

Définition du Genévrier de Phénicie (*Juniperus* aggr. *phoenicea*),
reconsidéré à ses limites biogéographiques : Méditerranée
orientale (Crète et Chypre) et Atlantique (Iles Canaries)

Philippe Lebreton, Pedro Luiz Pérez de Paz

Citer ce document / Cite this document :

Lebreton Philippe, Pérez de Paz Pedro Luiz. Définition du Genévrier de Phénicie (*Juniperus* aggr. *phoenicea*), reconsidéré à ses limites biogéographiques : Méditerranée orientale (Crète et Chypre) et Atlantique (Iles Canaries). In: Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon, 70^e année, n°4, avril 2001. pp. 73-92;

doi : <https://doi.org/10.3406/linly.2001.11373>

https://www.persee.fr/doc/linly_0366-1326_2001_num_70_4_11373

Ressources associées :

Juniperus aggr. *phoenicea*

Fichier pdf généré le 28/03/2018

Abstract

Definition of the Phoenicean juniper (*Juniperus aggr. phoenicea*), revisited at its biogeographical limits : Western Mediterranean area (Creta and Cyprus) and Atlantic sea (Canarian islands)

This paper contributes to the better understanding of the systematic status of *Juniperus aggr. phoenicea* L. through comparative phytochemical and morphometric studies. For this purpose, this taxon was sampled in the Mediterranean region, extending from Cyprus and Creta to its occidental limits in the Canarian Islands.

Two well-defined taxa : *J. phoenicea* L. and *J. turbinata* (Guss.) emend., previously raised to the status of species, are confirmed here. *J. phoenicea* is devoid of prodelphinidin and contains a larger number of seeds per galbulus as compared to *J. turbinata* (7-9 vs 4-7). Within the latter taxon, two subspecies are recognized : ssp. *turbinata* present on the coastal regions but also in the interior lands, and ssp. *canariensis* (Guyot) Rivas-Martinez et al., endemic of the Canarian Islands.

The phytochemical data obtained for Cyprus and Creta (prodelphinidin L.D. = ca 6 mg/g) confirm the negative West-East Mediterranean cline of the absolute prodelphinidin contents ; the same is true for the number of seeds per galbulus which averaged to 4. The Canarian junipers contain lower values for both relative (L.D. = 59 %) and absolute (ca 4 mg/g) prodelphinidin contents and are comparable to those present in the Maghreb mountains (ca 5 mg/g) ; the Canarian taxon is also distinguishable by its low number of seeds per galbulus (3-4).

Within the *turbinata* subspecies, it is thus possible to distinguish two varieties based on both prodelphinidin contents and the number of the seeds. These are denoted as «occidentalis» and «orientalis» types, respectively originating from the islands and coastal regions of the occidental and oriental part of Mediterranean ; the first type includes a «montana» chemovar from the Maghreb mountains. The *Juniperus phoenicea* taxon thus revisited is considered here in its biogeographical, bioclimatic and phytosociological context.

Resumen

Definición de la Sabina mora (*Juniperus aggr. phoenicea*), reconsiderada en sus biogeográficas límites : Mediterraneo oriental (Creta y Chipre) y Atlántico (Islas Canarias)

Se realizan unas precisiones sistematicas sobre *Juniperus aggr. phoenicea* L., fundamentadas en el estudio fitoquímico y morfométrico comparado de diversos especímenes de la región mediterránea -desde Creta y Chipre en el Mediterraneo oriental, hasta las Islas Canarias en su límite occidental -. Se confirma la existencia de dos taxones bien diferenciados, que se reconocen con el rango de especies independientes : *J. phoenicea* L. y *J. turbinata* (Guss.) emend. Para la última se reconocen dos subspecies : ssp. *turbinata* (preferentemente del litoral mediterráneo) y ssp. *canariensis* (Guyot) Rivas-Martinez et al. (endemismo de Canarias). Los datos analíticos de las muestras de Creta y Chipre (L.D.abs. = ca 6 mg/g) confirma el gradiente negativo, ya señalado en estudios anteriores, desde el oeste al este del Mediterraneo. Los especímenes canarios presentan un contenido inferior de prodelphinidina (L.D.% = 59 %, L.D.abs. = ca 4 mg/g), que los relacionan con las muestras estudiadas de las montañas del Maghreb, aunque existen diferencias relativas a datos morfométricos de los galbulos y número de semillas (significativamente menor : n = 3-4 semillas / galbulo) que avalan la originalidad de la ssp. *canariensis*. Dentro de la ssp. *turbinata* se diferencian tres razas : «occidental» (litoral e islas del Mediterraneo occidental), «oriental» (Mediterraneo oriental) y «montana» (químio-raza, montañas del Maghreb). Se aportan datos complementarios de carácter biogeográfico, bioclimático y fitosociológico.

Résumé

Des précisions systématiques sont fournies sur *Juniperus aggr. phoenicea* L. après étude phytochimique et morphométrique de divers spécimens couvrant depuis Chypre et la Crète, en Méditerranée orientale, jusqu'aux Iles Canaries. On confirme l'existence de deux taxons bien différenciés, élevés au rang d'espèces : *J. phoenicea* L. et *J. turbinata* (Guss.) emend. La première est déficiente en prodelphinidine et présente un nombre de graines par galbule supérieur à la seconde (7-9 versus 4-7). Chez cette dernière, deux sous-espèces sont reconnues : ssp. *turbinata* (présente sur le littoral mais aussi à l'intérieur des terres) et ssp. *canariensis* (Guyot)

Rivas-Martinez et al..

Les nouveaux résultats relatifs à Chypre et à la Crète (prodelphinidine, L.D. = ca. 6 mg/g) confirment le gradient négatif de teneur absolue en prodelphinidine signalé d'ouest en est de la Méditerranée ; il en est de même du nombre de graines par galbule, égal en moyenne à 4 seulement. Les spécimens canariens présentent une plus faible teneur en prodelphinidine, relative (L.D.% = 59 %) et absolue (ca. 4 mg/g), à rapprocher de celle précédemment mise en évidence pour les montagnes du Maghreb (ca. 5 mg/g). L'originalité de la sous-espèce canariensis ressort également du nombre significativement faible de graines présentes dans chaque galbule (3 à 4 en moyenne).

Au sein de la sous-espèce turbinata, on peut distinguer deux variétés, non seulement par la teneur en prodelphinidine mais aussi par le nombre de graines : «orientalis» (îles et littoral de Méditerranée orientale) et «occidentalis» (îles et littoral de Méditerranée occidentale) ; la seconde comporte un chimiovar particulier : «montana» (montagnes du Maghreb). Le taxon *Juniperus phoenicea* ainsi reconsidéré est situé dans son contexte biogéographique, bioclimatique et phytosociologique.

Définition du Genévrier de Phénicie (*Juniperus* aggr. *phoenicea*), reconsidéré à ses limites biogéographiques : Méditerranée orientale (Crète et Chypre) et Atlantique (Iles Canaries)

Philippe Lebreton * et Pedro Luis Pérez de Paz **

* Laboratoire de Biochimie Végétale,
Université Claude-Bernard Lyon-I, 69622 Villeurbanne, France

** Catedratico de Biología Vegetal (Botánica),
Universidad de La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España

Résumé. - Des précisions systématiques sont fournies sur *Juniperus* aggr. *phoenicea* L. après étude phytochimique et morphométrique de divers spécimens couvrant depuis Chypre et la Crète, en Méditerranée orientale, jusqu'aux Iles Canaries. On confirme l'existence de deux taxons bien différenciés, élevés au rang d'espèces : *J. phoenicea* L. et *J. turbinata* (Guss.) emend. La première est déficiente en prodelphinidine et présente un nombre de graines par galbule supérieur à la seconde (7-9 versus 4-7). Chez cette dernière, deux sous-espèces sont reconnues : ssp. *turbinata* (présente sur le littoral mais aussi à l'intérieur des terres) et ssp. *canariensis* (Guyot) Rivas-Martinez *et al.*.

Les nouveaux résultats relatifs à Chypre et à la Crète (prodelphinidine, L.D. = ca. 6 mg/g) confirment le gradient négatif de teneur absolue en prodelphinidine signalé d'ouest en est de la Méditerranée ; il en est de même du nombre de graines par galbule, égal en moyenne à 4 seulement. Les spécimens canariens présentent une plus faible teneur en prodelphinidine, relative (L.D.% = 59 %) et absolue (ca. 4 mg/g), à rapprocher de celle précédemment mise en évidence pour les montagnes du Maghreb (ca. 5 mg/g). L'originalité de la sous-espèce *canariensis* ressort également du nombre significativement faible de graines présentes dans chaque galbule (3 à 4 en moyenne).

