

ESSAI DE TAXONOMIE NUMÉRIQUE SUR
LE CHÊNE ZÈNE (*QUERCUS FAGINEA* LAM.)
AU MAROC.

A. ZINE EL ABIDINE*

M. FENNANE**

* Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs, B.P. 511, Tabriquet, Salé, Maroc

** Institut Scientifique, B.P. 703, Agdal, Rabat, Maroc

(Recibido el 13 de Abril de 1993)

Resume: L'étude est basée sur des observations morphologiques détaillées portant sur les feuilles et les jeunes rameaux de 213 spécimens représentant la quasi-totalité des populations marocaines du Chêne zène. Dix sept caractères regroupant 90 modalités ont pu être décrits. L'analyse factorielle des correspondances a mis en évidence 3 noyaux de spécimens reliés entre eux par beaucoup d'individus intermédiaires. A la lumière de ces investigations, les auteurs considèrent qu'il y'a une seule espèce de Chêne zène au Maroc, *Q. faginea* Lam. (s.l.) avec 3 sous-espèces: subsp. *faginea*, subsp. *baetica* (Webb.) Maire et subsp. *ilemecenensis* (A. DC.) Greuter & Burdet. Parmi les caractères étudiés, ceux relatifs au tomentum se sont révélés efficaces pour caractériser les taxons infraspécifiques.

Summary: Detailed morphological observations of leaves and young branches were made on a sample of 213 specimens representing nearly all the zeen oak populations in Morocco. Seventeen characters, divided into 90 modalities, were selected and studied. The common factor analysis showed three distinct groups with individuals of intermediate between them. These groups are interpreted like subspecies, so the authors think that only one oak zeen species exist in Morocco: *Quercus faginea* Lam. (s.l.) with subsp. *faginea*, subsp. *baetica* (Willd.) Maire and subsp. *ilemecenensis* (A. DC.) Greuter & Burdet. Among the characters studied, those related to the tomentum have the highest taxonomic value.

INTRODUCTION

Les Chênes à feuillage caduc ou semi-persistant sont représentés au Maroc par le Chêne tauzin (*Quercus pyrenaica* Willd.), le Chêne nain (*Q. fruticosa*

Brot.) et le Chêne zène (*Q. faginea* s.l.) qui correspond à une ou deux espèces, voire plus, suivant les auteurs. La systématique de ce dernier chêne est complexe d'autant plus qu'il s'hybride facilement avec le Chêne tauzin. Contrairement aux deux autres, *Q. faginea* (s.l.) est très polytypique au Maroc notamment pour ce qui est des caractères des feuilles: forme, dimensions, pilosité, etc.

Ce travail se propose de préciser la taxonomie du *Q. faginea* à l'aide d'une série de traitements par analyse factorielle des correspondances (AFC) portant sur des caractères tous morphologiques. Pour des raisons de moyens matérielles (*), les populations étudiées se limitent à l'aire marocaine du Chêne zène; il y a donc lieu de souligner le caractère un peu préliminaire de ces recherches.

APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE

Nous nous limitons dans cet aperçu à quelques références seulement qui suffisent pour illustrer la controverse régnant autour de la taxonomie du Chêne zène.

Dans sa monographie sur les chênes du monde, CAMUS (1936-1954) distingue trois espèces: *Quercus mirbeckii* Durieu, *Q. alpestris* Boiss. et *Q. faginea* Lam. HUGUET DEL VILLAR (1937-1949) considère que le Chêne zène correspond à un complexe spécifique avec pas moins de six espèces qui sont: *Q. faginea* Lam., *Q. mirbeckii* Durieu, *Q. tlemcenensis* (A. DC.) Trabut, *Q. maroccana* (Br.-Bl. & Maire) Huguet del Villar, *Q. alpestris* Boiss. et *Q. baetica* (Webb) Huguet del Villar. Dans la Flore de l'Afrique du Nord, MAIRE (1961) évoque un seul binome, *Q. faginea* Lam., avec les quatre sous-espèces suivantes: *baetica* (Webb) Maire, *faginea*, *tlemcenensis* (A. DC.) Maire & Weiller et *alpestris* (Boiss.) Maire.

