

CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DES ORCHIDÉES DE L'AURÈS (N.-E. DE L'ALGÉRIE) :
INVENTAIRE, CARTOGRAPHIE, TAXINOMIE ET ÉCOLOGIE.Yassine BEGHAMI¹, Errol VÉLA², Gérard DE BÉLAIR³ & Michel THINON⁴

¹ Auteur pour la correspondance : B.P. n° 353, Mebarki, 05005 Batna, Algérie & Laboratoire LAPAPEZA, Département des sciences agronomiques, ISVSA, Université Hahadj Lakhdar, 05000 Batna, Algérie. E-mail : beghamiyassine@yahoo.fr, beghami_yassine@yahoo.fr

² Université Montpellier-2, UMR « AMAP » (botanique et bio-informatique de l'architecture des plantes), TA A51 / PS2 34398 Montpellier cedex 5, France. E-mail : errol.vela@cirad.fr

³ Université Badji Mokhtar, 23000 Annaba, Algérie. E-mail : debelaigr@yahoo.com

⁴ 835 chemin des Parettes, 06740 Châteauneuf, France. E-mail : michel.thinon@orange.fr

SUMMARY.— *A contribution to the knowledge of orchids in the Aurès (N.-E. Algeria): inventory, cartography, taxonomy and ecology.*— From various flora and vegetation studies of the Aurès Massif (northeast of Algeria), the orchids have been the subject of a specific inventory coupled with a phytocological survey. After fourteen years, only nine species in fifteen localities have been recorded, including following taxa: *Cephalanthera longifolia*, *Epipactis helleborine*, *Himantoglossum hircinum* subsp. *hircinum*, *Ophrys lutea* subsp. *lutea*, *Ophrys scolopax* subsp. *apiformis*, *Ophrys subfusca* subsp. *subfusca*, *Ophrys tenthredinifera* subsp. *ficalthoana*, *Orchis olbiensis*, *Orchis purpurea* subsp. *purpurea*. In addition to those ones, other species are reported in the literature in this massif or in the nearby massif of Belezma. These observations allowed us to confirm the taxonomy of some taxa which are still confused in the recent literature. The multidimensional analyses have revealed the station typology and some environmental variables that determine the distribution of these species in this region. Due to the alarming vulnerability of these sites and the threats, especially anthropogenic, to which they are subjected, a reflection to protect the habitats and their hosts seems to be urgent.

RÉSUMÉ.— À l'occasion de diverses études de la flore et de la végétation du massif de l'Aurès (N.-E. de l'Algérie), les orchidées ont fait l'objet d'un inventaire spécifique accompagné de relevés phytoécologiques conjoints. En quatorze années, seulement neuf taxons répartis sur quinze localités ont été inventoriés : *Cephalanthera longifolia*, *Epipactis helleborine*, *Himantoglossum hircinum* subsp. *hircinum*, *Ophrys lutea* subsp. *lutea*, *Ophrys scolopax* subsp. *apiformis*, *Ophrys subfusca* subsp. *subfusca*, *Ophrys tenthredinifera* subsp. *ficalthoana*, *Orchis olbiensis*, *Orchis purpurea* subsp. *purpurea*. A ceux-ci s'ajoutent d'autres espèces signalées dans la littérature pour ce même massif ou dans le massif voisin de Belezma. Ces observations nous ont permis de confirmer la taxinomie de certains taxons qui demeurait assez confuse dans la littérature récente. Des analyses multidimensionnelles ont mis en évidence, d'une part la typologie des stations et d'autre part certaines variables environnementales déterminant la distribution de ces espèces dans cette région. En raison de la vulnérabilité alarmante des sites visités et des menaces, notamment anthropiques, auxquelles ils sont soumis, une réflexion sur la protection des habitats et de leurs hôtes apparaît urgente.

Bien que la flore de l'Algérie soit considérée comme bien connue (Cosson, 1856, 1880 ; Battandier, 1888-1890, 1910 ; Battandier & Trabut, 1895, 1902 ; Quézel, 1956, 1957 ; Maire, 1960 ; Quézel & Santa, 1962-1963), la littérature naturaliste consacrée à cette flore reste très ancienne et l'inventaire de celle-ci est certainement encore incomplet. Le massif de l'Aurès, qui constitue une entité géographique caractéristique bordant le Sahara, le plus vaste désert du monde, est soumis à des influences climatiques à la fois continentales steppiques, méditerranéennes maritimes et tempérées montagnardes. De ce fait, cette région présente une grande richesse floristique et une forte diversité alliées à la présence d'un grand nombre d'espèces endémiques, tandis que d'autres sont rares et menacées (Quézel, 1957 ; Quézel & Santa, 1962-1963), d'où leur importance au niveau mondial. De plus, l'ensemble du bassin méditerranéen fait partie des 34 « hotspots » (points chauds) internationaux de diversité floristique (Myers *et al.*, 2000 ; Mittermeier *et al.*, 2005). Le massif de l'Aurès est géographiquement proche du point-chaud régional de biodiversité « Kabylies-Numidie-Kroumirie » (Véla & Benhouhou, 2007), tout en étant moins exceptionnel de par sa position marginale, en limite d'aire climatique en direction du Sahara. Tout comme son voisin le Belezma, le massif de l'Aurès (Djebel Chélia et ses contreforts) a néanmoins été récemment reconnu comme une des 22 « Zones Importantes pour les Plantes » de l'Algérie du Nord (Yahi *et al.*, 2012). Chez une espèce forestière clé et endémique comme le Cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière, la présence au niveau génétique, de fragments polymorphes spécifiques aux Aurès,

