

Eclairage sur l'origine de la « Picholine marocaine » par l'étude de parenté

Moukhli A., El Bakkali A., Essalouh L., El Modafar C., Khadari B.

in

Ater M. (ed.), Essalouh L. (ed.), Ilbert H. (ed.), Moukhli A. (ed.), Khadari B. (ed.).
L'oléiculture au Maroc de la préhistoire à nos jours : pratiques, diversité, adaptation,
usages, commerce et politiques

Montpellier : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 118

2016

pages 79-92

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=00007169>

To cite this article / Pour citer cet article

Moukhli A., El Bakkali A., Essalouh L., El Modafar C., Khadari B. **Eclairage sur l'origine de la « Picholine marocaine » par l'étude de parenté.** In : Ater M. (ed.), Essalouh L. (ed.), Ilbert H. (ed.), Moukhli A. (ed.), Khadari B. (ed.). *L'oléiculture au Maroc de la préhistoire à nos jours : pratiques, diversité, adaptation, usages, commerce et politiques.* Montpellier : CIHEAM, 2016. p. 79-92 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 118)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Eclairage sur l'origine de la « Picholine marocaine » par l'étude de parenté

Abdelmajid Moukli^{1,4}, Ahmed El Bakkali², Laïla Essalouh³,
Cherkaoui El Modafar⁴ et Bouchaïb Khadari³

¹ INRA, CRRA de Marrakech, U.R. Amélioration Génétique des Plantes et de la Qualité (URAPQ), BP 533 Menara, Guéliz, 40000 Marrakech, Maroc

² INRA, CRRA-Meknès, U.R. Amélioration des Plantes et Conservation des Ressources Phylogénétiques (APCRPG), BP 578 Meknès, Maroc

³ INRA-CBNMed-Montpellier SupAgro, UMR 1334 Amélioration Génétique et Adaptation des Plantes (AGAP), F-34070 Montpellier, France.

⁴ Laboratoire de Biotechnologie, Valorisation et Protection des Agroressources, Faculté des sciences et techniques Guéliz, B.P. 618, 40 000 Marrakech, Maroc

Résumé. L'utilisation de marqueurs moléculaires microsatellites (nucléaires et chloroplastiques) nous a permis d'affirmer que la variété « Picholine marocaine » (PM) est vraisemblablement le résultat d'une diversification secondaire issue de croisements successifs d'une forme domestiquée introduite de l'Est de la Méditerranée avec des oliviers locaux de l'Ouest du Bassin Méditerranéen. La variété « PM » appartient au pool génétique de l'Ouest tout en ayant une lignée maternelle de l'Est de la Méditerranée. L'étude des relations de parenté entre la « PM » et les variétés d'olivier de la péninsule Ibérique sont en faveur de l'hypothèse de sa diversification en Péninsule Ibérique. La validation de cette hypothèse peut être étayée par des analyses complémentaires, sur des échantillons de noyaux d'olives issus de sites archéologiques bien datés, par 1) comparaisons morphométriques d'échantillons provenant de part et d'autre de la Méditerranée (Espagne et Maroc) et 2) par des analyses d'ADN anciens issus d'échantillons pris dans des amphores, au Maroc et en Espagne.

Mots-clés. Origine - *Picholine marocaine* - Diversification - Maroc - Espagne - Olivier - *Olea europaea* L.

Title. *Lighting on the origin of the "Picholine marocaine" by parentage analysis*

Abstract. *The use of the molecular markers (nuclear and chloroplastic microsatellites) allowed us to assert that the variety "Picholine marocaine" (PM) is the result of a secondary diversification by successive crosses between domesticated introduced genotype from the Eastern Mediterranean with Local wild olive trees in Western Mediterranean Basin. PM variety belongs to the gene pool of the West while having a maternal line of the Eastern Mediterranean. The study of kinship relations between PM and varieties of the Iberian Peninsula are agreeing with the hypothesis of diversification in the Iberian Peninsula. The validation of this hypothesis requires further analysis of stone olive sampled from archaeological well dated sites by: 1) morphometric comparisons between these samples in both sides of the Mediterranean Sea in Spain and Morocco, and 2) ancient DNA analyzes from olive's stone samples found in many amphorae in Morocco and Spain.*

Keywords. *Origin - Picholine marocaine - Diversification - Morocco - Spain - Olive tree - Olea europaea L.*

Introduction

L'origine de l'olivier cultivé en Méditerranée et sa domestication primaire ont eu lieu à l'Est de la Méditerranée. Les travaux paléobotaniques, historiques et moléculaires soutiennent cette hypothèse (Kaniewski *et al.*, 2012 ; Zohary *et al.*, 2000). Des sélections locales d'olivier ont eu lieu dans plusieurs régions méditerranéennes (Baldoni *et al.*, 2006; Khadari *et al.*, 2007).