Au sein de la sous-espèce *turbinata*, on peut distinguer deux variétés, non seulement par la teneur en prodelphinidine mais aussi par le nombre de graines : «orientalis» (îles et littoral de Méditerranée orientale) et «occidentalis» (îles et littoral de Méditerranée occidentale) ; la seconde comporte un chimiovar particulier : «montana» (montagnes du Maghreb). Le taxon *Juniperus phoenicea* ainsi reconsidéré est situé dans son contexte biogéographique, bioclimatique et phytosociologique.

Mots-clefs - *Juniperus phoenicea*. Chimiotaxonomie. Morphométrie. Systématique.

Definicion de la Sabina mora (*Juniperus* aggr. *phoenicea*), reconsiderada en sus biogeograficas limites : Mediterraneo oriental (Creta y Chipre) y Atlantico (Islas Canarias)

Resumen. - Se realizan unas precisiones sistematicas sobre *Juniperus* aggr. *phoenicea* L., fundamentadas en el estudio fitoquimico y morfometrico comparado de diversos especimenes de la region mediterranea - desde Creta y Chipre en el Mediterraneo oriental, hasta las Islas Canarias en su limite occidental -. Se confirma la existencia de dos taxones bien diferenciados, que se reconocen con el rango de especies independientes : *J. phoenicea* L. y *J. turbinata* (Guss.) emend. Para la ultima se reconocen dos subespecies : ssp. *turbinata* (preferentemente del litoral mediterraneo) y ssp. *canariensis* (Guyot) Rivas-Martinez *et al.* (endemismo de Canarias).

Accepté pour publication le 9 décembre 2000

Los datos analíticos de las muestras de Creta y Chipre (L.D.abs. = ca 6 mg/g) confirman el gradiente negativo, ya señalado en estudios anteriores, desde el oeste al este del Mediterráneo. Los especímenes canarios presentan un contenido inferior de prodelphinidina (L.D.% = 59 %, L.D.abs. = ca 4 mg/g), que los relacionan con las muestras estudiadas de las montañas del Maghreb, aunque existen diferencias relativas a datos morfométricos de los galbulos y número de semillas (significativamente menor : n = 3-4 semillas / galbulo) que avalan la originalidad de la ssp. *canariensis*. Dentro de la ssp. *turbinata* se diferencian tres razas : «occidental» (litoral e islas del Mediterráneo occidental), «oriental» (Mediterráneo oriental) y «montana» (quimio-raza, montañas del Maghreb). Se aportan datos complementarios de carácter biogeográfico, bioclimático y fitosociológico.

Definition of the Phoenician juniper (*Juniperus* aggr. *phoenicea*), revisited at its biogeographical limits : Western Mediterranean area (Creta and Cyprus) and Atlantic sea (Canarian islands)

Summary. - This paper contributes to the better understanding of the systematic status of *Juniperus* aggr. *phoenicea* L. through comparative phytochemical and morphometric studies. For this purpose, this taxon was sampled in the Mediterranean region, extending from Cyprus and Creta to its occidental limits in the Canarian Islands.

Two well-defined taxa : *J. phoenicea* L. and *J. turbinata* (Guss.) emend., previously raised to the status of species, are confirmed here. *J. phoenicea* is devoid of prodelphinidin and contains a larger number of seeds per galbulus as compared to *J. turbinata* (7-9 vs 4-7). Within the latter taxon, two subspecies are recognized : ssp. *turbinata* present on the coastal regions but also in the interior lands, and ssp. *canariensis* (Guyot) Rivas-Martinez *et al.*, endemic of the Canarian Islands.

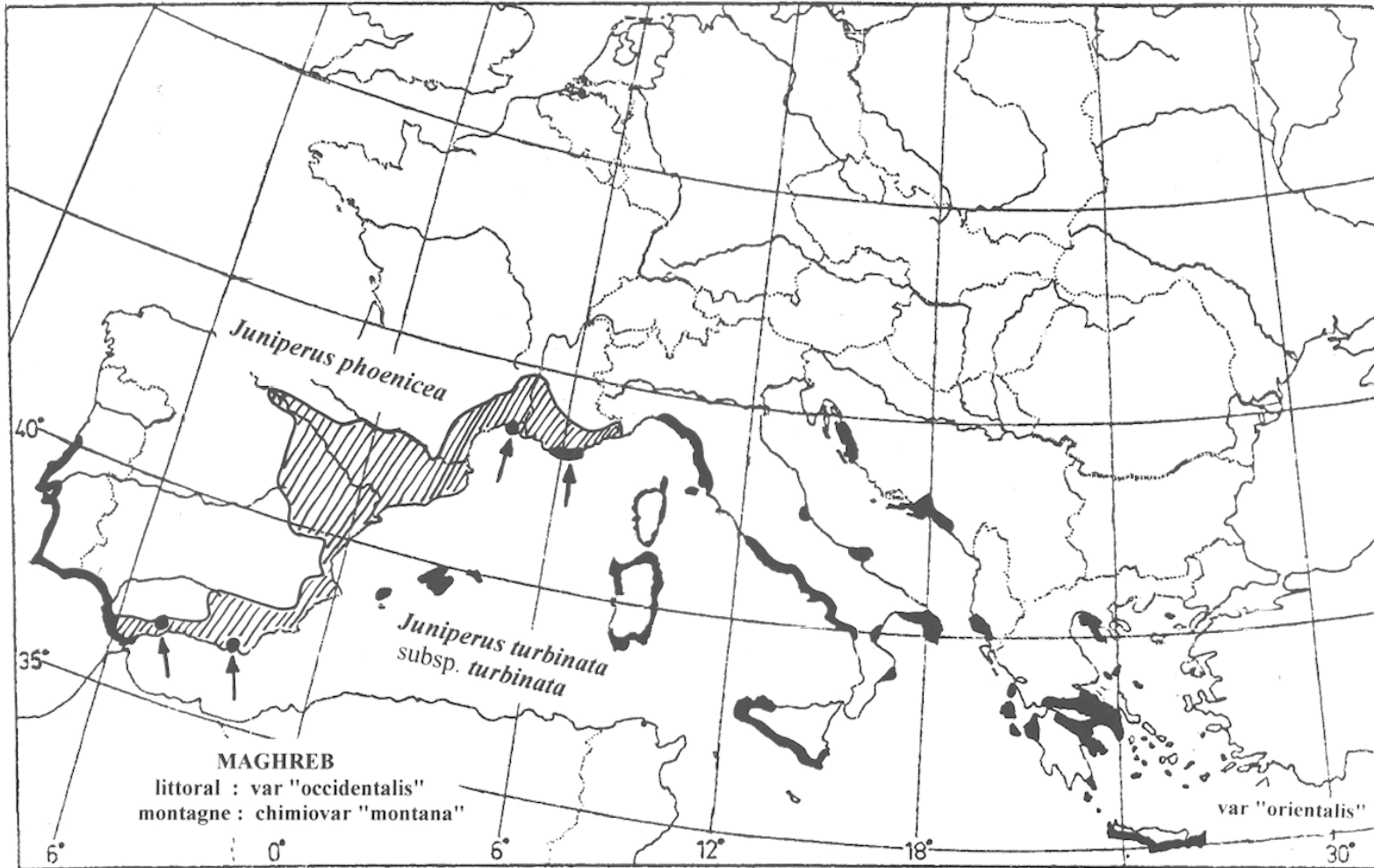
The phytochemical data obtained for Cyprus and Creta (prodelphinidin L.D. = ca 6 mg/g) confirm the negative West-East Mediterranean cline of the absolute prodelphinidin contents ; the same is true for the number of seeds per galbulus which averaged to 4. The Canarian junipers contain lower values for both relative (L.D. = 59 %) and absolute (ca 4 mg/g) prodelphinidin contents and are comparable to those present in the Maghrebian mountains (ca 5 mg/g) ; the Canarian taxon is also distinguishable by its low number of seeds per galbulus (3-4).

Within the *turbinata* subspecies, it is thus possible to distinguish two varieties based on both prodelphinidin contents and the number of the seeds. These are denoted as « occidentalis » and « orientalis » types, respectively originating from the islands and coastal regions of the occidental and oriental part of Mediterranean ; the first type includes a « montana » chemovar from the Maghrebian mountains. The *Juniperus phoenicea* taxon thus revisited is considered here in its biogeographical, bioclimatic and phytosociological context.