Des travaux phytoécologiques plus récents (QUEZEL 1976, ACHHAL & al. 1980, BENABID 1985) citent deux taxons *Q. canariensis* Willd. et *Q. faginea* Lam. Cette même tendance figure également dans Med-checklist (GREUTER & al., 1986) où l'on retrouve ces deux binomes, avec des sous-espèces douteuses pour *Q. faginea*; le tout traité au sein d'un même agrégat *Q. gr. robur*, ce qui souligne encore une fois la complexité de ce chêne.

(*) Le travail de terrain a été réalisé par ZINE EL ABIDINE dans le cadre d'une thèse de docteur ingénieur (ZINE EL ABIDINE, 1987).

ESSAI DE TAXONOMIE NUMÉRIQUE

But et méthode

Les objectifs de ce travail sont les suivants:

- Mettre en évidence et délimiter les taxons auxquels se rattacheraient les populations marocaines de Chêne zène.
- Chercher les caractères morphologiques les plus stables permettant la distinction de ces taxons.
- Préciser leur répartition géographique.

L'échantillonnage a été réalisé en été, sur des arbres âgés. Il porte sur 213 spécimens récoltés dans 47 populations à travers l'ensemble du pays (tab. 1). Les spécimens consistent en des rameaux ayant plus de 40 feuilles chacun. Ces dernières, ou du moins celles atteignant leur croissance maximale, ont fait l'objet d'une description détaillée portant sur 17 caractères (tab. 2) et 90 modalités (ou états de caractères).

Les caractères étudiés ne concernent cependant que les feuilles, les bourgeons et les jeunes rameaux. D'autres, au moins aussi importants, relatifs aux chatons et aux fruits, n'ont pas pu être examinés essentiellement pour des raisons matérielles. En effet, ceci nous aurait obligé de revenir trois fois sur la même population, effort qui était impossible en raison des moyens et du temps accordés pour ces recherches.

A chaque état de caractère (ou modalité) étudié est affecté un code numérique de 4 chiffres (tab. 2). Pour les caractères quantitatifs, il convient de fournir les deux précisions suivantes: 1) les valeurs données représentent la moyenne des mesures réalisées sur quarante feuilles de chaque rameau, 2) les classes de valeurs retenues ont été délimitées sur des histogrammes de fréquence réalisés à cette fin.

L'exploitation de toutes nos données a été faite par analyse factorielle des correspondances (AFC). L'avantage de ce type d'investigation, aujourd'hui très largement pratiqué, n'est plus à démontrer. Dans l'ensemble, cinq traitements ont été réalisés:

- Un traitement global portant sur l'ensemble de la matrice des données, soit 213 spécimens et 90 modalités relatives à 17 caractères.
- Un traitement des caractères quantitatifs.
- Un traitement des caractères qualitatifs. Deux traitements partiels portant sur 45 et 18 modalités, correspondant respectivement à 10 et à 6 caractères.

localité		nombre de spécimens	code
Taineste	(Rif)	5	0001-0005
Bab Chiker	"	7	0006-0012
Ketama	"	8	0013-0020
j. Tizirène	"	7	0021-0027
j. Afechtal	"	6	0028-0033
j. Talassamtane	"	12	0034-0045
j. Kelti	"	10	0046-0055
j. Izarène	"	3	0056-0058
j. Tima-Izarène	"	4	0059-0062
j. Khezana	"	10	0063-0072
j. Sounna	"	7	0073-0079
Ain koniat	"	7	0080-0086
j. Lakbir	"	11	0087-0097
j. Dar Chaoui	"	2	0098-0099
j. Labrarza	"	4	0100-0103
j. Zaouia	"	3	0104-0106
j. Allam	"	7	0107-0113
j. Bou Hachem	"	6	0114-0119
Ait Ouirrah	(Moyen Atlas)	5	0120-0124
Tafechna (Khenifra)	"	4	0125-0128
Talarine	"	6	0129-0134
Idzer	"	3	0135-0137
Aguelmame azigza	"	4	0138-0141
Jaâba	"	13	0142-0154
Boujirt	"	9	0155-0163
Tagounit	"	4	0164-0167
Azrou	"	12	0168-0179
Dayat Hachlef	"	6	0180-0185
Ifrane	"	2	0186-0187
Tazekka	"	19	0188-0206
El Harcha	(Plateau Central)	6	0207-0212
Vallée de l'Azaden	(Haut Atlas)	1	0213

Tableau 1. Localités et codes des spécimens étudiés (j. = jbel).