confirme le rôle de refuge glaciaire que ce massif a pu jouer pendant le Würm (Terrab *et al.*, 2008). Les découvertes récentes en matière de taxinomie sur les genres *Juniperus* (Véla & Schäfer, 2013) et *Salvia* (Véla, Mostari & Beghami, en prép.) viennent confirmer cette importance et renforcer notre intérêt pour la flore de cette région peu étudiée.

En Algérie, encore peu de recherches récentes ont été réalisées sur les orchidées. Néanmoins, Baumann *et al.* (2006), indiquent un total de 55 taxons d'orchidées connues pour l'Algérie. Toutefois des travaux ont été entrepris par De Bélair (2000), De Bélair et Boussouak (2002), De Bélair *et al.* (2005), Rebbas & Véla (2008, 2013) dans les régions voisines de Numidie et de Kabylie et Martin (2008) et Martin *et al.* (2015) se sont intéressés à la Tunisie. Dans l'Aurès, mis à part quelques travaux non publiés, les orchidées n'ont fait l'objet d'aucune investigation écologique et cartographique, à l'exception d'une visite de H. Baumann (1982).

La bibliographie de référence pour l'Algérie, à savoir Quézel & Santa (1962) (noté ci-après « Q. & S. ») et Maire (1960) (noté ci-après « M. »), ne signale que neuf taxons d'orchidées dans l'Aurès et/ou le Belezma : *Ophrys lutea* (M.), *Ophrys scolopax* var. *picta* (M., Q. & S.), *Orchis mascula* ssp. *olbiensis* (M., Q. & S.), *Orchis papilionacea* var. *genuina* (Q&S), *Orchis purpurea* (M. : trois stations dans toute l'Afrique du Nord !, Q. & S.), *Aceras anthropophorum* (« plus rare dans les montagnes des Hauts-Plateaux et l'Atlas saharien », M.), *Anacamptis pyramidalis* (M., Q. & S.), *Epipactis helleborine* var. *platyphylla* (M., Q. & S.), *Cephalanthera damasonium* (M. : seule station en Afrique du Nord !, Q. & S.). Plus récemment Abdessemed (1981), dans ses travaux consacrés à la phytosociologie des cédraines de l'Aurès, a noté deux autres orchidées : *Orchis longicornu* Poir. et *Ophrys fusca* Link., historiquement localisées dans le secteur phytogéographique tellien (Maire, 1960 ; Quézel & Santa, 1962). Cependant, un échantillon de l'herbier Louis Faurel, conservé au Muséum national d'histoire naturelle de Paris (spécimen P02115176), provient de la forêt de S'gag dans l'Aurès. La détermination, réalisée par R. Maire lui-même, indique *Orchis latifolia* L. subsp. *elata* (Poir.) Maire tandis qu'une nouvelle détermination par A. Dubuis et L. Faurel, réalisée en 1957, mentionne *Orchis elata* Poir. ssp. *munbyana* (Boiss. et Reuter) Camus. Cet échantillon est attribué à *Orchis elata* Poir. dans la collection du musée. Ce type d'orchidée est aujourd'hui intégré dans le genre *Dactylorhiza* et devrait être nommé *Dactylorhiza elata* (Poir.) Soó, au sens large. La prise en compte du rang infraspécifique diffère selon les auteurs, elle aboutit à *Dactylorhiza elata* (Poir.) Soó subsp. *munbyana* (Boiss. & Reut.) Kreutz ou bien *Dactylorhiza munbyana* (Boiss. & Reut.) Aver. selon Dobignard et Chatelain (2010-2013). Quoi qu'il en soit, cette orchidée a bien été récoltée dans l'Aurès, ce qui porte à 12 le nombre des diverses orchidées déjà observées dans ce massif.

Les anciennes données n'incluaient pas d'estimation quantitative des populations, ainsi que de localisation cartographique et de description écologique des communautés végétales associées.