INTRODUCTION

Floristes et phytosociologues distinguent depuis longtemps deux entités au sein du Génévrier de Phénicie *Juniperus phoenicea* L., Cupressacée méditerranéenne dont la définition peut paraître simple sur le territoire français : la première, *J. phoenicea*, de distribution continentale, par exemple dans les gorges de l'Ardèche ; la seconde, *J. lycia*, à caractère littoral, par exemple dans les dunes de Camargue. Outre les paramètres d'ordre biogéographique et écologique, la distinction est basée sur la morphologie foliaire (taille et disposition des « écailles » foliaires). La prise en compte de critères moins qualitatifs : teneur en proanthocyanidines foliaires, nombre de graines par galbule, a confirmé cette dichotomie tout en l'assortissant de notables précisions d'ordre biogéographique et écologique (LEBRETON et THIVEND, 1981 ; LEBRETON et RIVERA, 1988) :

— en France et en Espagne moyenne continentales, présence du taxon nominal *J. ph. phoenicea* L., dépourvu de prodelphinidine foliaire et à nombre relativement élevé de graines par galbule (de 7 à 9) ;



Distribution géographique du Genevrier de Phénicie *Juniperus aggr. phoenicea* L.

Zone hachurée : *Juniperus phoenicea* L. (au sens strict). — Zone noircie : *Juniperus turbinata* (Guss.). — En Méditerranée occidentale, *J. turbinata* subsp. *turbinata* var « occidentalis » peuple les îles, quelques têtes de pont (France, Espagne), le littoral de l'Italie, du Portugal et de l'Afrique du Nord (chimiovar « montana » à l'intérieur des terres du Maghreb). La sous-espèce *canariensis* (Guyot) n'est pas ici figurée.

— dans le reste de la Méditerranée occidentale (y compris tout le Maghreb, littoral ou continental) présence du taxon *J. ph. eu-mediterranea*, où la prodelphinidine est majeure et le nombre de graines moins élevé que précédemment (en moyenne 4 à 7 par galbule) (voir carte). A noter que, d'un point de vue nomenclatural, la sous-espèce *turbinata* Guss. [= *lycia* L. auct. = (*eu*)-*mediterranea* Lebr. et Thiv.] bénéficie de l'antériorité, bien qu'elle ne corresponde pas sur le terrain aux nouveaux constats biométriques.

La collecte plus récente de nouveaux échantillons en marge de l'aire jusqu'alors étudiée, obtenus lors de sessions de terrain de la section de botanique de la Société Linnéenne de Lyon (Crète : 19-26 avril 1993 ; Chypre : 26 avril-3 mai 1994 ; Canaries : 7-14 avril 1995, BERTHET 1996) nous a permis d'étendre et préciser la définition du Génévrier de Phénicie désormais considéré comme espèce collective *Juniperus* aggr. *phoenicea* L.. Ce travail est présenté en relation avec une note antérieure de l'un d'entre nous (in RIVAS-MARTINEZ *et al.*, 1993).

PARTIE EXPÉRIMENTALE

Analyse biochimique

Le traitement acide à chaud (HCl 2N, 40 mn au bain-marie bouillant, avec insufflation d'air) de 2,00 g de feuillage sec pulvérisé génère les anthocyanes cyanidine et delphinidine à partir des proanthocyanidines natives. Après filtration, la mesure de la Densité Optique à 530 nm permet le dosage global (mg/g) des (pro)anthocyanidines. La séparation par C.L.H.P. (Chromatographie Liquide Haute Pression) donne accès au pourcentage (+/- 1 %) des deux substances. Colonne C 18 MicroBondapak Waters, granulométrie 10 µm ; longueur 30 cm, diamètre 0,4 cm. Solvant Eau / Méthanol / Acide acétique 6 / 3 / 1, débit 1 ml / mn. Détection à 546 nm. Temps de rétention 6 mn pour la delphinidine et 9 mn pour la cyanidine. Le produit des deux mesures (mg/g x %) permet d'obtenir la teneur absolue (+/- 3 % relatifs) de chaque proanthocyane. Une démarche simplifiée - presque accessible aux non chimistes - consiste en une hydrolyse qualitative, suivie d'extraction par le n-butanol et de chromatographie sur papier dans le solvant « Forestal » ; une ou deux taches rouge-violet apparaissent alors selon le cas.

Analyse morphométrique

Nous avons procédé à la pesée (au mg) des galbules mûrs, secs et sains et, après dissection, à la numération et à la pesée des graines. A noter que la numération des graines, critère très efficace, est parfaitement accessible au botaniste « amateur ». L'ensemble des résultats relatifs aux 39 nouveaux individus étudiés est rapporté dans les tableaux 1 et 2.

DISCUSSION DES RÉSULTATS

Origines CRETE et CHYPRE

Les 7 individus de Crète présentent des teneurs proanthocyaniques comparables à celles antérieurement obtenues pour les échantillons de Méditerranée centrale, Italie et Grèce (voir tableau 3 pour une comparaison synthétique des données). Pour

les 12 individus de Chypre, la teneur plus faible en prodelphinidine absolue (5,7 mg/g) confirme le gradient négatif ouest-est déjà noté (LEBRETON et RIVERA, 1988, p. 21) ; il en est de même du nombre moyen de graines par galbule (voir tableau 5 pour une comparaison morphométrique) : 3,9 +/- 1,2 , plus faible donc en Méditerranée orientale qu'en Méditerranée occidentale : 5,6 +/- 1,0 (t = 2,86 , d.d.l. = 17, p < 0,01).

Origines CANARIES

Les 20 spécimens provenant de diverses stations des Iles Canaries (tableau 4) présentent généralement des teneurs en prodelphinidine inférieures à celles notées en Méditerranée occidentale : pour la teneur **relative**, en moyenne 59 +/- 12 % vs 72 % (Portugal + Andalousie) à 78 % (Italie) ; pour la teneur **absolue**, 3,7 +/- 0,9 mg/g vs 7,4 mg/g (littoral français) à 9,7 mg/g (littoral portugais). Si nous comparons le sous-ensemble constitué par les deux îles les plus occidentales (La Palma + El Hierro) à celui des deux îles plus centrales (La Gomera + Tenerife), la teneur **relative** en prodelphinidine est significativement plus faible chez ces dernières (70 +/- 4 % vs 54 +/- 11 % ; t = 3,29 , d.d.l. = 18, p = 0,005) ; mais cette dichotomie n'est pas confirmée par le nombre moyen de graines par galbule (cf. tableau 2). Ce taxon est endémique des Canaries mais il est probable que les spécimens observés à Madère sont à lui rapporter.

Comme pour les teneurs proanthocyaniques, le nombre moyen de graines par galbule observé aux Canaries : 3,6 +/- 1,1 , est inférieur à celui relevé en Méditerranée occidentale : 5,6 +/- 1,0 ; la différence est hautement significative (t = 4,57 ; d.d.l. = 24 , p < 0,001). Ce caractère (« 2 à 4 graines par fruit ») avait été déjà noté par MATHOU et GUYOT (1942), mais sur quelques relevés seulement. En relation avec le nombre de graines par galbule, le poids moyen de celles-ci, de l'ordre de 5 mg seulement chez *J. phoenicea* ssp. *phoenicea*, est compris entre 10 et 17 mg dans les îles de Méditerranée occidentale (Corse et Sardaigne) et au Maghreb (voir tableau 5), mais atteint 20 mg à Chypre et même 30 mg aux Canaries, où la plus forte valeur moyenne est notée à El Hierro (34 +/- 5 mg). L'écart est plus restreint en considérant la somme pondérale des graines rapportée à un galbule, qui va de 17 % , en Crète, Corse et Sardaigne, à 22 % aux Canaries et 28 % à Chypre. Mais ces valeurs sont entachées d'une assez forte dispersion statistique et ne sauraient donc être utilisées seules à des fins systématiques.

COMPARAISON GÉNÉRALE

Un graphe portant en ordonnées la teneur absolue en prodelphinidine et en abscisses le nombre de graines par galbule, illustre la situation générale : on saisit la logique des deux phylums, respectivement « oriental », vers Chypre, et « méridien », vers les Canaries (figure 1). Cette représentation met également en évidence une certaine proximité chimique, géographiquement logique, des spécimens des Canaries et des spécimens de l'Atlas, ceux-ci déjà considérés comme relevant d'un chimiovar « montana » (LEBRETON et THIVEND, 1981). D'ailleurs, si les valeurs de la prodelphinidine sont inférieures dans les Canaries à celles des montagnes du Maghreb, les différences ne sont pas très marquées (cf. tableau 3) : L.D.% = 59 +/- 12 % vs 67 +/- 7 % (t = 2,04 , p = 0,05) et L.D.abs. = 3,7 +/- 0,9 mg/g vs 4,8 +/- 1,5 mg/g (t = 2,51, p = 0,03).