Les travaux de Besnard *et al.* (2013) ont montré que 90% des cultivars d'olivier à travers le Bassin Méditerranéen (BM) partagent la même lignée maternelle de l'Est. Des événements de domestication à l'Ouest du BM sont rapportés par plusieurs auteurs (Besnard *et al.*, 2001a ; Terral *et al.*, 2004 ; Baldoni *et al.*, 2006 ; Breton *et al.*, 2008 ; Khadari *et al.*, 2007 ; Belaj *et al.*, 2010), mais leurs fréquences par rapport aux régions du BM orientales restent faibles. La diffusion de l'oléiculture par l'homme à partir de l'Est vers l'Ouest de la Méditerranée, à travers les échanges entre différentes civilisations, a été accompagnée par des diversifications secondaires des variétés dans le Centre et l'Ouest de la Méditerranée (Besnard *et al.*, 2001b ; Terral *et al.*, 2004 ; Baldoni *et al.*, 2006 ; Breton *et al.*, 2008 ; Haouane *et al.*, 2011 ; Belaj *et al.*, 2012). En effet, les analyses moléculaires effectuées sur des oliviers cultivés et des oléastres provenant de l'Espagne, l'Italie, la Croatie ou la Turquie (Baldoni *et al.*, 2006 ; Belaj *et al.*, 2010 et 2012 ; Yoruk & Taskin, 2014) montrent vraisemblablement l'existence de flux de gènes entre oliviers cultivés et oléastres. D'autres travaux (Angiolillo *et al.*, 1999 ; Baldoni *et al.*, 2006 ; Bronzini de Caraffa *et al.*, 2002) suggèrent que les dissemblances entre les oliviers sauvages et cultivés des îles de la Méditerranée (Sardaigne, Sicile et la Corse) excluent la possibilité d'une origine autochtone des oliviers cultivés de ces trois îles et que l'introduction de variétés serait le facteur le plus important dans la diversification variétale des oliviers des îles. En revanche, Erre *et al.* (2010) ont montré que les cultivars d'oliviers Sardes ont une double origine, à la fois autochtone et allochtone, et que les variétés d'olivier actuelles sont le résultat d'arrangements continus du génome de base impliqué dans la sélection à la fois locale, représentée par les oléastres locaux, et de variétés introduites, représentées par l'échange de matériel génétique entre les différentes régions méditerranéennes. Ce scénario peut aussi expliquer une structuration des variétés d'oliviers méditerranéennes en trois pools génétiques distincts (Haouane *et al.*, 2011 ; El Bakkali *et al.*, 2013).

Les principales régions de l'oléiculture romaine en Maurétanie Tingitane se situent à Volubilis, Lixus et Tingis (Akerraz & Lenoir, 1981). Un scénario de reconstitution de la diffusion de la « PM » depuis les régions de Volubilis vers Marrakech et Tlemcen, puis aux oasis du sud, et autres régions oléicoles du pays, a été proposé par Moukhli *et al.* (2013). La plasticité de la « PM », sa grande adaptation aux différentes conditions environnementales dans les régions oléicoles au Maroc, son aptitude à un double usage (huile et olives de table) et la qualité de son huile qui ne fige pas à température basse, ont contribué à favoriser sa diffusion massive depuis l'antiquité, pendant le protectorat et après l'indépendance (Moukhli, 2009). Ce qui fait que cette variété représente plus de 90% des oliviers cultivés, y compris dans les vergers les plus anciens (Khadari *et al.*, 2007). En revanche, dans les autres pays du pourtour méditerranéen (Espagne, Italie, France, Algérie, Tunisie, etc.), on note une oléiculture avec des spécificités variétales en fonction des régions. De plus, Trujillo *et al.* (2014) mentionnent que la « PM » n'est pas distinguable génétiquement et morphologiquement des cultivars « Mission Nieland » de Californie et « Canivano blanco » d'Espagne. Haouane *et al.* (2011) avaient noté sa grande ressemblance génétique avec la variété « Sinawy » d'Égypte et El Bakkali (2013) l'a qualifié comme étant génétiquement identique à la variété « Aghenfaz » d'Algérie. De même, Diez *et al.* (2014) avancent l'hypothèse que le cultivar « Mission Nieland » de Californie serait originaire du Maroc, puis déplacé à Séville et éventuellement en Californie après, où il a été d'abord cultivé à San Diego par les missionnaires espagnols vers la moitié du XVIII^e siècle. De même, Besnard (communication personnelle) avait signalé, sur la base de marqueurs RAPD, la ressemblance de la variété « PM » avec la variété Israélienne « Shemlali ».

Compte tenu de ces divers constats, nous nous interrogeons sur les questions de diversification variétale de la « PM » dans l'Ouest de la Méditerranée et plus particulièrement au Maroc et sur son origine marocaine. Nous examinons ces questions et tout en apportant un nouvel éclairage sur l'initiation de l'oléiculture au Maroc et plus particulièrement sur les processus de diversification et les relations de parenté de la PM ainsi que ses origines possibles, en se basant sur une démarche d'analyse génétique.

Afin de vérifier l'hypothèse d'une éventuelle diversification secondaire de l'olivier introduit dans les régions sud de la péninsule Ibérique ou au Nord du Maroc, nous avons choisi l'utilisation

des marqueurs SSRs nucléaires et chloroplastiques pour l'évaluation des proximités génétiques de cette variété, la « PM », avec les variétés d'oliviers méditerranéennes (WGOB Marrakech).

I – Matériel et méthodes

1. Matériel végétal

457 géotypes de la collection internationale des variétés d'olivier du domaine expérimental de Tessaout INRA Marrakech (WGOB Marrakech) ont été étudiés, ils sont originaires de 14 pays méditerranéens. Ces géotypes sont différents entre eux par au moins trois allèles. L'utilisation d'un modèle de groupement, selon une approche bayésienne implémentée dans le programme structure V2.2 de Pritchard *et al.* (2000), a permis de les classer en 3 pools génétiques distincts (voir Fig. 1 et Tab. 1) (Haouane *et al.*, 2011 ; El Bakkali *et al.*, 2013).

2. Analyses moléculaires

17 marqueurs microsatellites nucléaires et 39 chloroplastiques ont été utilisés pour caractériser ces géotypes (El Bakkali *et al.*, 2013, Besnard *et al.*, 2011). Pour les analyses de relation de parenté 24 marqueurs SSR ont été utilisés.

3. Analyses des données

L'analyse en composante principale (ACP), implémentée dans le programme DARwin v5.0.137 4.0 Perrier *et al.* (2003), a permis de construire la distribution spatiale des 457 géotypes. Les dendrogrammes ont été construits en se basant sur les coefficients de divergence et la distance génétique de Neighbour-joining method (Saitou & Nei, 1987) du programme PowerMarker (Liu & Muse, 2005). Ils ont été construits en utilisant le programme FigTree v1.3.1. (<http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/>)

L'analyse de parenté a été réalisée sur l'ensemble de données microsatellites nucléaires (nSSR) des géotypes uniques en utilisant le logiciel FAMOZ (Gerber *et al.*, 2003). Un écart à un locus a été accepté pour tenir compte des erreurs de génotypage, présence de mutation, comme il a été proposé par Lacombe *et al.* (2012) dans le cas de la vigne. Des LOD scores ont été attribués par FAMOZ à chaque parent et aux paires de parents possibles. Le LOD score est la probabilité pour un individu d'être le parent d'une progéniture donnée divisé par la probabilité pour que les deux individus soient sans rapport de parenté (Gerber *et al.*, 2003).