À l'occasion de diverses études sur la végétation des massifs forestiers de l'Aurès (Beghami & De Bélair, 2007 ; Beghami, 2013 ; Beghami *et al.*, 2013), nous avons concentré nos efforts sur l'inventaire, l'identification et la localisation cartographique des taxons de la famille des orchidées. Ce travail fait le point sur certains de ceux-ci observés par nous-mêmes depuis 2000 dans l'Aurès et cherche à en décrire les habitats sous l'angle phyto-écologique.

SITE ET MÉTHODES

Le site d'étude est localisé en Algérie du Nord, à quelque 250 km au sud de la Méditerranée, dans la partie centrale et orientale du massif de l'Aurès (Fig. 1). Cette zone est limitée par les coordonnées géographiques 35,15° - 35,5° de latitude nord et 6,10° - 7,17° de longitude est. Elle est formée d'un ensemble de chaînes montagneuses au relief très contrasté (Benmassouad *et al.*, 2009). La géologie de ce massif est composite : d'une manière générale, la zone d'étude appartient à des terrains du Crétacé (inférieur et supérieur) et du Quaternaire présentant des faciès gréseux, marno-calcaires, à flyschs et dolomitiques (Laffitte, 1939). La pluviométrie moyenne annuelle varie de 300 mm dans les stations de basse altitude, jusqu'à 800 mm dans les stations les plus élevées (Seltzer, 1946 ; Schoenenberger, 1972). La zone d'étude englobe les étages bioclimatiques de végétation semi-aride et sub-humide, jusqu'aux limites de l'aride supérieur à la base méridionale du massif et de l'humide inférieur au sommet du Chélia à 2326 m (Schoenenberger, 1972 ; Beghami & De Bélair, 2007). La gamme d'altitude concernée par cette étude varie de 1040 à 2326 m.

L'observation des orchidées a débuté au cours de l'année 2000, à l'occasion d'un échantillonnage stratifié adopté pour l'étude des groupements végétaux des massifs du Chélia et des Aïth Yagoub. Les passages s'effectuaient chaque printemps, de fin mars à début juillet, car le démarrage de la végétation est relativement tardif dans cette partie de l'Aurès. Après une première observation d'*Epipactis helleborine* au début du mois de juillet 2000, l'échantillonnage des stations à orchidées est devenu subjectif en fonction de la présence de celles-ci.

Après repérage des stations à l'aide d'un GPS, il a été procédé à l'évaluation quantitative des populations par comptage des individus fleuris. Parallèlement, des relevés floristiques concernant une surface d'environ 400 m² ainsi que des descriptions de l'habitat ont été réalisés dans ces stations. La détermination des espèces s'est principalement appuyée sur les flores de Quézel & Santa (1962-1963) et Maire (1960). De plus, certains ouvrages spécialisés sur les orchidées, notamment ceux de Delforge (2005), Baumann *et al.* (2006), Bournérias & Prat (2005), Grünanger *et al.* (2009), ont été consultés. La nomenclature et la taxinomie retenues pour les espèces compagnes sont celles de Dobignard & Chatelain (2010-2013), tandis que pour les orchidées la nomenclature et la taxinomie utilisées sont celles des travaux de Le Floc'h *et al.* (2010) pour la Tunisie, étendues à l'Algérie en fonction des besoins.