De plus, une analyse multivariée (Analyse en Composantes Principales) basée sur 6 caractères (proanthocyanidines totales, prodelphinidine relative et absolue ; poids et diamètre des galbules, nombre de graines par galbule) et 10 échantillons de *J. turbinata* individualise bien trois sous-ensembles «occidental», «oriental » et «canarien» (figure 2), confirmant ainsi la représentation plane utilisant les deux caractères les plus pertinents, biochimique et morphométrique : teneur absolue en prodelphinidine et nombre de graines par galbule.

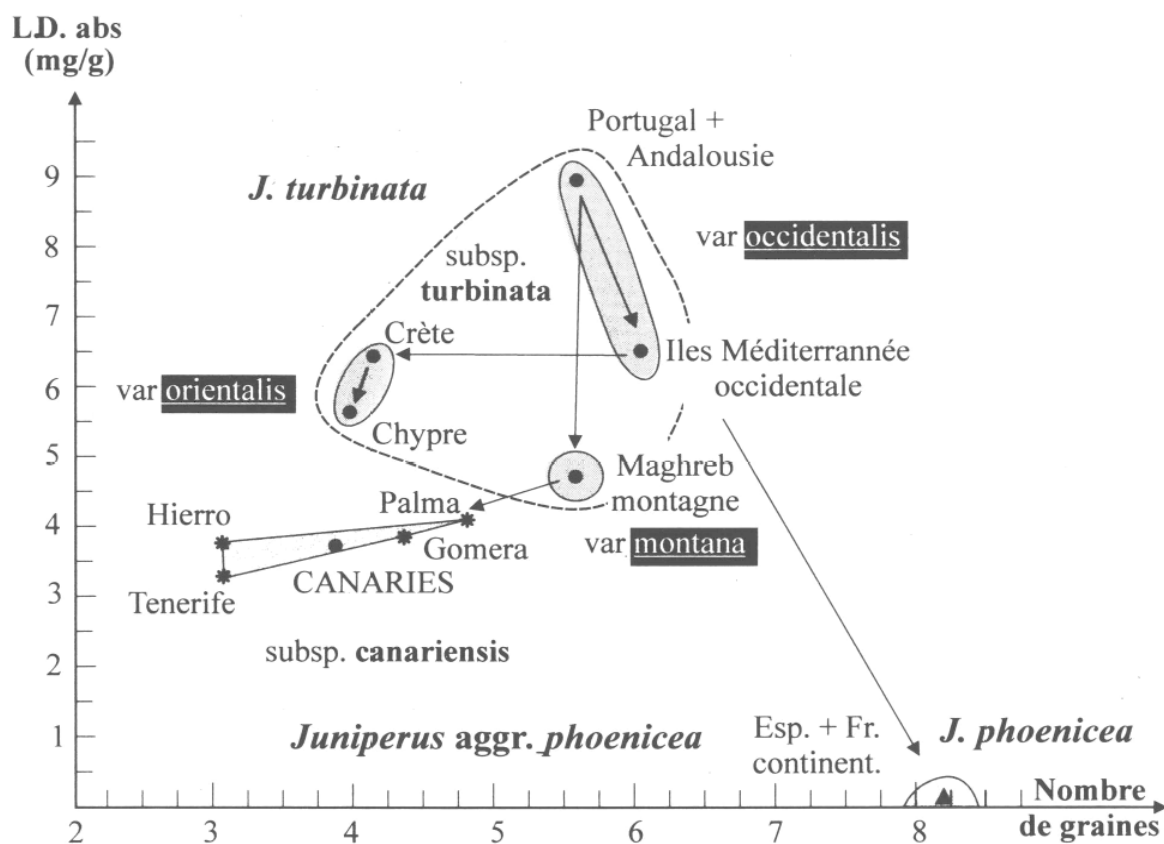


Figure 1. - Reconnaissance de sous-ensembles biogéographiques et taxonomiques chez *Juniperus aggr. phoenicea* L., sur la base de la teneur en prodelphinidine (en ordonnées) et du nombre moyen de graines par galbule (en abscisses).

Les paramètres biochimiques et morphométriques permettent donc raisonnablement de considérer les populations de Chypre comme un maillon logique du phylum oriental du taxon *turbinata* (on notera la faible valeur du nombre de graines d'un spécimen de Grèce continentale). Quant aux populations des Canaries, leur double originalité autorise à les regarder comme une entité autonome au sein du même taxon *turbinata*. Contrairement à MATHOU et GUYOT, qui inclinaient à considérer *J. canariensis* comme primitif, en se basant sur la position des glandes foliaires, nous sommes amenés à voir dans ce taxon l'aboutissement d'une évolution régressive, bien que la colonisation d'un tel milieu volcanique soit relativement récente (effet fonda-

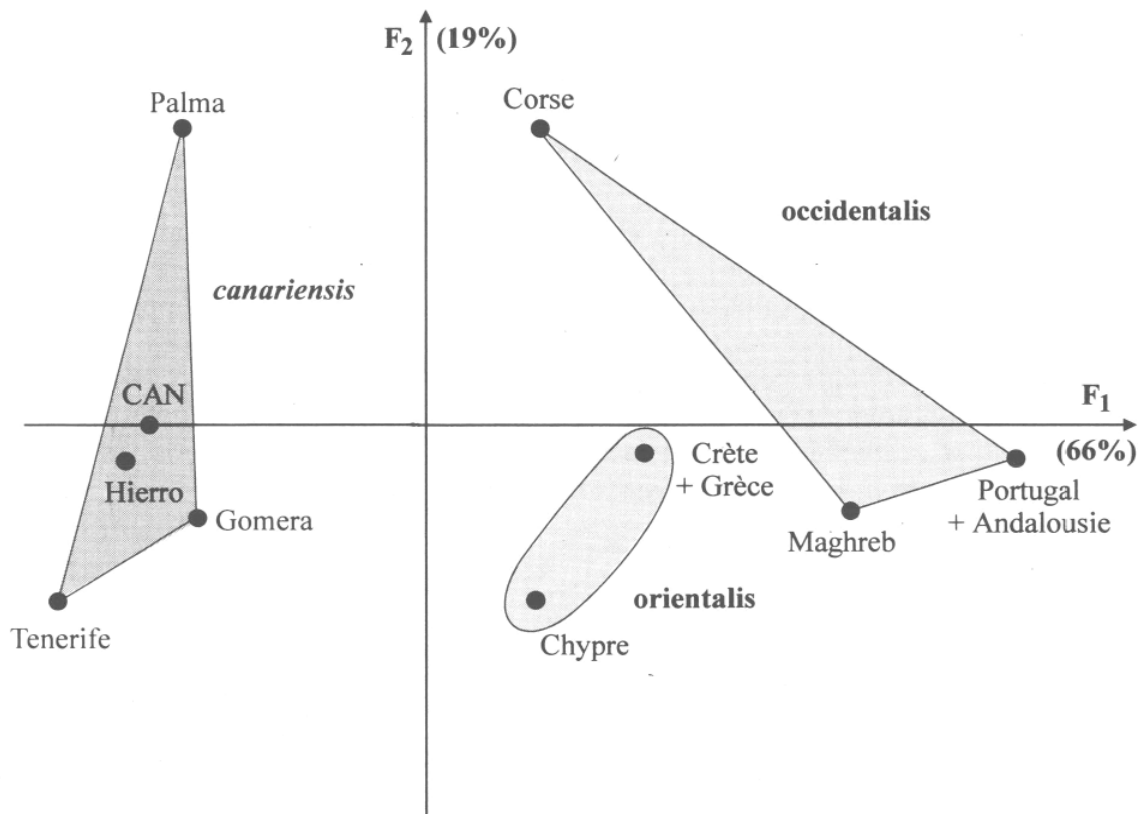


Figure 2.- Reconnaissance de sous-ensembles biogéographiques et taxonomiques chez *Juniperus turbinata* (Guss.), sur la base de 6 caractères biochimiques et morphométriques traités par analyse multivariée.

teur ?). Rappelons que GAUSSEN (1968) considère les faibles valeurs du nombre de graines comme un indice d'évolution, ce qui apparaît ici comme parfaitement cohérent avec les valeurs de la prodelphinidine, molécule classiquement considérée comme «primitive». A plus forte raison *Juniperus phoenicea* peut-il être considéré comme dérivant de *Juniperus turbinata* par une mutation régressive ayant affecté la synthèse de la prodelphinidine.

