à des caractères sexuels secondaires probablement associés à la future mobilisation énergétique nécessaire à la production des fruits.

Le bourgeon floral est d'apparence bisexuelle jusqu'à l'émergence des primordia des organes sexuels femelle (gynécée) et mâles (androcée) (figure 4Cd,l). Le premier dimorphisme sexuel est observé à ce stade et correspond à un gynécée plus large dans les fleurs femelles résulterait d'une activité des divisions cellulaires mitotique plus importante dans le gynécée fertile par rapport à son équivalent non fonctionnel. Au-delà, le sexe de la fleur est établi et les fleurs femelles (figure 4A5-9, 4Ce-h) et les fleurs mâles (figure B5-9, 4Cm-p) montrent des morphologies différentes. Les organes sexuels stériles (staminodes et pistillodes) cessent ensuite leur développement et présentent une différenciation incomplète.



*Agave salicifolius* (L.) Mill. (Agavaceae)  
*Agave salicifolius* (L.) Mill. (Agavaceae)  
*Agave salicifolius* (L.) Mill. (Agavaceae)

Agave salicifolius (L.) Mill. (Agavaceae)

### *Les processus d'unisexualisation de la fleur*

Les processus cellulaires et moléculaires conduisant un bourgeon floral bisexuel vers une fleur unisexuée sont étudiés.

Des études d'hybridation in situ de l'expression du gène codant l'histone H4, marqueur de l'activité mitotique, ont montré que le blocage du développement des organes stériles (staminodes et des pistillodes), donc la mise en place d'une fleur unisexuée, serait dû à un arrêt des divisions cellulaires (figure 5).

De plus, nos investigations de l'intégrité cellulaire par des observations en microscopie électronique à transmission et par coloration de l'ADN confirmeraient

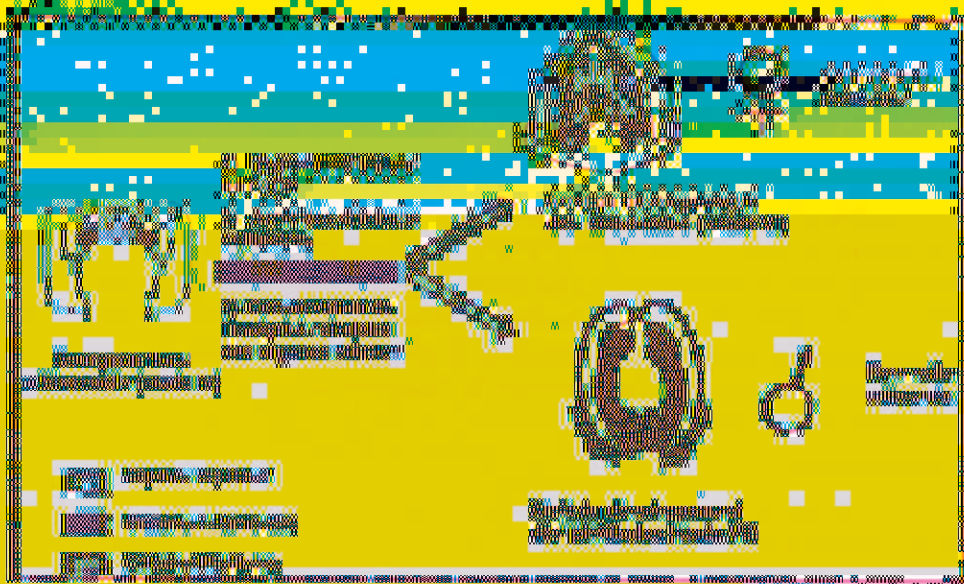
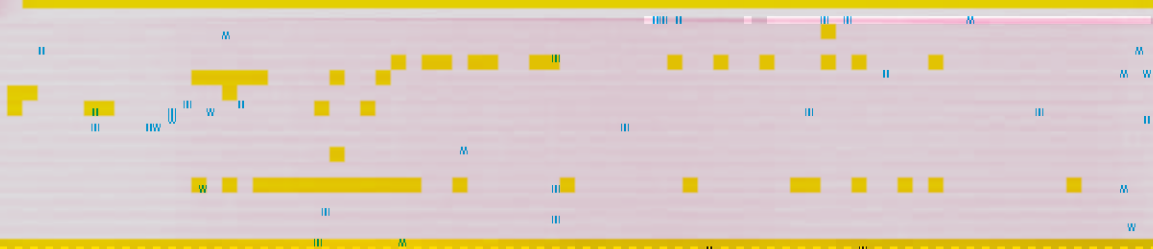
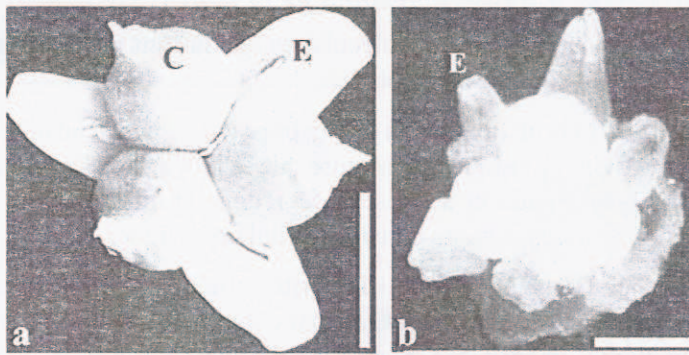