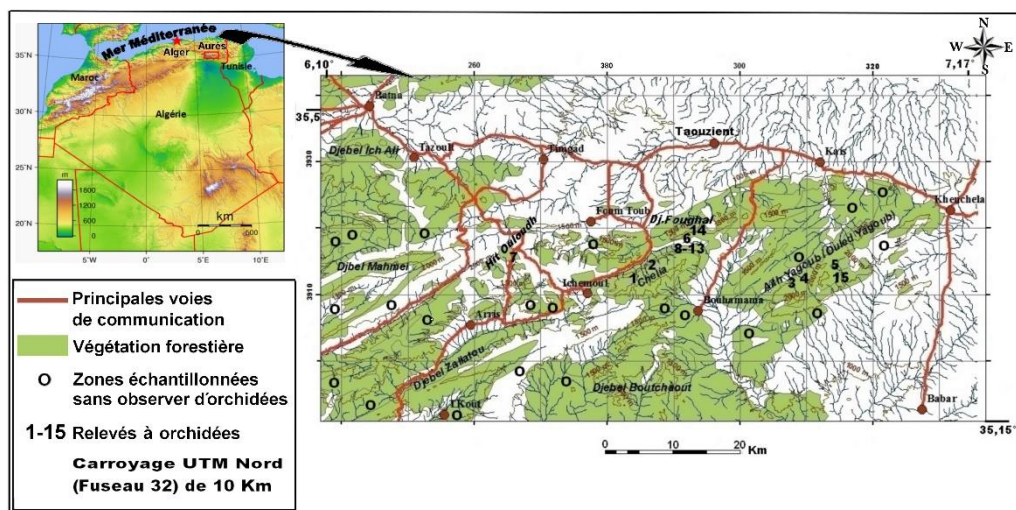


Figure 1.— La zone d'étude et positionnement des stations à orchidées (1 - 4 *Epipactis helleborine*, 5 *Himantoglossum hircinum*, 6 et 7 *Orchis olbiensis*, 8, 9 et 10 *Orchis purpurea*, 11 *Cephalanthera longifolia*, 12 *Ophrys lutea* avec l'*Ophrys scolopax*, 13 et 15 *Ophrys tenthredinifera*, 14 *Ophrys subfusca* avec *Ophrys scolopax*).

Les relevés sont complétés par diverses variables environnementales, à savoir : le type de substrat (grès, calcaire, marno-calcaire), le recouvrement de la végétation ligneuse et herbacée (pourcentage de la surface de la projection verticale du feuillage des arbres, des arbustes sur la surface totale de la station et la continuité de la strate herbacée), l'exposition et l'altitude.

L'ensemble des relevés floristiques, codés en présence-absence, a été soumis à une analyse multivariée de type Analyse Factorielle des Correspondances (AFC), afin d'obtenir une ségrégation des principaux types de végétation observés. Le croisement des données de la flore avec les variables environnementales (substrat, recouvrement, exposition et altitude), est obtenu par l'analyse canonique des correspondances (ACC). Elle met explicitement en relation deux matrices : une matrice à expliquer et une matrice de variables explicatives (Chessel *et al.*, 1987). Cette analyse peut également aider à déterminer quelques facteurs synthétiques d'ordre écologique qui régissent la composition floristique des stations à orchidées de la région de l'Aurès (Dolédéc *et al.*, 2000). Par ailleurs, les différents types biologiques, qui informent sur les formes de croissance et donc sur l'adaptation des végétaux aux conditions locales du milieu et des perturbations (y compris aux pressions exercées par l'Homme et les animaux domestiques), ont été soumis à une analyse en composantes principales (ACP). Pour chaque espèce, le type biologique *sensu* Raunkiaer (Raunkiaer, 1934 ; Ellenberg & Mueller-Dombois, 1967) est renseigné d'après nos propres observations *in situ*, complétées, lorsque cela est possible, par les données issues de certaines flores ou de catalogues récents des pays voisins (Pignatti, 1982 ; Carazo-Montijano & Fernández-López, 2006).

RÉSULTATS DE L'INVENTAIRE

Au total neuf taxons d'orchidées ont été observés sur un ensemble de quinze localités entre 2000 et 2013 (Fig. 1).

- *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch

Un seul exemplaire de *Cephalanthera longifolia* a été trouvé dans une garrigue dense de Chêne vert et de Frêne dimorphe (*Fraxinus dimorpha* Coss. & Dur. = *F. xanthoxyloides* auct.) en date du 12.V.2012, sous un chêne vert dans un vallon ombragé sur sol marno-calcaire, à une altitude de 1390 mètres. Battandier & Trabut (1884, 1895) ont indiqué que cette espèce fleurit au mois de mars. Elle diffère de *Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druce, non rencontrée jusqu'ici, par des feuilles lancéolées, arrivant jusqu'à l'épi ; l'épi est lâche, les bractées très petites, membraneuses et beaucoup plus courtes que l'ovaire. Cette espèce possède une aire

biogéographique principalement eurasiatique et on peut également la trouver dans les monts du Rif, Moyen- et Haut-Atlas au Maroc, dans le Tell et la région de Médéa en Algérie ainsi qu'en Tunisie (Maire, 1960). Cependant, il est à noter que celle-ci n'a pas été signalée dans le secteur phytogéographique de l'Aurès notamment par Maire (1960) ainsi que Quézel et Santa (1962).

- *Epipactis helleborine* (L.) Crantz

L'aire de répartition biogéographique de cette espèce couvre l'Europe et une partie de l'Asie boréale (Bournérias & Prat, 2005). Au sens strict (subsp. *helleborine*), elle est assez semblable par ses fleurs (Fig. 2), à *Epipactis tremolsii* Pau [= *E. helleborine* subsp. *tremolsii* (Pau) Klein], décrite de Catalogne espagnole en 1914, à *E. helleborine* subsp. *latina* Rossi & Klein [= *E. tremolsii* subsp. *latina* (Rossi & Klein) Hertel & Riech. = *E. latina* (Rossi & Klein) B. & H. Baumann], décrite d'Italie péninsulaire en 1987, ou encore à *Epipactis lusitanica* Tyteca, [= *E. tremolsii* subsp. *lusitanica* (D. Tyteca) Kreutz ; *E. helleborine* subsp. *lusitanica* (D. Tyteca) J.-M. Tison], décrite d'Algarve au Portugal en 1988 (Bournérias & Prat, 2005 ; Grünanger *et al.*, 2009 ; Tison *et al.*, 2014).