PROPOSITIONS TAXONOMIQUES

Nous avons déjà noté (LEBRETON et RIVERA, 1988) que, si les entités *turbinata* Guss. ou *lycia* L. bénéficient de l'antériorité taxonomique (voir aussi tableau 8), l'extension géographique et écologique alors donnée par leurs auteurs ne correspond pas à la réalité de terrain désormais révélée par les marqueurs proanthocyaniques : ainsi, la présence de prodelphinidine sur le littoral aussi bien qu'à l'intérieur des terres au Maghreb ou au Portugal (et localement en Espagne), ne peut que disqualifier ces taxons. Mais leur proximité sur le littoral du Var (France) ou dans la région d'Almeria /Malaga (Espagne) interdit également de considérer *phoenicea* au sens strict (dépourvu de prodelphinidine) et *turbinata* emend. (pourvu de prodelphinidine) comme totalement distincts l'un de l'autre, malgré la rareté des hybrides (une seule observation biochimique sur 200 spécimens).

L'ensemble des données nous conduit donc à définir deux espèces apparentées au sein d'un même complexe supraspécifique *Juniperus* aggr. *phoenicea*. Dans ces conditions, la clé suivante peut être proposée pour les diverses entités reconnues par les voies morphologiques et biochimiques (voir histogrammes biochimiques et morphométriques, tableaux 6 et 7 respectivement) ; nous amendons de la sorte la démarche proposée in RIVAS-MARTINEZ *et al.*, 1993 (voir schéma) :

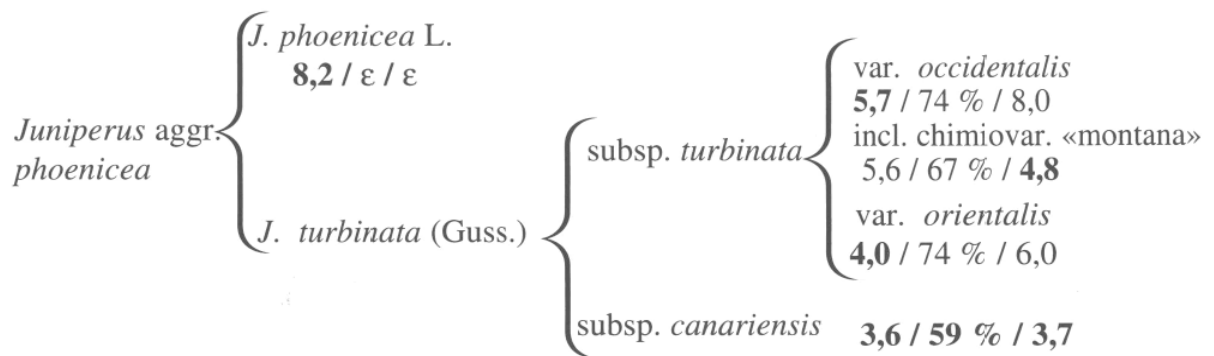


Schéma systématique
(N graines/galbule / L.D.% / L.D. mg/g)
Les valeurs moyennes significatives sont **surlignées**

1. Feuilles squamiformes des rameaux de l'année obtuses ou subaigües. Extrémités des rameaux peu ou pas coudées. Galbules mûrs : 6-9 mm de diamètre, contenant généralement **7 à 10 graines**. Feuillage sans prodelphinidine
1. *J. phoenicea* (L.)

2. Feuilles squamiformes des rameaux de l'année aigües à nettement acuminées. Extrémités des rameaux coudées. Galbules mûrs : 8-12 mm de diamètre, contenant en général **moins de 7 graines**. Feuillage avec prodelphinidine
2. *J. turbinata* (Guss.) emend.

2.1. Feuilles squamiformes des rameaux de l'année pointues, aux extrémités peu dures et non piquantes ; fosse dorsale de la chambre résinifère de longueur inférieure à la moitié de la feuille. Rameaux fortement coudés, particulièrement pour les jeunes. Prodelphinidine nettement plus abondante que la procyanidine.
2.1. *J. turbinata* ssp. *turbinata*

2.1.1. En moyenne, **5-6 graines** par galbule
— Prodelphinidine en teneur élevée. Littoral et îles de Méditerranée occidentale. 2.1.1. var **occidentalis**
(Prodelphinidine en teneur absolue plus faible. Intérieur du Maghreb. chimiovar **montana**)

2.1.2. En moyenne, **4 graines** par galbule
— Prodelphinidine en teneur absolue plus faible. Chypre, Crète (et Grèce ?). 2.1.2. var **orientalis**

2.2. Feuilles squamiformes des rameaux de l'année nettement pointues, aux extrémités dures et piquantes ; fosse dorsale de la chambre résinifère de longueur égale à 1/2-2/3 de la feuille. Rameaux peu coudés, particulièrement pour les jeunes. Prodelphinidine et procyanidine en proportions voisines. En moyenne, **3-4 graines** par galbule. **2.2. *J. turbinata* ssp. *canariensis* (Guyot), nov. comb.**

CONSIDÉRATIONS PHYTOSOCIOLOGIQUES ET ÉCOLOGIQUES

Juniperus phoenicea

Arbuste ou arbrisseau, la «Sabina mora» en situation optimale participe en Espagne aux boisements et fruticées xérophytiques (maquis, garrigue, mattoral), comme espèce caractéristique de diverses entités phytosociologiques des étages thermo-, méso- et supra-méditerranéens, sous bioclimats semi-aride à humide, voire hyper-humide : *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* (*Rhamno lycioidis-Quercion cocciferae*, *Asparago albi-Rhamnion oleoidis*) ; *Juniperion thuriferae*. Dans de nombreuses localités de l'Europe australe et occidentale, une tendance climatique continentale est même notée (BOLOS et VIGO, 1984 ; RIVAS-MARTINEZ *et al.*, 1993). En France, l'aire de *Juniperus phoenicea* couvre deux étages bioclimatiques EMBERGER (1933) *sensu* : humide (périphérie nord du domaine du bioclimat méditerranéen, gorges de l'Ardèche par exemple) et sub-humide (= tempéré ; zone péri-littorale en Provence). Le substrat y est souvent constitué de calcaires compacts (comme les falaises du Var, à proximité immédiate des peuplements littoraux de type *turbinata*), ce qui accentue la sécheresse climatique.

Juniperus turbinata

J. turbinata habite préférentiellement les zones littorales ou péri-littorales de la côte méditerranéenne d'Europe et d'Afrique du Nord, mais se rencontre également à l'intérieur de la péninsule ibérique (COSTA *et al.*, 1994) et du Maghreb, confirmant ainsi la plus grande amplitude écologique attribuée à ce taxon dans les îles tyrrhéniennes (RIVAS-MARTINEZ *et al.*, 1992). L'espèce connaît néanmoins son optimum dans les dunes sableuses côtières sous influence des brises marines, où elle caractérise différentes associations des alliances du *Juniperion turbinatae-lyciae* et de l'*Oleo-Ceratonion* (BOLOS et VIGO, 1984 ; RIVAS-MARTINEZ *et al.*, 1980, 1992).

Ce Genévrier caractérise également les communautés permanentes de rochers et falaises calcaires, depuis le littoral jusqu'à des zones très éloignées de celui-ci, dans les étages bioclimatiques infra-, thermo- et méso-méditerranéens, semi-arides à secs, de préférence dans le domaine du *Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni* : *Asparago albi-Rhamnion oleoidis* et *Oleo-Ceratonion*. En Andalousie (vallée du rio Guadalhorce, à 500-600 m d'altitude), DIEZ-GARRETAS *et al.* (1996) ont décrit une association *Asparago horridi-Juniperetum turbinatae*, à l'étage thermo-méditerranéen supérieur ; en accord avec le diagnostic biochimique, les affinités sont soulignées avec l'association *Quercococciferae-Juniperetum turbinatae* de l'Algarve.

La situation est assez différente à l'intérieur des terres maghrébines, concernées par le chimiovar «montana» (notre échantillonnage couvre de 1000 à 2000 m au Maroc : 7 individus, et de 800 à 1600 m en Algérie : 5 individus). Le hiatus chorologique et climatique entre les populations côtières et montagnardes, de profils biochimiques pourtant voisins, est ici plus important (accentué en outre par l'action séculairement destructrice de l'homme) qu'il ne l'est en France ou en Espagne entre les taxons *turbinata* et *phoenicea* ; mais un point commun entre le chimiovar maghrébin «montana» et le taxon européen *phoenicea* est la soumission au froid hivernal.