Les Pedigrees pour les relations de parenté ont été établis à l'aide du logiciel PEDIMAP (Voorrips, 2007). (<http://www.wageningenur.nl/en/show/Pedimap.htm>)

II – Résultats

L'analyse de structuration des 457 géotypes de la collection WGOB de Marrakech selon l'approche Bayésienne a montré l'existence de 3 pools génétiques nucléaires (Fig. 1), validés selon la statistique de Evanno *et al.* (2005) :

- Un pool Ouest, composé de 127 géotypes originaires, du Maroc (27 géotypes), du Portugal (14) et d'Espagne (86) ;
- Un pool Centre, formé de 264 géotypes originaires de l'Algérie (36), la Croatie (14), la France (11), la Grèce (13), l'Italie (160), la Slovénie (8) et de la Tunisie (22) ;
- Un pool Est correspondant à 66 géotypes, originaires de Chypre (8), d'Egypte (17), du Liban (5) et de la Syrie (36).

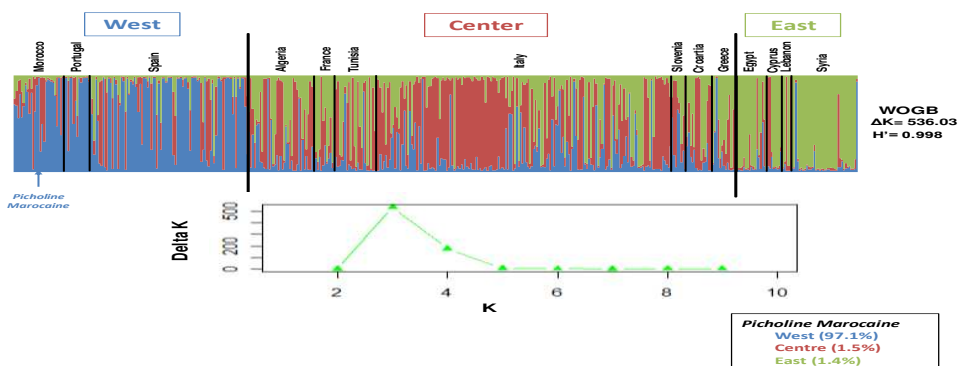


Figure 1. Structuration des 457 génotypes d'olivier de la collection WOGB Marrakech en 3 pools génétiques, selon une approche Bayésienne

1. Assignation génétique de la variété « Picholine marocaine »

La variété « PM » est fortement affiliée au pool génétique de l'Ouest, qui est représenté par 97,1% dans le génome de la « PM » (Tab. 1). 90 autres génotypes sont également affiliés à ce pool génétique de l'Ouest avec une probabilité $\geq 0,8$. Parmi eux, 70 génotypes appartiennent géographiquement à l'Ouest de la Méditerranée dont 54 génotypes (soit 70,13%) sont originaires de l'Espagne, 13 génotypes (soit 16,88 %) sont originaires du Maroc (y compris la PM) et 10 génotypes (soit 12,98 %) sont originaires du Portugal. Parmi les génotypes restant et appartenant au pool génétique de l'Ouest, 11 sont originaires du Centre de la Méditerranée [Algérie (1), Grèce (1), Italie (7) et Tunisie (2)] et deux de l'Est de la Méditerranée en Syrie (2), (Tab. 1).

Au niveau du polymorphisme chloroplastique, la plupart des génotypes attribués au pool génétique de l'Ouest (93,33%) ont la lignée maternelle de l'Est de la Méditerranée (E1.1, qui est majoritaire), alors que seulement 6 génotypes (6,66%) portent la lignée E1.2 [Algérie (1) et Italie (5)]. Tous les génotypes originaires du Maroc (y compris la PM) et de la péninsule ibérique portent la lignée E1.1 (Tab. 1).

Tableau 1. Distribution des géotypes appartenant au pool génétique de l'Ouest de la Méditerranée selon l'origine géographique, et par l'utilisation de l'approche bayésienne (probabilité $\geq 0,8$)

Origine géographique	Nombre de géotypes	Nombre de géotypes affiliés au pool génétique ouest	Lignées maternelles	
			E1.1	E1.2
Maroc	27	13 (16,88%)	13	
Portugal	14	10 (13,0%)	10	
Espagne	86	54 (70,13%)	54	
Total	127	77	77	
Algérie	36	1		1
France	11			
Tunisie	22	2	2	
Italie	160	7	2	5
Slovénie	8			
Croatie	14			
Grèce	13	1	1	
Total	264	11	6	5
Egypte	17			
Chypre	8			
Liban	5			
Syrie	36	2	2	
Total	66	2	2	
Total global	457	90	84	6

Le dendrogramme construit sur la base des 457 géotypes d'oliviers de Tessaout (WOGB Marrakech) a permis de révéler un groupe de 52 géotypes dont 23 géotypes sont originaires de l'Espagne et 10 géotypes du Maroc (y compris la « PM »). Aucun géotype du pool génétique de l'Est de la Méditerranée orientale n'est présent dans cet ensemble de 52 géotypes (Fig. 2).