Figure 2.— Détail de la fleur d'*Epipactis helleborine* (L.) Crantz. Photo Y. Beghami, le 22.VI. 2009.

Sur nos échantillons, la morphologie des feuilles et leur disposition régulière tout le long de la tige écarte la sous-espèce *latina* (dimorphisme prononcé entre la base et le sommet de la tige). En revanche, si la plupart des individus ont un feuillage de type « *tremolsii* » (dense et fortement ondulé sur les bords), certains individus offrent un feuillage plutôt de type « *helleborine* » (moins dense et à limbe à bords plats), ce qui pourrait aussi les faire considérer comme appartenant à la sous-espèce *lusitanica*, d'aspect justement intermédiaire entre les deux (Fig. 3).



Figure 3.— Vue générale d'*Epipactis helleborine* (L.) Crantz. Photo Y. Beghami, le 22.VI. 2009.

En 2000, un échantillon d'*Epipactis* a été récolté dans l'Aurès au Djebel Chélia (De Bélair, 2000). Il avait été alors rattaché à *Epipactis tremolsii* C. Pau sur la base des indications de Delforge (1994). Toutefois, les populations connues dans l'Aurès, notamment dans sa partie orientale, ont été décrites en tant qu'*Epipactis helleborine* (Maire, 1960 ; Quézel & Santa, 1962) en précisant alors qu'il s'agissait de la var. *platyphylla* Irmisch, celle-ci étant le « type de l'espèce » (qui porte aujourd'hui le nom de l'épithète autonome « var. *helleborine* »). Durant la dernière décennie (Delforge 1994, 2005), la présence de l'espèce *Epipactis helleborine*, au sens strict, en Afrique du Nord a été contestée, sans argumentation, au profit du taxon ouest-méditerranéen *Epipactis tremolsii*. La présence des deux morphotypes « *tremolsii* » et « *helleborine* » nous encourage à penser que ces morphotypes n'ont qu'une faible valeur taxinomique (tout au plus des écotypes = variétés ?) plutôt que de considérer que les deux sous-espèces cohabitent dans le même massif forestier. L'hypothèse consistant à considérer qu'il s'agit de la sous-espèce *lusitanica* est plus séduisante, mais au vu de notre manque de connaissances sur la variabilité de ce taxon dans son aire naturelle, nous ne chercherons donc pas à nommer formellement ici la variabilité infra-spécifique de l'*Epipactis* de l'Aurès.

Dans la partie orientale du massif, nous l'avons repérée dans quatre sites. Les deux premiers sont situés au niveau de la cédraie des Aïth Yagoub, les populations inventoriées dans chaque station se composent d'une vingtaine d'individus plus au moins proches. Les deux autres se localisent dans la cédraie du Chélia, où on a pu recenser, dans chaque station, une dizaine d'individus plus dispersés que dans les stations du premier site.

- *Himantoglossum hircinum* (L.) Spreng. subsp. *hircinum*.

L'aire géographique de cette espèce s'étend entre l'Europe centrale et méridionale, l'Asie occidentale et les Canaries (Maire, 1960). La sous-espèce type (subsp. *hircinum*), quant à elle, se limite à la moitié ouest de ce même territoire, incluant le Maghreb et la partie tyrrhénienne de l'Italie (Grünanger *et al.*, 2009). En Algérie, Quézel & Santa (1962) l'indiquent comme assez rare dans les secteurs du Tell constantinois, algérois (sous-secteur littoral), oranais (sous-secteur de l'Atlas Tellien) et celui des Hauts-Plateaux (sous-secteur des Hauts-Plateaux algérois et oranais). Le Floc'h *et al.* (2010) signalent la raréfaction de cette espèce en Tunisie ; elle est, semble-t-il, absente en Numidie (De Bélair *et al.*, 2005).

Dans l'Aurès, une dizaine d'individus d'*Himantoglossum hircinum* ont été observés, début juin 2008, dans une seule station du massif des Aïth Yagoub, à 2030 m d'altitude, sur une crête caillouteuse reliant le Djebel Faroun au Djebel Aidel. Cette espèce n'avait jamais été signalée par les botanistes dans l'ensemble du secteur de l'Atlas saharien, y compris l'Aurès.