D'après EMBERGER (1932), le «Genévrier rouge» est l'essence caractéristique de l'étage semi-aride moyen, succédant en altitude au Thuya de Berbérie (*Callitris articulata*) puis cédant plus haut la place au Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera*). L'auteur écrit : «le Genévrier rouge s'insère entre le Thuya et le Chêne vert puis, l'océanité diminuant avec l'éloignement de la mer, il se taille un domaine de plus en plus grand, en séparant Chêne vert et Thuya et en refoulant ce dernier vers le bas jusqu'à occuper complètement sa place». «Sur le versant sud des chaînes atlantiques (Grand-Atlas et Moyen-Atlas) le Genévrier rouge tient une place énorme ... et s'étend aussi sur une grande partie de l'Anti-Atlas et du Sagho, enfin sur la plus grande partie des sommets qui émergent des Hauts-Plateaux». Le Genévrier de Phénicie est aussi présent dans les steppes à Alfa (*Stipa tenacissima*), dans l'étage de végétation méditerranéen aride (QUEZEL et BARBERO, 1981), où il témoigne sans doute de l'existence d'anciens boisements plus importants, voire de forêts de pins d'Alep (*Pinus halepensis*).

Quant à la «Sabina canaria», *J. turbinata* ssp. *canariensis*, elle atteint son optimum sur des sols plus ou moins profonds des étages infra- et thermo-canarien semi-arides caractérisé par des boisements et fruticées xérophytiques participant à l'ordre de l'*Oleo-Rhamnetalia crenulatae* : *Mayteno-Juniperion canariensis-phoeniceae*, avec diverses associations vicariantes dans chacune des îles centrales et occidentales de l'archipel. Du point de vue biogéographique, il est à noter qu'une espèce aussi symbolique que le Dragonnier *Dracaena draco*, présent aux Canaries, vient d'être signalé au Maroc (MEDAIL et QUEZEL, 1999).

En ce qui concerne la bioconservation, alors que le statut des Genevriers (non seulement *Juniperus phoenicea*, mais aussi *J. thurifera*, *J. oxycedrus* et même *J. communis*) est plutôt favorable en France depuis la déprise rurale, les diverses populations de *J. turbinata* sont très affectées par la forte pression anthropique, non seulement en Afrique du Nord intérieure (pâturage, feu) mais dans des zones littorales aménagées pour la mise en culture ou par le tourisme circum-méditerranéen.

CONCLUSIONS

Les nouveaux résultats obtenus sur les genévriers des îles de Méditerranée orientale (Crète et Chypre) confirment le gradient négatif ouest-est de la teneur en prodelphinidine et du nombre de graines par galbule. Bien que ces phénomènes s'inscrivent sur un continuum, il est donc permis de considérer ces populations comme relevant d'une variété «orientalis» subordonnée à la sous-espèce *turbinata*. De même est-il proposé de considérer symétriquement une variété «occidentalis» concernant les représentants, les plus riches en prodelphinidine, peuplant littoral et îles de Méditerranée occidentale.

Mais à partir du même foyer occidental (vraisemblablement localisé au Portugal, en raison de la teneur proanthocyanique maximale de ces échantillons), un autre phylum s'inscrit en direction sud, dans les montagnes du Maghreb (chimiovar «montana») puis dans les Iles Canaries (ssp. *canariensis*). En ce dernier point, la baisse de teneur en prodelphinidine est corrélée, comme sur le précédent axe, à une diminution significative du nombre de graines par galbule. Les différences sont ici tellement tranchées qu'elles autorisent la reconnaissance du taxon *canariensis* envisagé par MATHOU et GUYOT dès 1942, désormais considéré comme sous-espèce, subordonnée au taxon *turbinata sensu lato* au sein du complexe *Juniperus* aggr. *phoenicea*. D'un point de vue évolutif, tout s'accorde à désigner le passage du premier taxon *J. turbinata* au second taxon *J. phoenicea*, terme ultime du complexe spécifique *J. aggr. phoenicea* : taxonomie (= nomenclature) et systématique (= évolution) sont donc ici en contradiction de forme.

D'un point de vue synécologique, le pôle portugais / andalou (subsp. *turbinata* var. «occidentalis»), dont les représentants sont particulièrement riches en prodelphinidine tannante (l'un des moyens chimiques de dissuasion des herbivores ; voir LEBRETON, 1982), relève d'une stratégie démographique de type «K», accentuée à l'extrémité insulaire des deux phylums (Chypre et Canaries), compte-tenu du plus faible nombre de graines par galbule. Inversement, le terme de tacticien «r» revient au taxon nominal *J. phoenicea* chez qui les tanins basés sur la prodelphinidine ont disparu : il s'agit d'une mutation régressive, dont l'économie énergétique résultante a sans doute permis la conquête des latitudes les plus élevées du biome méditerranéen. Les graines, plus petites que chez les autres taxons, ont vu augmenter significativement leur nombre moyen, ce qui est également un caractère «r».

Ainsi, et comme pour d'autres espèces du genre (*J. thurifera*, *J. oxycedrus*), la conjugaison des données morphométriques et biochimiques éclaire d'un jour nouveau la systématique de ces taxons, apportant ainsi une contribution originale à la compréhension de la structure et de l'évolution de la végétation du Bassin méditerranéen.

Tableau 1 : Résultats concernant Crète et Chypre

Origine et numéro	L.A.tot. (mg/g)	L.D %	L.D. abs. (mg/g)	Poids (mg) 1 galbule	Graines/ galbule	Poids (mg) 1 graine
CRETE 1978/93 (3 stations ; n = 7 individus)						
<u>Vai</u>						
1	8,5	79	6,7	-	-	-
2	10,0	72	7,2	311 (28)	3,9 (0,9)	16,7
3	8,0	80	6,4	-	-	-
<u>Pacheia Amnos</u>						
4	9,4	83	7,8	406 (89)	4,4 (1,2)	12,6
5	8,6	81	7,0	-	-	-
6	8,6	80	6,9	-	-	-
7	5,4	70	3,8	308 (145)	-	-
Moyenne (écart-type)	8,4 (1,5)	78 (05)	6,5 (1,3)	342 (56)	4,1 (0,3)	14,7 (2,1)
CHYPRE 1994 (3 stations ; n = 12 individus)						
<u>Kourion</u>						
1	9,0	74	6,7	187	-	-
2	7,4	67	5,0	316	3,0 (0,5)	-
3	9,0	75	6,8	212 (13)	6,3 (0,9)	14,7
4	9,9	68	6,7	207	-	-
<u>Cap Greco</u>						
5	8,8	64	5,6	285 (65)	3,0 (0,9)	30,2
6	7,8	68	5,3	326 (24)	3,6 (0,7)	21,5
7	10,1	66	6,7	114	-	-
8	7,5	56	4,2	167	-	-
<u>Bains d'Aphrodite</u>						
9	6,1	72	4,4	429 (71)	3,2 (1,0)	19,2
10	8,2	77	6,3	332	-	-
11	6,7	73	4,9	418	4,4 (1,2)	21,6
12	7,8	76	5,9	534	-	-
Moyenne (écart-type)	8,2 (1,2)	70 (06)	5,7 (0,9)	294 (124)	3,9 (1,3)	21,4 (5,6)
Moyenne Crète + Chypre	8,2 (1,3)	73 (07)	6,0 (1,1)	303 (113)	3,9 (1,2)	19,5 (5,8)
L.A. = proanthocyanidines L.D. = prodelphinidine						

Tableau 2 - Résultats concernant les Canaries

Origine et numéro	L.A.tot. (mg/g)	L.D. %	L.D.abs. (mg/g)	Poids (mg) 1 galbule	Graines/ galbule	Poids (mg) 1 graine
CANARIES 1980/93/95 (11 stations ; n = 20 individus)						
<u>Tenerife</u>						
N° 1	6,3	58	3,7	157 (24)	2,6 (1,6)	11,8
02	6,2	65	4,0	-	-	-
07	5,2	35	1,8	483 (114)	2,6 (0,5)	26,3
08	4,9	57	2,8	576 (131)	4,4 (16)	26,0
09	4,4	54	2,4	422 (69)	2,6 (0,7)	26,2
10	4,6	56	2,6	342 (70)	2,4 (1,0)	19,0
14	6,2	65	4,0	282 (100)	3,3 (0,8)	21,8
15	2,7	58	3,3	668 (180)	4,3 (0,9)	57,5
16	6,7	67	4,4	415 (100)	2,4 (0,7)	32,0
19	9,2	45	4,2	-	-	-
20	7,5	45	3,4	-	-	-
<u>La Palma</u>						
N° 3	5,5	69	3,8	-	-	-
17	5,6	76	4,2	603 (194)	4,7 (1,3)	22,6
18	6,6	69	4,5	562 (112)	4,9 (1,2)	23,4
<u>La Gomera</u>						
N°4	5,4	52	2,8	279 (148)	3,2 (1,7)	18,8
11	8,9	69	6,2	574 (125)	4,3 (1,3)	31,2
12	8,8	32	2,8	373 (82)	5,8 (1,2)	20,3
<u>El Hierro</u>						
N° 05	5,2	73	3,8	-	-	-
06	5,7	69	3,9	356 (179)	3,0 (1,3)	28,3
13	5,8	65	3,8	505 (240)	3,1 (0,7)	39,0
Moyenne (écart-type)	6,2 (1,4)	59 (12)	3,7 (0,9)	440 (144)	3,6 (1,1)	26,9 (10,6)