Figure 5. Evolution des organes stériles (staminodes et pistillodes) lors de la unisexualisation de la fleur.





**Figure 6 :** Variation de la morphogène florale. a : Fruit parthénocarpique observé in planta et résultant du développement des organes sexuels stériles (pistillodes) de la fleur mâle ; b : Fleurs mâles d'apparence bisexuelle obtenue après un traitement auxinique. Abréviation : C : carpelle ; E : étamines.

## Conclusion

L'ensemble de nos résultats montrent que l'unisexualisation des fleurs de palmier dattier est associée à une hyperméthylation globale de l'ADN suivi d'un arrêt des divisions cellulaires dans les organes sexuels stériles. Ce processus d'unisexualisation florale du dattier est original car il comprend des phénomènes non destructifs (absence d'apoptose) et réversibles (organes stériles fonctionnels). Il s'oppose au modèle d'unisexualisation florale rapporté chez le maïs ou le concombre et qui s'opère via l'apoptose ou dégradation partielle de l'ADN respectivement (Calderon-Urrea et al, 1999 ; Hao et al, 2003).

Cette étude a permis d'améliorer nos connaissances sur les mécanismes qui gouvernent la différenciation des organes sexuels et permettra d'ouvrir des perspectives pour l'identification de marqueurs moléculaires du sexe chez le palmier dattier. L'obtention de ces outils moléculaires sera un grand atout pour l'ensemble des programmes de sélection de variétés de palmier dattier résistantes aux stress abiotiques et biotiques dans un contexte de changements climatiques.

## Financement

Ce projet de thèse a été rendu possible grâce au soutien financier du Département Soutien et Formation via les projets CORUS et JEAJ Djibpalm de l'IRD (Institut de Recherche pour le Développement) de France ainsi du CERD.

## Bibliographie

- Boualem A., Fergany M., Fernandez R., Troadec C., Martin A., Morin H., Sari M.A., Collin F., Flowers JM, Pitrat M., Purugganan M.D., Dogimont C., Bendahmane A. 2008. A Conserved Mutation in an Ethylene Biosynthesis Enzyme Leads to Andromonoecy in Melons. *Science*, 321:836-838.

- Calderon-Urrea and Dellaporta, 1999. Cell death and cell protection genes determine the fate of pistils in maize, *Development* 126, 435-441.
- Caporali E, Spada A, Marziani G, Failla O, Scienza A. 2003. The arrest of development of abortive reproductive organs in the unisexual flower of *Vitis vinifera* ssp. *Silvestris*. *Sex Plant Reprod* 15:291-300.
- De Mason and Tisserat. 1980. The occurrence and structure of apparently bisexual flowers in the date palm, *Phoenix dactylifera* L. (*Arecaceae*). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 81: 283-292.
- De Mason D., Stolte K W and Tisserat Brent. 1982. Floral development in *Phoenix dactylifera*. *Canadian Journal of Botany*, 60 : 1437-1446.
- Dellaporta S.L, Calderon-Urrea A, 1993 Sex Determination in Flowering Plants, *The Plant Cell*, Vol. 5, 1241-1251, October 1993 O 1993 American Society of Plant Physiologists.
- 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.
- Martin A., Troadec C., Boualem A., Rajab M., Fernandez R., Morin H., Pitrat M., Dogimont C., Bendahmane A. 2009. A transposon-induced epigenetic change leads to sex determination in melon. *NATURE*, Vol 461.
- Hao YJ, Wang DH, Peng YB, Bai SL, Xu LY, Li YQ, Xu ZH, Bai SN. 2003. DNA damage in the early primordial anther is closely correlated with stamen arrest in the female flower of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Planta* 217:888-95.
- Masmoudi-Allouche F., Anissa Cha'ari-Rkhis A., Kriaa W., Gargouri-Bouzid R. , Jain S.M., Drira N. 2008. In vitro hermaphroditism induction in date palm female flower. *Plant Cell Rep* 28:1-10.
- Siljak-Yakovlev, 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.
- 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.

HERMAPHRODITISM IN DATE PALM