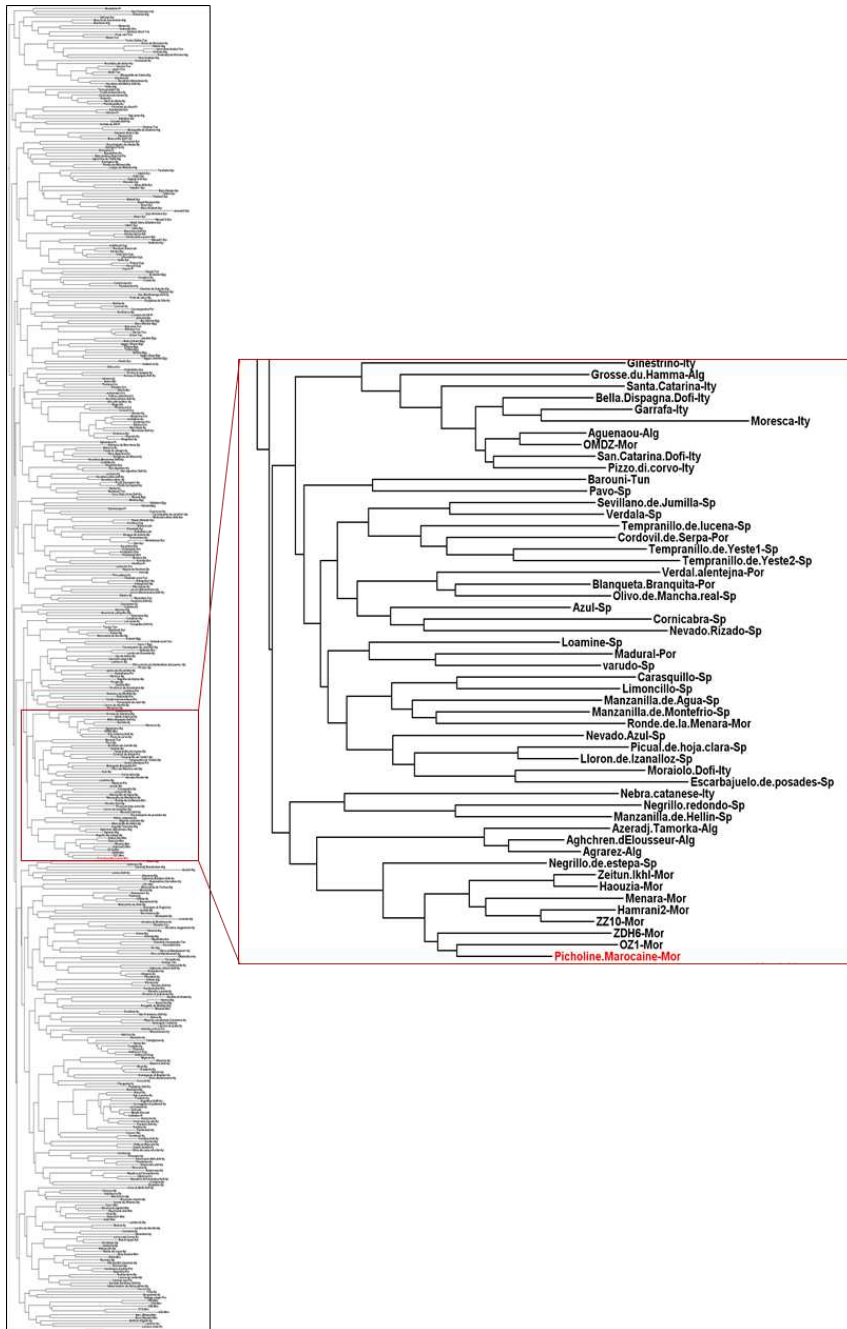


Figure 2. Dendrogramme des 457 génotypes d'oliviers de Tessaout (WOGB Marrakech)

Cette analyse montre un groupe de 52 génotypes avec des génotypes originaires d'Espagne (23), Maroc (10, y compris la PM), Italie (9), Algérie (5), Portugal (4), et Tunisie (1).

L'analyse en composantes principales (ACP) montre une distribution des 457 géotypes d'olivier (WOGB Marrakech) dans un espace bidimensionnel basé sur les premiers axes ACP qui correspondent à la plus importante variance génétique. La variété « PM » appartient au pool génétique de l'Ouest qui comprend les variétés du Maroc, du Portugal et de l'Espagne (Voir Fig. 3). Les niveaux de variance expliqués par chaque axe de l'ACP sont de 6,11% pour PCo1 et 4,17% pour PCo2 (Fig. 3).

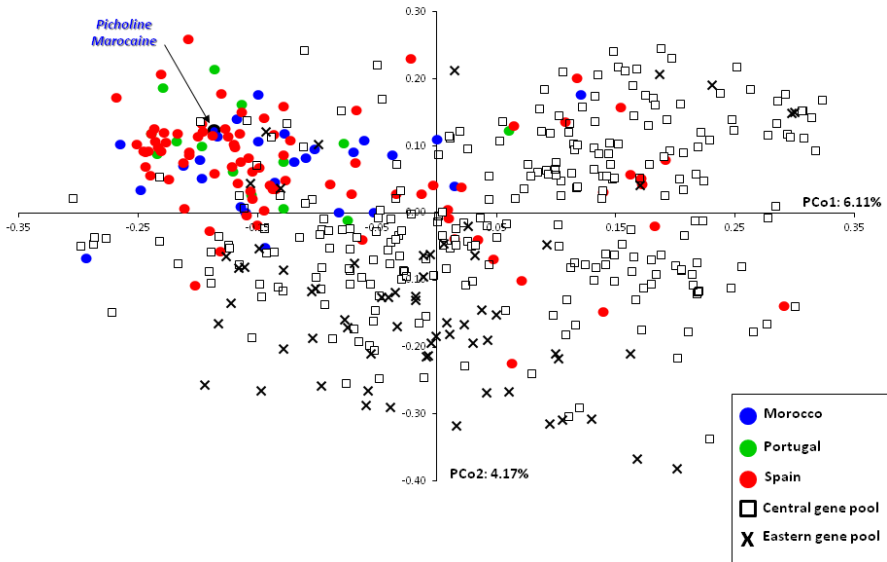


Figure 3. Distribution des 457 géotypes d'olivier (WOGB Marrakech) dans un espace bidimensionnel défini par l'analyse en composantes principales

2. Variations soma-clonales des cultivars d'oliviers marocains

Pour considérer que la variation génétique observée est d'origine asexuée, on a fixé le nombre d'allèles divergents tolérés entre les couples des géotypes à 3 loci au plus. Sur cette base, on a isolé 12 couples d'accèsions, dont les deux éléments du couple sont originaires du Maroc, 5 couples d'accèsions, dont un élément du couple est originaire du Maroc alors que l'autre est une accession égyptienne, 2 couples d'accèsions dont un élément du couple est originaire du Maroc et l'autre est originaire d'Italie, et enfin 1 couple d'accission dont un élément appartient au Maroc et l'autre à l'Espagne (Tab. 2).