1. FEUILLE (au stade de croissance maximale)		1.3. <i>Marge du limbe</i>	
1.1. <i>Dimensions</i>		1301: dentée	(82)
1.1.1. <i>Longueur (L) en cm</i>		1302: dentée spinescence	(16)
1111: L < 5	(4 spécimens)	1303: lobée	(18)
1112: 5 ≤ L < 6	(12)	1304: sublobée	(42)
1113: 6 ≤ L < 6,75	(25)	1305: lobée-dentée	(6)
1114: 6,75 ≤ L < 7,75	(46)	1306: crénelée	(36)
1115: 7,75 ≤ L < 8,75	(65)	1307: crénelée-dentée	(20)
1116: 8,75 ≤ L < 9,75	(26)	1308: crénelée non dentée	(2)
1117: 9,75 ≤ L < 10,75	(20)	1.4. <i>Sommet du limbe</i>	
1118: 10,75 ≤ L < 11,75	(7)	1401: obtus	(95)
1119: 11,75 ≤ L	(17)	1402: aigu	(6)
1.1.2. <i>Largeur (l) en cm</i>		1403: émarginé	(20)
1121: L < 2,75	(8 spécimens)	1404: arrondi	(101)
1122: 2,75 ≤ L < 3,75	(56)	1.5. <i>Base du limbe</i>	
1123: 3,75 ≤ L < 4,75	(85)	1501: cordée	(72)
1124: 4,75 ≤ L < 5,75	(48)	1502: subcordée	(66)
1125: 5,75 ≤ L < 6,75	(13)	1503: circulaire	(2)
1126: 6,75 ≤ L < 7,75	(8)	1504: atténuée	(20)
1127: 7,75 ≤ L < 8,75	(2)	1505: subatténuée	(56)
1128: 8,75 ≤ L < 9,75	(1)	1507: subtronquée	(6)
1129: 9,75 ≤ L	(1)	1.6. <i>Pilosité de la face abaxiale des feuilles</i>	
1.2. <i>Forme du limbe</i>		1.6.1.	
1211: ovale	(9 spécimens)	1611: tomenteuse	(112)
1212: subovale	(5)	1612: pubescente	(13)
1213: obovale	(70)	1613: glabrescente	(97)
1214: subobovale	(2)	1.6.2. <i>Couleur</i>	
1215: oblongue	(44)	1621: blanche	(90)
1216: suboblongue	(31)	1622: jaune	(59)
1217: elliptique	(41)	1623: brune	(73)
1218: subelliptique	(2)		
1219: suboblancéolée	(18)		

Tableau 2. Codes et fréquences des états des caractères.

1.6.3. <i>Type de tomentum</i>	1814: 10	(77)
	1815: 11	(63)
1631: persistant appliqué	(57) 1816: 12	(23)
1632: persistant non appliqué	(64) 1817: 13	(9)
1633: caduc floconneux	(101) 1818: 14	(5)
	1819: 15	(3)
1.6.4. <i>Longueur des branches des poils</i>		
1641: L < 180 microns	(61)	
1642: 180 < L < 300	(70)	
1643: 300 ≤ L	(91)	
1.7. <i>Pétiole</i>		
1.7.1. <i>Longueur (en mm)</i>		
1711: L < 6,5	(6)	
1712: 6,5 ≤ L < 9,5	(16)	
1713: 9,5 ≤ L < 12,5	(80)	
1714: 12,5 ≤ L < 16,5	(77)	
1715: 16,5 ≤ L < 20,5	(33)	
1716: 20,5 ≤ L	(10)	
1.7.2. <i>Pilosité</i>		
1721: tomenteux	(102)	
1722: pubescent	(26)	
1723: glabrescent	(94)	
1.8. <i>Nervation</i>		
1.8.1. <i>Nombre de paires</i>		
1811: 7	(1)	
1812: 8	(9)	
1813: 9	(32)	
	1.8.2. <i>Type</i>	
	1821: comparinervée (*)	(196)
	1822: subcomparinervée	(22)
	1823: disparinervée	(3)
	1824: subdisparinervée	(1)
	2. BOURGEON FOLIAIRE	
	2.1. <i>Forme</i>	
	2101: conique	(104)
	2102: conique petit, < 3 mm	(42)
	2104: ovoïde petit, < 3 mm	(7)
	2105: fusiforme	(28)
	2106: fusiforme petit, < 3 mm	(41)
	2.2. <i>Pilosité</i>	
	2201: tomenteux	(35)
	2202: pubescent	(84)
	2203: glabrescent	(103)
	3.1. <i>Pilosité des jeunes rameaux</i>	
	3101: tomenteux	(79)
	3102: pubescent	(14)
	3103: glabrescent	(129)

Tableau 2. Continuation.