- *Ophrys lutea* Cav. subsp. *lutea*

Cette orchidée est peu représentée dans l'Aurès. Il n'a été observé qu'un seul individu dans une seule station, celle du lieu-dit Tafrent, situé sur le piémont nord du massif du Chélia. Cette observation semble confirmer le point de vue de Pfeifer *et al.* (2011). L'espèce est reconnaissable, selon Battandier & Trabut (1884, 1902), grâce à un labelle orbiculaire, largement bordé d'une bande jaune vif. Elle est signalée comme très commune dans la région méditerranéenne et manque aux Canaries (Battandier & Trabut, 1884). De Bélair *et al.* (2005) considèrent que cette espèce est largement représentée dans la région de la Numidie. Selon Maire (1960) son aire de répartition s'étend de la région méditerranéenne à l'Asie occidentale, jusqu'en Iran. Cet auteur l'a indiquée comme commune dans les montagnes des Hauts-Plateaux, dans l'Aurès et dans l'Atlas saharien. Cette espèce est observée en date du 5.V.2012, elle pousse en plein soleil à 1400 mètres d'altitude, au sein d'une pelouse pâturée, sur un substrat marno-calcaire.

- *Ophrys scolopax* subsp. *apiformis* (Desf.) Maire & Weiller. [Synonymes : *Ophrys picta* Link ; *Ophrys sphegifera* Willd.]

Cette orchidée a été rencontrée dans deux stations. La première est située au Djebel Foughal à une altitude de 1515 m sur un sol humifère et profond, développé sur un substratum calcaire. Sept individus ont été observés en étroit mélange avec *Ophrys subfusca*. Une deuxième station a été découverte dans la localité de Tafrent. Au sein de la population, qui dépasse une vingtaine d'individus, on a constaté la présence d'*Ophrys lutea* et *Orchis purpurea* représentés par un seul spécimen de chaque espèce. Ce taxon croît dans des conditions phyto-écologiques similaires à celles du précédent. Sa répartition est sud-ouest-méditerranéenne (Delforge, 2005).

Maire (1960) signale qu'elle est commune dans l'Aurès et le Belezma. De Bélair *et al.* (2005) l'ont observée entre 1996 et 2004 dans la région de la Numidie littorale, au nord-est de l'Algérie.

- *Ophrys subfusca* (Reichenb. f.) Murb. subsp. *subfusca*. [Synonymes : *Ophrys murbeckii* H. Fleischm., *Ophrys numida* Devillers-Tersch. & Devillers.]

Battandier & Trabut (1884), Battandier (1910) et Bonaviri *et al.* (2004) considèrent que ce taxon présente tous les intermédiaires entre *O. fusca* et *O. lutea*. Pour sa part, Maire (1960) souligne que cette plante se comporte comme un type autonome assez constant, sans écarter l'hypothèse d'une origine ancienne hybridogène et fixée. Les stations prospectées à ce jour en vue de rechercher les orchidées ne contiennent pas les espèces ayant pu s'hybrider et donner cette espèce.

L'appellation d'*O. subfusca* décrit d'Algérie par Reichenbach (1851) est très controversée depuis l'épitypification qu'en a proposé Lowe (2011) à partir d'échantillons tunisiens appartenant à un autre ensemble morphologique, celui d'*O. marmorata* G. & W. Foelsche. Ce choix ne fait pas l'unanimité (ni même la majorité ?) et nous avons préféré conserver l'usage établi cette dernière décennie, même s'il serait préférable d'écarter définitivement ce nom ambigu. On pourrait alors lui préférer le nom non ambigu d'*Ophrys murbeckii* H.Fleischm.

La station découverte au lieu-dit Dj Foughal, se compose d'une population d'une vingtaine d'individus possédant une moyenne de 3 à 5 fleurs. Certains individus sont en mélange avec l'espèce précédente.

- *Ophrys tenthredinifera* subsp. *ficalhoana* (J.A. Guim.) M.R. Lowe & D. Tyteca. [Synonymes : *Ophrys tenthredinifera* f. *ficalhoana* J.A. Guim. ; *Ophrys grandiflora* Ten.]

Cette sous-espèce à floraison tardive, reconnaissable à son gros appendice très turgescent et proéminent, surmontant une touffe de poils très distincts par leur forme aplatie et leur taille d'au moins 2 mm, n'a pas été distinguée par Quézel & Santa (1962). L'espèce au sens large habite les régions méditerranéennes (Maire, 1960), tandis que la sous-espèce *ficalhoana* (= *O. grandiflora* Ten.) paraît être strictement sud-ouest-méditerranéenne. La période de floraison est étalée de mars à mai selon l'altitude, au lieu de février à avril pour la sous-espèce *tenthredinifera* (De Bélair *et al.*, 2005). C'est à notre connaissance la signalisation la plus méridionale de cette sous-espèce encore méconnue, également récemment mise en évidence dans le nord-ouest de la Tunisie (Martin, 2008).