Tableau 2. Comparaison en nombre d'allèles partagés (SSR) entre les couples de variétés (3 loci divergents tolérés)

N°	Nom	Origine	N°	Nom	Origine	Nombre SSR	Nombre SSR partagés
30	PM2 1202	Maroc	75	PM4 5116	Maroc	48	47
30	PM2 1202	Maroc	325	ZDH1	Maroc	48	46
30	PM2 1202	Maroc	429	Hamrani	Maroc	48	46
75	PM4 5116	Maroc	325	ZDH1	Maroc	48	47
75	PM4 5116	Maroc	429	Hamrani	Maroc	48	47
303	VS2	Maroc	354	VS3	Maroc	48	47
325	ZDH1	Maroc	429	Hamrani	Maroc	48	47
6	ZDH4	Maroc	21	Ronde de la Ménara	Maroc	46	43
55	Zitoune DK	Maroc	75	PM4 5116	Maroc	46	43
55	Zitoune DK	Maroc	325	ZDH1	Maroc	46	43
55	Zitoune DK	Maroc	429	Hamrani	Maroc	46	43
9	Zsb2	Maroc	329	PM3 5112	Maroc	48	47
30	PM2 1202	Maroc	422	Sinawy	Egypte	48	46
75	PM4 5116	Maroc	422	Sinawy	Egypte	48	47
325	ZDH1	Maroc	422	Sinawy	Egypte	48	46
6	ZDH4	Maroc	422	Sinawy	Egypte	48	45
55	Zitoune DK	Maroc	422	Sinawy	Egypte	46	43
54	Fakhfoukha	Maroc	138	Frantoio	Italie	48	47
54	Fakhfoukha	Maroc	358	SAN LAZZARO	Italie	48	45
48	Bouchouk Laghlid	Maroc	210	Ocal	Espagne	48	46
89	OMDZ	Maroc	310	Gordal Sévillane DOFI	Italie	48	46

3. Relations de parenté

L'analyse de parenté a été réalisée sur l'ensemble des données nSSR des géotypes uniques en utilisant le logiciel FAMOZ (Gerber *et al.*, 2003). Les résultats obtenus (Tab. 3) montrent 2 cas de parenté complète (les deux parents proposés), et 6 cas de parenté partielle (un seul parent proposé). Les pedigrees de ces relations de parenté ont été construits par Pedimap (Fig. 4).

Tableau 3. Parents proposés par Famoz pour quelques accessions du Maroc et le LOD score des affiliations des parents

Géotype	Parent 1	Parent 2	LOD Score	Delta LOD score	nSSR/ mismatch
PM2_1202	ZitounDK	Meloncillo	32,89	-1,00	23/0
ZDH4	PM2_1202	ZitounDK	28,16	-1,00	23/1
OZ1	PM2_1202	?	11,03	-1,00	22/0
Meslala	Olivo Del Mancha	?	12,16	-1,00	24/0
ZSB2	Meslala	?	23,84	-1,00	24/0
ZitounDK	?	?			
Meloncillo	?	?			
Olivo Del Mancha	Santa Caterina Dofi	?	9,12	-1,00	23/0

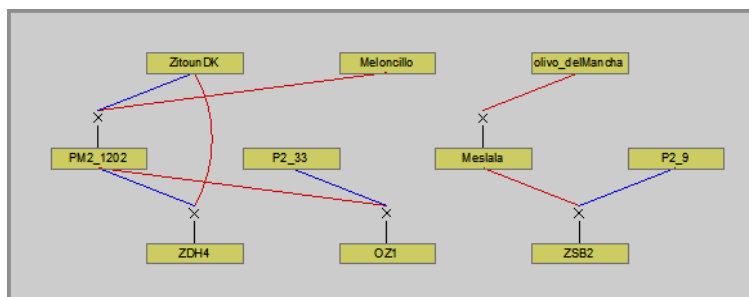


Figure 4. Relation de parenté pour les géotypes ZDH4, OZ1 et ZSB2

III – Discussion

La convergence de plusieurs indices issus de champs disciplinaires variés soutient l'hypothèse d'une introduction de la PM à partir de l'Espagne :

La PM est le résultat de croisements entre des lignées maternelles originaires de l'Est de la Méditerranée et des oléastres natifs de l'Ouest du BM. Compte tenu d'une pollinisation de type anémophile de *Olea europaea* L. ssp. *europaea*, les oléastres ont probablement contribué à la diversité génétique des oliviers locaux cultivés dans plusieurs régions du pourtour méditerranéen.

1- La structuration génétique des variétés d'oliviers au Maroc montre une filiation avec les variétés d'oliviers ibériques (Haouane *et al.*, 2011).

2- Les résultats de l'étude de parenté montrent des filiations avec des variétés d'origine espagnole pour la « PM » (calibre moyen) et pour la *Meslala* (gros calibre).