(*) Une feuille comparinervée a des nervures secondaires qui sont régulières et rapprochées, allant de la nervure principale sans se bifurquer en branche de la même catégorie et sans nervures intercalaires intermédiaires. Dans le cas contraire, il s'agit de feuille disparinervée (cf. H. DEL VILLAR 1937).

Apport de l'analyse factorielle des correspondances

Analyse globale

Dans l'analyse globale, les premiers facteurs F1 et F2 montrent un effet Guttman assez net, mais ils fournissent peu d'informations comme en témoignent leurs faibles valeurs d'inertie, respectivement égales à 7,67 et 4,14. Les valeurs propres, également faibles, signifient qu'il n'y a aucune structuration évidente des points autour des deux premiers axes. Ainsi donc, les plans factoriels 1x2 représentant les points spécimens (fig. 1) ou caractères

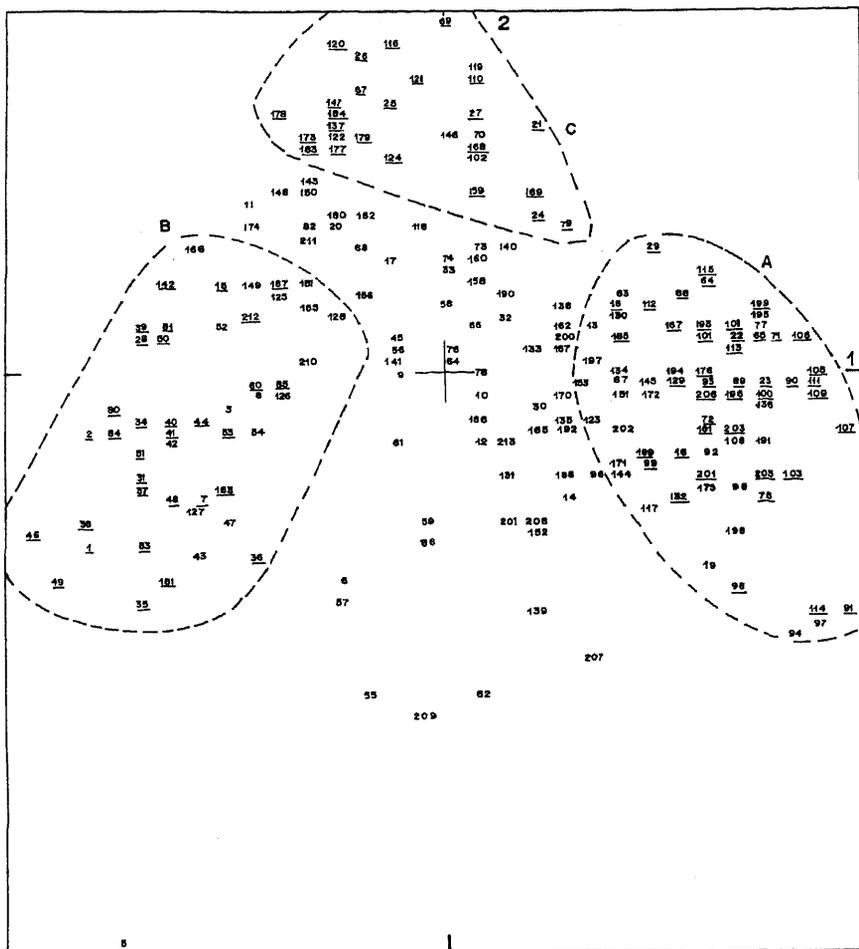


Fig. 1. AFC, traitement global; plan 1 x 2 des points specimens (les numéros soulignés correspondent aux spécimens ayant de CTR > moyenne).

longueur des feuilles ≥ 9 cm; feuilles glabrescentes en dessous; tomentum brun, caduc et floconneux, longueur des poils ≥ 300 microns, pétioles et jeunes rameaux glabrescents.