Tableau 3 - Données générales par secteurs (moyennes et écarts-types)

Origine (n indiv.)	L.A.tot (mg/g)	L.D. %	L.D.abs. (mg/g)	Poids (mg) 1 Galbule	Graines/ Galbule
- Portugal + Andalousie (n=18)	12,5 (1,8)	72 (06)	9,1 (1,8)	301 (119) (n=8)	5,6 (0,9) (n=4)
- Maghreb littoral (13)	11,1 (1,8)	77 (07)	8,5 (1,7)	271 (7) (n=3)	-
- Maghreb montagne (12)	7,2(1,5)	67(07)	4,8(1,5)	243 (18) (n=2)	5,6 (1,3) (n=5)
- Iles Médit. occident. (24)	8,8(1,5)	75(07)	6,6(1,2)	364 (177) (n=9)	6,0 (0,7) (n=7)
- France littoral Est (8)	12,6(2,4)	68(08)	8,6(2,0)	355 (64) (n=1)	-
- Fr. + Espagne intérieur (67)	5,0 (1,2)	tr.	tr.	150 (70) (n=38)	8,2 (1,0) (n=8)
- Italie (8)	9,4 (0,9-	78 (05)	7,5 (0,9)	247 (78) (n=8)	-
- Grèce + Yougoslavie (7)	9,7 (2,5)	74 (06)	7,1 (1,9)	357 (134) (n=4)	3,5 (n=1)
- Crète (7)	8,4 (1,5)	78 (05)	6,5 (1,3)	342 (56) (n=3)	4,2 (0,3) (n=2)
- Chypre (12)	8,2 (1,2)	70 (06)	5,7 (0,9)	294 (124)	3,9 (1,3) (n=6)
- Canaries (20)	6,2 (1,4)	59 (12)	3,7 (0,9)	437 (143) (n=15)	3,6 (1,1) (n=15)

Tableau 4 - Conditions d'échantillonnage des genévriers des Canaries

N° échantillon (cf. tableau 2)	
I <u>Tenerife</u>	
N° 01 - Sabina de Afur, 300 m alt., 19-IV-93	<i>Legit</i> L.P. Pérez de Paz, TFC 35.659
N° 02 - Ladera de Güimar, 350 m alt., 07-XI-93	<i>Legit Ejusd.</i> , TFC 36.144
N° 07/10 - Sabinar de Afur, 300 m alt., 12-IV-95	<i>Legunt</i> L.P. Pérez de Paz <i>et</i> Ph. Lebreton, TFC 38.796
N° 14/15/16 - Inmediaciones de Chio, 700 m alt., 06-VIII-95	<i>Legit</i> L.P. Pérez de Paz, TFC 37.949/50/51
N° 19/20 - Taganana, 300 m alt., 24-II-80	<i>Legit</i> A. Losada, TFC 24.667
II <u>La Palma</u>	
N° 03 - El Caletón, 300 m alt., 16-IX-93	<i>Legunt</i> L.P. Pérez de Paz <i>et</i> D. Pérez Hdez, TFC 36.062
N° 17 - Hoyo de Mazo, 200 m alt., 16-VI-95	<i>Legit</i> L.P. Pérez de Paz, TFC 37.952
N° 18 - La Rosa, 375 m alt., 16-VI-95	<i>Legit Ejusd.</i> , TFC 37.953
III <u>La Gomera</u>	
N° 04 - Tunel de Agulo, 200 m alt., 21-X-93	<i>Legit</i> L.P. Pérez de Paz, TFC 36.073
N° 11 - Chejeré, 600 m alt., 17-VI-95	<i>Legit Ejusd.</i> , TFC 37.946
N° 12 - Playa de Tamargada, 80 m alt., 17-VI-95	<i>Legit Ejusd.</i> , TFC 37.945
IV <u>El Hierro</u>	
N° 05 - La Orchilla, 350 m alt., 12-XI-93	<i>Legunt</i> J.R. Acebes <i>et</i> M. del Arco, TFC 36.143
N° 06 - El Julan, 985 m alt., 12-XI-93	<i>Legunt Ejusd.</i> , TFC 36.142
N° 13 - Erese, 600 m alt., 22-VI-95	<i>Legunt Ejusd.</i> , TFC 37.948

Tableau 5 - Données morphométriques par secteurs (moyennes et écarts-types)

Origine (nombre)	Poids (mg) 1 galbule	Diamètre (mm)	Densité (V/P)	Graines/ galbule	Poids (mg) 1 graine	Poids N graines	Poids Gr./ Galb. %
France continent (n = 8)	162 (71)	7,2 (1,1)	0,66 (0,10)	8,2 (1,0)	4,8 (1,1)	40 (13)	19 (3)
Corse + Sard. (n = 7)	480 (129)	10,2 (1,0)	0,87 (0,08)	6,0 (0,7)	13,2 (2,9)	64 (17)	20 (4)
Portugal + Andalousie (n = 4)	277 (25)	8,6 (0,2)	0,84 (0,04)	5,6 (0,9)	-	-	-
Maghreb montagne (n = 5)	243 (18)	8,2 (0,1)	0,85 (0,05)	5,6 (1,3)	16,7	-	-
Chypre (n = 4)	313 (90)	8,8 (0,8)	0,87 (0,07)	4,0 (1,5)	21,4 (5,6)	81 (14)	28 (12)
Crète + Grèce (n = 3)	362 (48)	9,2 (0,3)	0,87 (0,03)	3,9 (0,5)	14,7 (2,1)	60 (5)	17 (4)
<u>Canaries</u> (4 îles)	460 (82)	10,4 (0,3)	0,85 (0,03)	3,9 (0,9)	26,9 (5,0)	102 (8)	22 (3)
- Tenerife (n = 8)	418 (162)	10,1 (1,0)	0,81 (0,11)	3,1 (0,8)	27,6 (13,5)	90 (68)	21 (8)
- La Palma (n = 2)	583 (21)	10,8 (0,1)	0,88 (0,01)	4,8 (0,1)	23,0 (0,4)	110 (5)	19 (1)
- La Gomera (n = 3)	409 (151)	10,3 (0,6)	0,81 (0,03)	4,4 (1,3)	23,4 (6,8)	104 (39)	26 (5)
- El Hierro (n = 2)	431 (75)	10,5 (0)	0,83 (0)	3,1 (0,1)	33,7 (5,4)	103 (18)	24 (0)

Tableau 6 . Histogrammes des teneurs relatives en prodelphinidine

L.D. %	subsp. <i>canariensis</i>		subsp. <i>turbinata</i>	
	Iles Canaries (n = 20)		var <i>orientalis</i> Crète + Chypre (n = 19)	var <i>occidentalis</i> Littoral et Iles de Méditerranée occidentale (n = 78)
30-35 % incl.	10		0	0
35-40 % incl.	0		0	0
40-45 % incl.	10		0	0
45-50 % incl.	0		0	1
50-55 % incl.	10	} 70 %	0	1
55-60 % incl.	20		5	3
60-65 % incl.	15		5	8
65-70 % incl.	25		26	27
70-75 % incl.	5		27	22
75-80 % incl.	5		26	29
80-85 % incl.	0		11	8
85-90 % incl.	0		0	1
Teneur <u>relative</u> moyenne en Prodelphinidine	59 %		73 %	74 %
Nombre moyen de graines/galbule	3,6 (1,1)		3,9 (1,2)	5,6 (1,0)

Tableau 7 - Histogrammes (pourcentages) des contenus en graines des galbules

Nombre de graines par galbule	<i>sp. phoenicea</i>		<i>sp. turbinata</i>		<i>subsp. canariensis</i> (Iles Canaries)
	(Méditerranée occidentale)	var <i>occidentalis</i> (Méditerranée occidentale)*	<i>subsp. turbinata</i> var <i>orientalis</i> (Chypre + Crète)		
1	0	0	0		4
2	0	2	9		23
3	2	4	38	} 78 %	27
4	3	19	22		19
5	0	19	18	} 77 %	13
6	7	39	7		11
7	26	8	5		3
8	22	4	1		0
9	19	5	0		0
10	8	0	0		0
11	8	0	0		0
12	3	0	0		0
13	2	0	0		0
n galbules	62	139	80		142
N individus	8	17	8		15
Graines/galbule					
moyenne	8,2	5,6	3,9		3,6
(écart-type)	(1,9)	(1,0)	(1,2)		(1,1)
Teneur relative en prodelphinidine	ε	74 % (montana 67 %)	74 %		59 %
* Incl. «montana»					