Cette espèce a été observée début mai 2008 à Aïth Yagoub au lieu-dit Chentgouma, en date du 13.V.2011 au lieu-dit Dj Foughal et le 31.V.2013 à Tafrent. Les deux dernières stations comportent des populations très compactes de cinq à huit individus. Cette démographie est en accord avec le point de vue avancé par Pfeifer *et al.* (2011).

- *Orchis olbiensis* Reut. ex Gren [Synonymes : *Orchis mascula* subsp. *olbiensis* (Reuter) Asch. & Graebn., *Androrchis olbiensis* (Reut. ex Gren.) D. Tyteca & E. Klein]

En 1884 Battandier et Trabut décrivent dans la flore d'Alger un *Orchis mascula* et un *Orchis provincialis* var. *pauciflora* Reichb. (= *Orchis laeta* Steinh.). Or, la fleur de cette dernière peut avoir une polychromie : jaune, blanchâtre, rose ou pourprée (Battandier & Trabut, 1884, 1895 ; Maire, 1960 ; De Bélair *et al.*, 2005). Battandier avait considéré tout d'abord ce taxon (*Orchis olbiensis*) comme intermédiaire entre *Orchis mascula* (s.s.) et *Orchis provincialis* (s.l.) avant de la distinguer comme une troisième espèce (Battandier, 1910). En Algérie lorsque *O. laeta* se teinte en rose, il peut alors se confondre avec *O. olbiensis*, sauf par l'éperon plus long et les ponctuations du labelle moins nombreuses. De Bélair *et al.* (2005) et Delforge (2005) précisent que l'*O. laeta* possède un éperon modérément long (22-28 mm, voire plus) et que l'*O. olbiensis* a un éperon plus court (environ 20 mm, parfois moins). De plus, ce dernier possède des ponctuations pourpres nombreuses sur toute la longueur du labelle, ce qui correspond à notre cas.

Maire (1960) avait noté que cette espèce est assez commune dans les montagnes du Tell, ainsi que dans l'Aurès et le Belezma, tandis que De Bélair *et al.* (2005) l'indiquent comme seulement probable et à rechercher dans les monts calcaires du Tell constantinois.

Dans l'Aurès oriental, nous l'avons observé la première fois fin avril 2005. Cette station est localisée au lieu-dit Tafrent, dans une garrigue de Chêne vert (*Quercus ilex*) et de Genévrier oxycède (*Juniperus oxycedrus*),

au bord d'un chemin et près d'un cours d'eau, en lisière d'un champ cultivé. La population est composée de seulement deux individus rapprochés. Une deuxième station a été récemment découverte en date du 28.IV.2011 dans le petit massif d'Ichmoul au col Tizi Ghioul (près du lieu-dit Hit Oulodh), à une quarantaine de kilomètres à l'ouest du site précédent. La population de cette station se compose de 3 individus peu distants. L'aire géographique de distribution de cette espèce correspond à la région Méditerranéenne occidentale (Kretzschmar *et al.*, 2007).

- *Orchis purpurea* Huds. subsp. *purpurea*. [Synonymes : *Orchis fusca* Jacq., *O. lokiana* H. Baumann, *O. purpurea* subsp. *lokiana* (H. Baumann) H. Baumann & R. Lorenz]

Battandier (1910) indique que l'*Orchis purpurea* est localisé sous les forêts de cèdre du Djebel S'gag dans l'Aurès. La station observée en date du 1.V.2011 se situe à quelque 50 km à l'est de la forêt de S'gag, à Tafrent dans le Djebel Chélia, sur un substrat marno-calcaire. La population se compose de sept individus relativement éloignés, selon une tranche altitudinale comprise entre 1395 et 1420 m.



Figure 4.— Inflorescence d'*Orchis purpurea*. Photo Y. Beghami, le 1 .V. 2011.

Les individus nord-africains ont été re-décrits comme appartenant à une espèce distincte, *Orchis lokiana*, par Baumann (1982) puis recombiniée en sous-espèce d'*Orchis purpurea* (Baumann & Lorenz, 2005). Cependant, les critères morphologiques avancés pour justifier cette distinction (plantes moins hautes, feuilles plus étroites, fleurs à sépales, pétales et labelles plus petits) ne sont pas confortés par nos premières observations de terrain (Fig. 4). Des observations récentes en Kabylie (Algérie) et en Provence (France) sont venues confirmer cette conclusion (Véla, Rebbas & Martin, en prép.). Pour cette raison, nous préférons ne pas retenir de rang taxinomique distinct pour les populations algériennes et nous les rattachons pour l'heure à la sous-espèce type, de large distribution euro-méditerranéenne (Baumann *et al.*, 2006). Étant donné le peu d'observations disponibles sur ces plantes nord-africaines rarissimes, dont le statut taxinomique reste controversé, le résultat de nos observations concernant l'*Orchis* pourpre de l'Aurès est consigné dans le Tab. I.