Le noyau B s'identifie par 32 spécimens (codes: 1, 2, 7, 15, 28, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 44, 46, 48, 49, 50, 51, 53, 60, 80, 81, 83, 84, 85, 142, 163, 181, 187, 212). A ce noyau correspondent les modalités suivantes (fig. 2): longueur des feuilles $< 6,75$ cm; largeur des feuilles $< 3,75$ cm; feuilles tomenteuses en dessous; tomentum persistant appliqué; longueur des poils < 180 microns; pétioles et jeunes rameaux tomenteux.

Le noyau C qui occupe une position intermédiaire entre les deux premiers sur l'axe F1, comprend 24 spécimens à fortes CTR (codes: 21, 24, 25, 26, 27, 67, 69, 79, 110, 116, 120, 121, 124, 137, 147, 159, 168, 169, 173, 177, 178, 179, 183, 184). Les états de caractères liés à ce noyau sont (fig. 2): feuilles obovées, à sommet légèrement émarginé; tomentum persistant non appliqué, longueur des poils comprise entre 180 et 300 microns, celle de pétiole entre 12,5 et 16,5 mm, bourgeons foliaires tomenteux.

Ces trois groupes de populations A, B et C se reconnaissent aisément sur les plans factoriels de deux autres traitements qui ont concerné seulement les caractères quantitatifs ou qualitatifs. Ces traitements qui ne fournissent pas d'informations supplémentaires importantes ne sont pas repris ici pour nous consacrer davantage aux analyses partielles.

Première analyse partielle

La première analyse partielle a concerné les seuls caractères révélés importants (CTR fortes) lors des analyses précédentes, ce sont: longueur des feuilles, largeur des feuilles, pilosité des feuilles, couleur du tomentum, type du tomentum, longueur des poils, pilosité des pétioles, pilosité des jeunes rameaux, longueur des pétioles, pilosité des bourgeons.

Les valeurs propres des deux premiers axes demeurent assez faibles (0,48 pour F1 et 0,25 pour F2) de même que pour leur taux d'inertie dont la somme ne dépasse pas les 21%.

Le plan 1x2 des spécimens (fig. 3) montre toujours un nuage de points diffus. Si on porte l'attention uniquement sur les spécimens et les modalités à fortes CTR, on peut reconnaître les trois noyaux mis en évidence dans l'analyse globale. Il faut cependant admettre que le noyau C occupe toujours une position intermédiaire, mais en se rapprochant beaucoup plus du groupe B.

Ces deux noyaux possèdent des spécimens en commun lesquels, d'après la carte factorielle des modalités (fig. 4), ont les jeunes rameaux, les feuilles et les pétioles tomenteux (codes 3101, 1611 et 1721).