**Tableau 8. Synonymies nomenclaturales
(d'après D. RIVERA, Université de Murcie, comm. person.)**

- 1. *Juniperus phoenicea* L.** *Spec. Plant.* : 1040 (1753)
(Ind. loc. : *Habitat in Europa Australi, Monspeliis*)
= *J. lycia* L., *Sp. Pl.* : 1039 (1753) ?
(Ind. loc. : *Habitat in Gallia et Sibiria* (non Sibiria ?). Lobel, Ic. 221 sub *Cedrus phoenicea altera plinii et teophrasti*)
= *J. phoenicea* **subsp. lycia** (L.) Molinier et Bolos ex Pignatti, *Fl. Ital.*, **1** : 85 (1982). (*nom. inval.*)
= *J. phoenicea* **subsp. lycia** (L.) Molinier et Bolos in Bolos et Vigo, *Fl. Països lat.*, **1** : 205 (1984) (*nom. inval.*)
= *J. phoenicea* **subsp. lycia** (L.) Lamarck et D.C., *Fl. franç.*, **3** : 279 (1805)
= *J. phoenicea* **subsp. lycia** (L.) Jah. et Maire, *Catal. Plant. Maroc*, **1** : 15 (1921) ; cf. Bolos et Molinier in *Coll. Bot.*, **5** : 733 (1958)
= *J. phoenicea* var. *prostata* Willk. *Suppl. Prodr. Fl. Hispan.* : 4 (1883)
(Ind. loc. : Sierra de la Nieve, *Prov. Malac.*, Reverchon : 601 (1889).
Typus non vidit).
- 2. *Juniperus turbinata* Guss.**, *Fl. Sicul. Syn.*, **2** : 634 (1844)
(Ind. loc. : «*In arenosis vel rupestribus maritimis, Montallegre (Gussone), Secciara (Gasparrini)*» *Typus non vidit*)
= *J. phoenicea* var. *turbinata* (Guss.) Parl., *Fl. Ital.*, **4** : 91 (1864)
= *J. phoenicea* subsp. *turbinata* (Guss.) Nyman *Consp. Fl. Europ.* : 676 (1881)
= *J. lycia* auct. non L., *Sp. Pl.* : 1039 (1753)
= *J. oophora* G. Kuntze in *Flora* (Regensburg), **29** : 637 (1846)
(Ind. loc. : «*n pineto propre la Bonanza regui Sevillani, Willkomm.*
Typus non vidit)
= *J. phoenicea* subsp. *eumediterranea* Lebreton et Thivend, *Natur. Monspel.*, *Série Bot.*, **47** : 9 (1981) (*nom. inval.*)
- 2.1. subsp. *turbinata***
- 2.1.1. var. *occidentalis***
(Ind. loc. : «*Habitat in arenosis vel rupestribus littoralis mediterraneo occidentalis*»)
Incl. chimiovar. «**montana**»
(Ind. loc. : «*Habitat in montibus Atlantis Maroccanis, loco dicto Tizi n'Test (30°50 N, 03°30W), 2000 m.s.m.*»)
- 2.1.2. var. *orientalis***
(Ind. loc. «*Habitat in mediterraneo orientalis : Creta, Cyprus (et Grecia ?)*»)
- 2.2. subsp. *canariensis*** (Guyot) Rivas-Martinez et al., *Itinera Geob.*, **7** : 511 (1993)
= *J. canariensis* Guyot in Mathou et Guyot, *Trav. Lab. For. Univ. Toulouse*, **1**, art. **20** : 7 (1942).

REMERCIEMENTS

Monsieur le Dr. Diego RIVERA (Université de Murcie) a procédé à un récapitulatif taxonomique de *Juniperus phoenicea* (cf. tableau 8).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERTHET P., 1996. — Compte rendu de l'excursion à Tenerife de la section de Botanique du 7 au 14 avril 1995. *Bull. mens. Soc. linn. Lyon*, 65 : 91-95.
- BOLOS O., 1967. — Comunidades vegetales de la comarcas proximas al litoral, situadas entre los rios Llobregat y Segura. *Mem. Real Acad. Cienc. y Artes Barcelona*, 34 : 443-480.
- BOLOS O. et VIGO J., 1964. — *Flora dels Països Catalans*. Vol. 1 : 204-205.
- BOLOS O. et MOLINIER R., 1958. — Recherches phytosociologiques dans l'île de Majorque. *Collect. Bot.*, 5 : 699-865.
- CASTROVIEJO S. *et al.* (1986). — *Flora Iberica*. Vol. 1 : 186-187.
- COSTA J.-C., CAPELO J.-H., LOUSA M. et AGUIAR C., 1999. — Communautés de *Juniperus* au Portugal. *Colloq. phytosoc.* 22 : 499-526.
- COSTA M., CASTROVIEJO S., RIVAS-MARTINEZ S. et VALDES-BERMEJO E. 1978. — Sobre la vegetacion de las dunas fosiles del Coto Donana. *Colloq. phytosoc.* 6 : 101-108.
- DIEZ-GARRETAS, B., ASENSI A. et MARTIN OSORIO V.E., 1996. — Comportamiento fitosociologico de *Juniperus phoenicea* L. *s.l.* en el sur de la Peninsula Iberica. *Lazaroa*, 16 : 159-167.
- EMBERGER L., 1932. — Recherches botaniques et phytogéographiques dans le Grand-Atlas oriental. Les étages de végétation. *Mém. Soc. Sci. nat. Maroc*, 33 : 18-28.
- EMBERGER L., 1933. — Nouvelle contribution à l'étude de la classification des groupements végétaux. *Rev. gén. Bot.*, 45 : 473-486.
- GAUSSEN H. (1968). — Les Gymnospermes actuelles et fossiles. Fasc. X. Les Cupressacées. *Lab. For. Fac. Sci. Toulouse* : 115-116 et 145-146.
- LEBRETON Ph. (1982). — Tanins ou Alcaloïdes : deux tactiques phytochimiques de dissuasion des Herbivores. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 36 : 539-572.
- LEBRETON Ph. (1983). — Nouvelles données sur la distribution au Portugal et en Espagne des sous-espèces du Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea* L.). *Agronom. Lusit.*, 42 : 55-62.
- LEBRETON Ph. et RIVERA D., 1988. — Analyse du taxon *Juniperus phoenicea* L. sur des bases biochimiques et biométriques. *Natur. monspel.*, Série bot. Fasc. 53 : 17-41.
- LEBRETON Ph. et THIVEND S., 1981. — Sur une sous-espèce du Genévrier de Phénicie *Juniperus phoenicea* L., définie à partir de critères biochimiques. *Natur. monspel.*, Série bot. Fasc. 47 : 1-12.
- MATHOU Th. et GUYOT A.P., 1942. — Le Genévrier des Iles Canaries *Juniperus canariensis* Guyot. *Trav. Lab. For. Fac. Sci. Toulouse*, 1, Art. 20 : 1-8.
- MEDAIL F. et QUEZEL P., 1999 - The phytogeographical significance of S.W. Morocco compared to the Canary Islands. *Plant Ecology*, 140 : 221-244.
- MOLINIER R., 1953. — Observations sur la végétation de la Presqu'île de Giens (Var). *Bull. Muséum Hist. natur. Marseille*, 13 : 65-66.
- PIGNATI S. (1982). — *Flora d'Italia*. Vol. 1 : 85.
- QUEZEL P. et BARBERO M., 1981. — Contribution à l'étude des formations pré-steppiques genévriers du Maroc. *Bol. Soc. Brot.*, 53, sér. 2 : 1137-1160.
- RIVAS-MARTINEZ S., COSTA M., CASTROVIEJO S. et VALDES E., 1980. — Vegetacion de Donana (Huelva, Espana). *Lazaroa*, 2 : 5-189.
- RIVAS-MARTINEZ S., COSTA M. et LOIDI J., 1992. — La vegetacion de las islas de Ibiza y Formentera (Islas Baleares, Espana). *Itinera Geobot.*, 6 : 99-236.
- RIVAS-MARTINEZ S. WILDPRET W. et PEREZ DE PAZ P.L., 1993. — Datos sobre *Juniperus phoenicea* aggr. (Cupressaceae). *Itinera Geobot.*, 7 : 509-512.