3- La variété « PM » est similaire sur le plan morphologique et génétique à plusieurs variétés : *Sigoise* (Algérie), *Canivano Blanco* (Espagne), *Mission Nieland* (USA), *Shemlali* (Israël). Elle est très proche génétiquement et morphologiquement de la variété *Sinawy* (Égypte) (Haouane, 2012). La variété *Sigoise* serait le résultat d'un déplacement de la « PM » pendant la période Almohade vers Tlemcen (Moukhli *et al.*, 2013). De plus, les analyses d'ADN effectuées sur des échantillons d'arbres anciens de la variété *Mission Nieland*, prélevée en Californie, partagent le même profil d'analyse SSR que celui de la « PM » (Pereira, 2014). La variété *Mission Nieland* (USA) est le résultat d'un déplacement à partir de l'Espagne (Cultivar *Canivano Blanco*) vers la Californie. Pour les cultivars *Sinawy* (Égypte) et *Shemlali* (Israël), l'hypothèse d'un déplacement de la « PM » ou de *Mission de Nieland* à partir du Maroc ou des USA est envisagée pour expliquer leurs présences en Égypte et en Israël. Le cas de la variété *Canivano Blanco* reste encore non élucidé : s'agit-il d'un déplacement de la « PM » à partir du Maroc ? ou d'un déplacement de *Canivano blanco* à partir de la Bétique par les romains vers la Maurétanie Tingitane ? Des cas de déplacement de cultivars suite à la conquête de la Croatie par les turques ont été signalés par Ercisli *et al.* (2012). Ces auteurs ont remarqué des profils SSR similaires chez les individus de deux couples de variétés composés à la fois de cultivars croates et turques (« Muska Buža » et « Levantinka » ; « VLMD6 » et « Drobница »).

4- Les indices d'une diffusion massive de la « PM » en Maurétanie Tingitane sont seulement présents au Nord du Maroc dans les villes du triangle formé par Lixus, Volubilis et Tingis, où l'on note la présence de nombreuses huileries romaines, principalement à Volubilis (Akerraz & Lenoir, 1981). Ces huileries sont très similaires à celles existant en Bétique. Carter (2008) rapporte que la période d'exploitation pour la production d'huile d'olive en Californie à Mission San Diego de Alcalá se situe autour de 1769, après construction des presses en bois à deux vis fixes (identiques à celles ayant existé à la même époque en Espagne). L'introduction des oliviers dans un pays (ou région) est aussi associée à celle des techniques de trituration d'huile (presse, meules, scourtins), et de recettes de conservation d'olives de table (fermentation et conservation). L'iconographie ancienne (antique et médiévale) des presses à huile au Maroc montre des ressemblances avec celles du Portugal et d'Espagne, ce qui témoigne des influences importantes et des similitudes dans les procédés de trituration d'huile, documentées par des études d'archéologie industrielle (Akerraz & Lenoir, 1981 ; Amouretti *et al.*, 1984).

5- La diffusion de la « PM » depuis le XII^e siècle vers Marrakech, est attestée par des géographes arabes Moukhli *et al.* (2013). Des analyses par SSR des oliviers du jardin de la Ménara de Marrakech ont confirmé l'ancienneté de la « PM » dans ce jardin médiéval (Santoni *et al.*, 2009).

La diffusion de la « PM » vers le Souss et le Sidjilmassa est attestée depuis le XVII^e siècle. Sa diffusion massive est constatée depuis le protectorat et après l'indépendance dans toutes les régions oléicoles actuelles du pays (Moukhli *et al.*, 2013).

Conclusion

Les marqueurs moléculaires (SSR nucléaires et chloroplastiques) ont permis d'affirmer que la variété « Picholine marocaine » est vraisemblablement le résultat d'une diversification secondaire issue de croisements successifs d'une forme domestiquée introduite de l'Est de la Méditerranée avec des oléastres de l'Ouest de la Méditerranée. Cette variété appartient au pool génétique de l'Ouest tout en ayant une lignée maternelle de l'Est de la Méditerranée. Elle est génétiquement affiliée aux variétés d'olivier ibériques. Les indices de sa diffusion massive en Maurétanie Tingitane datent de l'époque romaine (Beaucoup de similitudes rapportées entre presses antiques et techniques d'extraction à Volubilis et celles existantes en Bétique). Les analyses de relation de parenté par les marqueurs SSR montrent des relations de parenté entre cette variété et la variété espagnole *Meloncillo*. Tous les indices provenant de divers champs disciplinaires appuient l'hypothèse d'une introduction de la « PM » au Maroc à partir de la Bétique par les Romains. Les similitudes en matière de matériel génétique de base en Espagne et au Maroc pour la diversification de l'olivier, et les ressemblances entre les systèmes de presse à huile dans les deux pays, laissent encore non élucidée la localisation géographique de la diversification de l'olivier quant à l'origine de la « PM » (en péninsule Ibérique ou au Nord du Maroc). En revanche, l'hypothèse selon laquelle le processus de diversification aboutissant à la « PM » a eu lieu au Maroc, comme le suggère Diez *et al.* (2014), ne peut être rejetée. Les implications en matière de conservation et de valorisation des ressources génétiques au Maroc et l'impact sur les oléastres restent les mêmes quel que soit la localisation de la diversification (Espagne ou Maroc). Mais pour des considérations historiques, la localisation de la diversification reste une question importante qui nécessitera la réalisation d'analyses complémentaires, comme par exemple l'analyse de noyaux d'olives provenant de sites archéologiques bien datés, situés de part et d'autre du Déroit (Maroc et Espagne), soit par des comparaisons morphométriques de ces échantillons et/ou soit par des analyses d'ADN anciens issus d'échantillons d'olives trouvés dans des amphores.

Remerciements

Ce travail a été soutenu par les projets 1) ARIMNET 1 PestOlive « Contribution de l'histoire de l'olivier à la gestion des bio-agresseurs telluriques dans le Bassin méditerranéen », 2) la Fondation Agropolis (projet OliveMed ID 12026-D66 « Investissements d'avenir » programme « Labex Agro : ANR-10-LABX-301-01 » 3) le Ministère des affaires étrangères de la France pour le projet PRAD 14-03 : « CoreOlive : Caractérisation génétique et phénotypique de l'olivier au Maroc et mise en place d'une collection locale ».