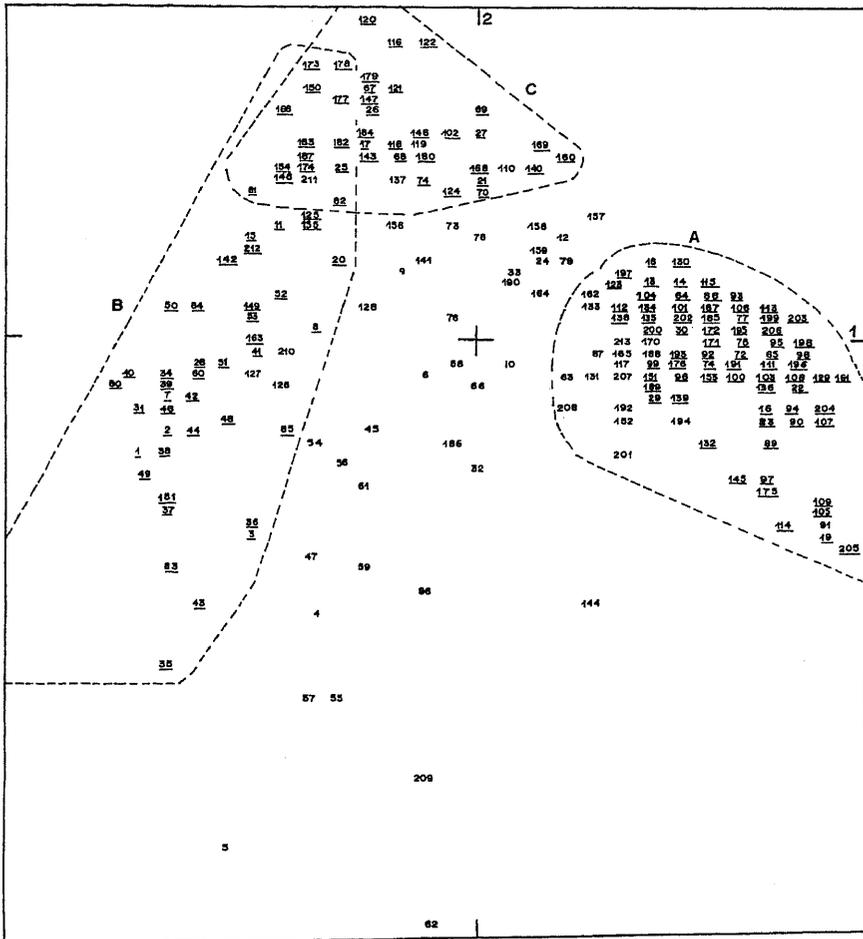


Fig. 3. AFC, premier traitement partiel; plan 1 x 2 des points spécimens.

Deuxième analyse partielle

Dans ce traitement, seules les 6 variables (*) suivantes ont été retenues: pilosité des feuilles, couleur du tomentum, type du tomentum, longueur des poils, pilosité des pétioles, pilosité des jeunes rameaux.

Les forts pourcentages d'inertie des deux premiers axes (33,73 pour F1 et 17,44 pour F2) qui ont aussi des valeurs propres élevées (respectivement 0,674

(*) Il s'agit de celles dont les modalités (au moins une) ont une CTR sur F1 \geq deux fois la moyenne des contributions.

caractériser chacun d'eux. Ainsi sur les 90 modalités de caractères étudiées au départ, une quinzaine seulement se révèlent être importantes si l'on considère ainsi celles qui ont une contribution relative forte ($>$ CTR moyenne) sur F1 et/ ou F2 du 2ème traitement partiel (fig. 6). En retenant ces états de caractères, on peut décrire chacun des groupes A, B et C comme suit:

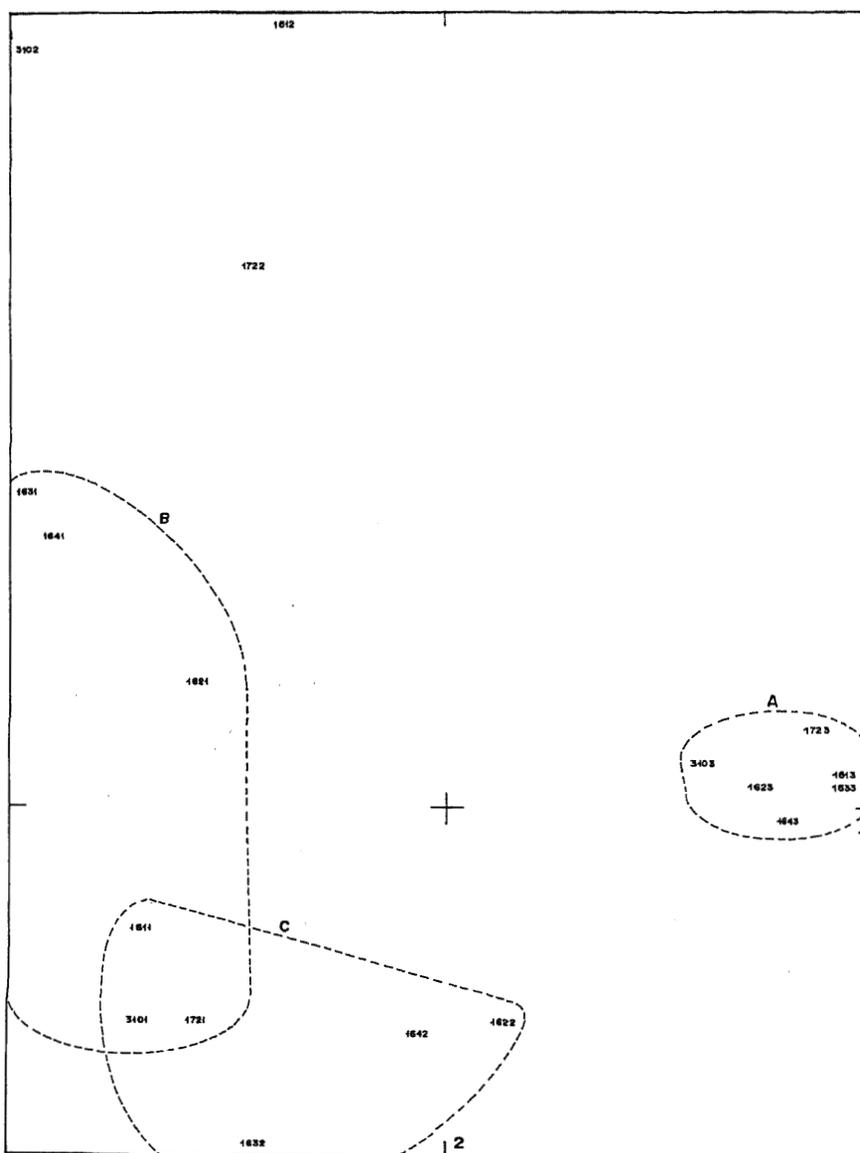


Fig. 6. AFC, zème traitement partiel; plan 1 x 2 des modalités de caractères.

Groupe A: Feuilles, pétioles et jeunes rameaux glabrescents. Tomentum brunâtre, caduc floconneux. Longueur des poils ≥ 300 microns.

Groupe B: Feuilles, pétioles et jeunes rameaux tomenteux. Tomentum blanchâtre, persistant appliqué. Longueur des poils < 180 microns.

Groupe C: Feuilles, pétioles et jeunes rameaux tomenteux. Tomentum jaunâtre, persistant non appliqué. Longueur des poils entre 180 et 300 microns.

CONSÉQUENCE D'ORDRE TAXONOMIQUE

Les résultats de cette étude, basée sur des descriptions morphologiques concernant les feuilles, les bourgeons et les jeunes rameaux du Chêne zène au Maroc, suggèrent qu'il s'agit plutôt d'une seule espèce, *Quercus faginea* Lam. (s.l.). Cette solution, qui nous rallie à l'avis de MAIRE (1961), est la plus adéquate pour interpréter la répartition des 213 spécimens sur tous les plans factoriels. Certes, des noyaux plus ou moins nettement différenciés ont pu être identifiés, mais il n'en reste pas moins que l'effet de continuum est très marqué. On ferait peut être mieux de parler d'espèce collective pour bien souligner la grande variabilité des caractères du Chêne zène au Maroc, mais il s'agit à notre avis d'une seule espèce au sein de laquelle la variation aux niveaux intra- et interindividuel est très remarquable. Malheureusement, cette conviction que partageraient certainement tous ceux qui connaissent le Chêne zène ne peut pas être explicitée d'une manière claire et complète dans le cadre de cet article. En effet, nous ne disposons pas de données de terrain suffisamment détaillées sur cette question.

Pour les taxons infraspécifiques, le rang de sous-espèces convient bien aux groupes A, B et C tels que décrits jusqu'à présent. Nous aurions alors 3 sous-espèces qui se reconnaissent par les caractères morphologiques déjà cités mais aussi grâce à d'autres comme l'aspect externe des poils vu au MEB. Leur répartition géographique est également en faveur de cette hypothèse (voir infra).

La situation peut donc être résumée comme suit. Au Maroc, l'ensemble des populations du Chêne zène correspond à une seule espèce *Quercus faginea* Lam. (s.l.) avec 3 sous-espèces qui sont:

Subsp. *faginea* (noyau B): Feuilles longues de 3,5-8,5 (13)cm. Tomentum blanchâtre (rarement jaunâtre), persistant, généralement appliqué, constitué de poils fasciculés à branches nombreuses, courtes (< 180 microns). La sous-espèce est présente surtout dans le Rif (dorsale calcaire au dessus de 1400 m et région de Ketama), rare au Moyen Atlas et sur le Plateau Central.

(*) Durante el proceso de impresión de este artículo, se deterioraron las fotografías de tricomas obtenidas con MEB, que ilustraban las diferencias entre las tres subespecies recogidas en este estudio (Nota de los editores).

Subsp. *baetica* (Webb) Maire - (*Q. canariensis* Willd.): (noyau A): Feuilles longues de (5)7-13(18) cm, glabrescentes en dessous. Tomentum constitué par des poils fasciculés à branches allongées égalant ou dépassant 300 microns, ordinairement brunâtre (parfois jaunâtre ou blanchâtre), caduc floconneux, (rarement persistant non appliqué). Présente sur la chaîne numidienne du Rif à moins de 1400 m et dans le Tazekka.

Subsp. *tlemcenensis* (A. DC.) Greuter & Burdet (noyau C): Feuilles longues de (5,5) 6-10,5(12) cm, tomenteuses en dessous. Tomentum formé de poils fasciculés à branches longues de 180 à 300 microns, persistant non appliqué (rarement caduc floconneux), jaunâtre, blanc ou brunâtre. Répartition géographique: causses moyen-atlasiques, Atlas d'El Ksiba et Plateau Central.

CONCLUSION

L'étude numérique des caractéristiques morphologiques des feuilles, des bourgeons et des jeunes rameaux des populations marocaines de Chêne zène appuie l'idée d'une seule espèce avec 3 sous-espèces. Cet avis demeure provisoire en attendant d'autres recherches plus détaillées.

Pour avancer l'étude taxonomique, il est indispensable de prendre en considération l'ensemble de l'aire du Chêne zène dans le bassin méditerranéen occidental en prêtant une attention particulière à l'analyse de la variation à tous les niveaux ainsi qu'au choix des caractères.

Concernant l'aspect nomenclatural, la rigueur exigera qu'une fois les taxons spécifiques ou infraspécifiques bien connus et délimités, ils doivent tous être comparés aux spécimens types des différents noms utilisés pour les chênes zènes avant d'adopter la nomenclature qu'il faut en respectant les règles strictes du code international.

Remerciements. Les auteurs expriment leur sincère gratitude à M. Joël MATHEZ (Institut de Botanique, Montpellier) qui a bien voulu relire et commenter le manuscrit de cet article. Ses suggestions ont été fort utiles et appréciables. Malheureusement, elles n'ont pas pu être toutes satisfaites faute de présence de données de terrain suffisantes.

REFERENCES CITEES

- ACHHAL A., AKABLI O., BARBERO M., BENABID A., M'HIRIT O., PEYRE C., QUEZEL P. & RIVAS-MARTÍNEZ (1980) A propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques essences forestières au Maroc. *Ecol. Méd.*, 5: 211-249.
- BENABID A. (1985) Les écosystèmes forestiers, préforestiers et présteppeux du Maroc: Diversité, Répartition, Biogéographie et problèmes posés par leur aménagement. *Forêt Méd.* 7 (1): 53-64.

- CAMUS A. (1936-1954) *Monographie du genre Quercus L.* Textes et Atlas, édition Lechevalier et fils, Paris.
- GREUTER W., BURDET H. M. & LONG G. (éds.) (1986) *Med-Checklist, inventaire critique des plantes vasculaires circumméditerranéennes.* Conservatoire et jardin botaniques de la ville de Genève édit.
- HUGUET DEL VILLAR E. (1937) Les Quercus de l'herbier d'Alger. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, **28**: 432-478.
- (1942) Notes additionnelles sur les Quercus de l'Afrique du Nord. *Comptes Rendus Men. Soc. Sc. Nat. Maroc*. **8**: 33-34.
- (1943) Nouvelle note sur les Quercus de l'Afrique du Nord. *Comptes Rendus Soc. Sc. Nat. Maroc*. **9**: 2-4.
- (1947) *Types de sol de l'Afrique du Nord.* Collection: les sols du globe, **1**: 92-100.
- (1949) Les Quercus de la section Galliferae de l'Afrique du Nord. *Travaux Botaniques dédiés à R. MAIRE*, Alger, Mai 1949, p. 165-171.
- MAIRE R. (1961) *Flore de l'Afrique du Nord*. **6**: 85-105. éd. Lechevalier, Paris.
- QUEZEL P. (1976) Les forêts du pourtour méditerranéen. *Note technique du MAB* **2**: 9-33.
- ZINE EL ABIDINE A. (1987) *Application de l'analyse multidimensionnelle à l'étude taxinomique et phytoécologique du Chêne zène et de ses peuplements au Maroc.* Thèse doct. ingénieur, univ. Aix Marseille III, 127 p. + Annexes 74 p.