Références

- Akerraz A., Lenoir M. (1981-1982).** Les huileries de Volubilis. *Bulletin d'Archéologie Marocaine*, tome. 14, p. 69-101.
- Amouretti M.-C., Comet G., Ney C., Paillet J.-L. (1984).** À propos du pressoir à huile : de l'archéologie industrielle à l'histoire. *Mélanges de l'Ecole française de Rome. Antiquité*, vol. 96, n.1, p. 379-421. http://www.persee.fr/doc/mefr_0223-5102_1984_num_96_1_1411
- Angiolillo A., Menuccini M., Baldoni L. (1999).** Olive genetic diversity assessed using amplified fragment length polymorphisms. *Theoretical and Applied Genetics*, vol. 98, n. 3, p. 411-421. <http://dx.doi.org/10.1007/s001220051087>
- Baldoni L., Tosti N., Ricciolini C., et al. (2006).** Genetic structure of wild and cultivated olives in the Central Mediterranean Basin. *Annals of Botany*, vol. 98, n. 5, p. 935-942. <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcl178>

- Belaj A., del Carmen Dominguez-García M., Atienza S.G., et al. (2012).** Developing a core collection of olive (*Olea europaea* L.) based on molecular markers (DARts, SSRs, SNPs) and agronomic traits. *Tree Genetics & Genomes*, April 2012, vol. 8, n. 2, p. 365-378. <http://dx.doi.org/10.1007/s11295-011-0447-6>
- Belaj A., Diez C.M., Baldoni L., Satovic Z., Barranco D. (2010).** Genetic diversity and relationships of wild and cultivated olives at regional level in Spain. *Scientia Horticulturae*, 5 April 2010, vol. 124, n. 3, p. 323-330. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2010.01.010>
- Besnard G., Baradat P., Bervillé A. (2001b).** Genetic relationships in the olive (*Olea europaea* L.) reflect multilocal selection of cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*, February 2001, vol. 102, n. 2, p. 251-258. <http://dx.doi.org/10.1007/s001220051642>
- Besnard G., Baradat P., Breton C., Khadari B., Bervillé A. (2001a).** Olive domestication from structure of oleasters and cultivars using nuclear RAPDs and mitochondrial RFLPs. *Genetics, Selection, Evolution*, vol. 33, suppl. 1, p. S251-S268. Colloque national BRG / Conservatoire du patrimoine biologique régional de Midi-Pyrénées. 3, 2000-10-09/2000-10-11, Toulouse (France).
- Besnard G., Khadari B., Navascués M. et al. (2013).** The complex history of the olive tree: from Late Quaternary diversification of Mediterranean lineages to primary domestication in the northern Levant. *Proceedings of the Royal Society B*, 07 April 2013, vol. 280, n. 1756. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2012.2833>
- Besnard G., Hernandez P., Khadari B., Dorado G., Savolainen V. (2011).** Genomic profiling of plastid DNA variation in the Mediterranean olive tree. *BMC Plant Biology*, vol. 11, 11 p. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2229-11-80>
- Breton C., Terral J.-F., Pinatel C., Médail F., Bonhomme F., Bervillé A. (2008).** The origins of the domestication of the olive tree. *Comptes Rendus Biologies*, December 2009, vol. 332, n. 12, p. 1059-1064. <http://dx.doi.org/10.1016/j.crv.2009.08.001>
- Bronzini de Caraffa V., Giannettini J., Gambotti C., Maury J. (2002).** Genetic relationships between cultivated and wild olives of Corsica and Sardinia using RAPD markers. *Euphytica*, January 2002, vol. 123, n. 2, p. 263-271. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1014902210530>
- Carter N.C. (2008).** San Diego olives: origins of a California industry. *The Journal of San Diego History*, Summer 2008, vol. 54, n. 3, p. 138-140.
- Diez C.M., Trujillo I., Martínez-Urdiroz N., Barranco D., Rallo L., Marfil P., Gaut B.S. (2014).** Olive domestication and diversification in the Mediterranean Basin. *New Phytologist*, April 2015, vol. 206, n. 1, p. 436-447. <http://dx.doi.org/10.1111/nph.13181>
- El Bakkali A. (2013).** *Etude de la diversité génétique et construction de Core collections en vue de la génétique d'association chez l'olivier (Olea europaea L.)*. Thèse Doctorat : Faculté de Bio-ingénierie, Université de Gand (Belgique). 249 p.
- El Bakkali A., Haouane H., Moukli A., Costes E., Van Damme P., Khadari B. (2013b).** Construction of core collections suitable for association mapping to optimize use of Mediterranean olive (*Olea europaea* L.) genetic resources. *PLoS One*, vol. 8, n. 5. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0061265>
- Ercisli S., Bencic D., Ipek A., Barut E., Liber Z. (2012).** Genetic relationships among olive (*Olea europaea* L.) cultivars native to Croatia and Turkey. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, vol. 85, n. 2, p. 144-149. <http://pub.jki.bund.de/index.php/JABFQ/article/view/2314>
- Erre P., Chessa I., Munoz-Diez C., Belaj A., Rallo L., Trujillo I. (2010).** Genetic diversity and relationships between wild and cultivated olives (*Olea europaea* L.) in Sardinia as assessed by SSR markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, January 2010, vol. 57, n. 1, p. 41-54. <http://dx.doi.org/10.1007/s10722-009-9449-8>
- Evanno G., Regnaut S., Goudet J. (2005).** Detecting the number of clusters of individuals using the software Structure, a simulation study. *Molecular Ecology*, July 2005, vol. 14, n. 8, p. 2611-2620. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-294X.2005.02553.x>
- Gerber S., Chabrier P., Kremer A. (2003).** FAMOZ: a software for parentage analysis using dominant, codominant and uniparentally inherited markers. *Molecular Ecology, Notes*, September 2003, vol. 3, n. 3, p. 479-481. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1471-8286.2003.00439.x>

- Houane H. (2012).** *Origines, domestication et diversification variétale chez l'olivier (Olea europaea L.) à l'ouest de la Méditerranée.* Thèse (Dr. Evolution, Ecologie, Ressources Génétiques, Paléontologie) : Montpellier Supagro, Université de Marrakech. 272 p
- Houane H., El Bakkali A., Moukhli A., et al. (2011).** Genetic structure and core collection of the World Olive Germplasm Bank of Marrakech: towards the optimised management and use of Mediterranean olive genetic resources. *Genetica*, September 2011, vol. 139, n. 9, p. 1083-1094. <http://dx.doi.org/10.1007/s10709-011-9608-7>
- Kaniewski D., Van Campo E., Boiy T., Terral J.-F., Khadari B., Besnard G. (2012).** Primary domestication and early uses of the emblematic olive tree: palaeobotanical, historical and molecular evidences from the Middle East. *Biological Reviews*, November 2012, vol. 87, n. 4, p. 885-899.
- Khadari B., Charafi J., Moukhli A., Ater M. (2008).** Substantial genetic diversity in cultivated Moroccan olive despite a single major cultivar: a paradoxical situation evidenced by the use of SSR loci. *Tree Genetics & Genomes*, April 2008, vol. 4, n. 2, p. 213-221. <http://dx.doi.org/10.1007/s11295-007-0102-4>
- Lacombe T., Boursiquot J.-M., Laucou V., Di Vecchi-Staraz M., Péros J.P., This P. (2012).** Large-scale parentage analysis in an extended set of grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, February 2013, vol. 126, n. 2, p. 401-414. <http://dx.doi.org/10.1007/s00122-012-1988-2>
- Liu K., Muse S.V. (2005).** PowerMarker: an integrated analysis environment for genetic marker analysis. *Bioinforma*, vol. 21, n. 9, p. 2128-2129. <http://dx.doi.org/10.1093/bioinformatics/bti282>
- Moukhli A. (2009).** *Impact de l'évolution des techniques de multiplications et de trituration sur l'intensification de la diffusion de l'olivier au Maroc.* 1. Rencontre du groupe interdisciplinaire sur l'Oléiculture au Maroc, de la Préhistoire à nos Jours : Pratiques, Usages, Commerce et Politiques, 2009/11/ 22-25, Marrakech (Maroc).
- Moukhli A., Houane H., El Modafar C., Khadari B. (2013).** Histoire de l'introduction et de la diffusion de l'oléiculture au Maroc. In : Ilbert H., Tekelioglu Y., Çagatay S., Tozanli S. (eds.). *Indications Géographiques, dynamiques socio-économiques et patrimoine bio-culturel en Turquie et dans les pays méditerranéens.* Montpellier : CIHEAM. p. 169-196. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 104). 2. Séminaire International d'Antalya, 2010/12/16-19, Antalya (Turquie). <http://om.ciheam.org/om/pdf/a104/00006850.pdf>
- Perrier X., Flori A., Bonnot F. (2003).** Data analysis methods. In: Hamon P., Seguin M., Perrier X., Glaszmann J.C. (eds). *Genetic diversity of cultivated tropical plants.* Enfield : Science Publishers, Montpellier : CIRAD. p. 43-76. (Repères).
- Pritchard J.K., Stephens M., Donnelly P. (2000).** Inference of population structure from multilocus genotype data. *Genetics*, June 2000, vol. 155, n. 2, p. 945-959. <http://www.genetics.org/content/155/2/945>
- Saitou N., Nei M. (1987).** The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology Evolution*, vol. 4, n. 4, p. 406-425.
- Santoni S., Moukhli A., Khadari B. (2009).** Statut génétique des oliviers du jardin de la Menara à Marrakech. 1. rencontre du Groupe Interdisciplinaire sur l'Oléiculture au Maroc, de la Préhistoire à nos Jours : Pratiques, Usages, Commerce et Politique, 2009/11/22-25, Marrakech (Maroc).
- Scarfia L., (2012)** Are mission olives actually Picholine marocaine? *Olive Oil Times*, 18 October 2012. <http://www.oliveoiltimes.com/opinion/are-mission-olives-actually-picholine-marocaine/29732>
- Terral J.-F., Alonso N., I Capdevila R.B., Chatti N., Fabre L. et al. (2004).** Historical biogeography of olive domestication (*Olea europaea* L.) as revealed by geometrical morphometry applied to biological and archaeological material. *Journal of Biogeography*, January 2004, vol. 31, n. 1, p. 63-77. <http://dx.doi.org/10.1046/j.0305-0270.2003.01019.x>
- Trujillo I., Ojeda M.A., Urdiroz N.M., Potter D., Barranco D., Rallo L., Diez C.M. (2014).** Identification of the Worldwide Olive Germplasm Bank of Córdoba (Spain) using SSR and morphological markers. *Trees Genetics & Genomes*, February 2014, vol. 10, n. 1, p. 141-155. <http://dx.doi.org/10.1007/s11295-013-0671-3>
- Voorrips R.E., Bink M.C.A.M., Van de Weg W.E. (2012).** Pedimap: Software for visualization of genetic and phenotypic data in pedigrees. *The Journal of Heredity*, November 2012, vol. 103, n. 6, p. 903-907. <http://dx.doi.org/10.1093/jhered/ess060>

Yoruk B., Taskin V. (2014). Genetic diversity and relationships of wild and cultivated olives in Turkey. *Plant Systematics and Evolution*, May 2014, vol. 300, n. 5, p. 1247-1258.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00606-014-1002-3>

Zohary D., Hopf M. (2000). *Domestication of plants in the Old World: the origin and spread of cultivated plants in west Asia, Europe, and the Nile Valley* 3. éd. New York : Oxford University Press. 316 p.