TABLEAU I

Caractéristiques biométriques comparées de l'*Orchis* pourpre de l'Aurès

	<i>O. purpurea</i> « <i>lokiana</i> », Aurès (d'après un échantillon unique)	<i>O. p.</i> subsp. <i>lokiana</i> (selon Baumann <i>et al.</i> , 2006)	<i>O. p.</i> subsp. <i>purpurea</i> (selon Baumann <i>et al.</i> , 2006)
Hauteur totale	45 cm	30-50 cm	40-80 cm
Inflorescence	12 cm	6-9 cm	10-20 cm
Feuilles basales	11 x 5 cm	6-13 x 3-3,5 cm	7-21 x 3,5-7 cm
Sépales	13-14 x 5-6 mm	8-11 x 4 mm	10-14 x 4,5-6,5 mm
Pétales	7,5 mm	7 x 1-1,5 mm	7-10 x 1-2,3 mm
Labelle	13-14 x 16 mm	9-11 x 11-13 mm	11-18 x 19-25 mm
Eperon	5-6 x 1,5-2 mm	3-4 x 1-2 mm	4,5-7 x 1,9-2,5 mm

ÉTUDE PHYTO-ÉCOLOGIQUE

Les 15 stations d'orchidées ont fait l'objet de relevés de végétation totalisant 232 espèces de plantes accompagnatrices, dont il n'est pas possible de donner ici la liste intégrale. Le tableau II regroupe les caractéristiques des stations.

TABLEAU II

Caractéristiques écologiques des stations

Paramètres stationnels Relevés	Altitude (m)	Exposition	Roche-mère	Taux de recouvrement des ligneux (%)	Taux de recouvrement des herbacées (%)
1	1800	N	Grès	> 75	5-25
2	1520	W	Grès	50-75	5-25
3	1510	W	Cal.	> 75	25-50
4	1735	NW	Cal.	> 75	25-50
5	2030	Crête	Cal.	< 5	50-75
6	1365	N	Mamocal	5-25	< 5
7	1700	N	Cal.	5-25	< 5
8	1420	N	Mamocal	5-25	< 5
9	1395	N	Mamocal	5-25	< 5
10	1400	N	Mamocal	< 5	> 75
11	1390	NW	Mamocal	50-75	5-25
12	1400	N	Mamocal	< 5	> 75
23	1410	N	Mamocal	25-50	< 5
14	1515	N	Cal.	5-25	> 75
15	1525	N	Grès	25-50	50-75

ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES ET TYPOLOGIE DES STATIONS À ORCHIDÉES

On constate que le dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique (Fig. 5), appliquée à ces relevés, montre que les 15 stations se répartissent en 3 groupes principaux que l'on retrouve sur le plan factoriel des axes 1 et 2 de l'AFC (Fig. 6). On doit remarquer que ces axes totalisent 29,84 % de la variance totale. Cette valeur est légèrement inférieure au tiers de l'information totale, mais peut permettre une interprétation. Ces groupes et les espèces qui les accompagnent ont été dénommés A, B et C. Le tableau III regroupe les orchidées présentes et les 39 taxons dont la contribution est la plus forte dans la structuration des nuages de points.

- Le groupement "A" est constitué par les relevés R1 à R5 et R15, soit les quatre stations à *Epipactis helleborine*, de l'unique station d'*Himantoglossum hircinum* et de la station d'*Ophrys tenthredinifera* du site d'Aïth Yagoub.

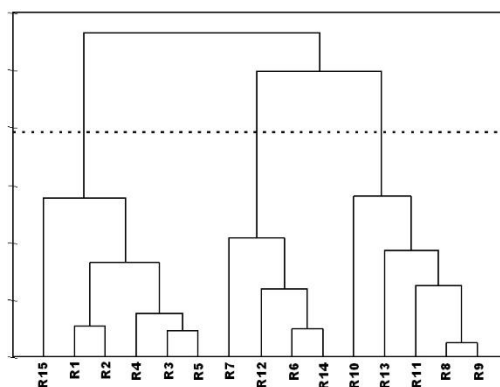


Figure 5.— Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique des coordonnées factorielles de l'AFC.

Il occupe essentiellement les plus hautes altitudes (1510 à 2030 m) et se caractérise par des formations sylvatiques plus ou moins fermées. Il se rapporte notamment aux forêts denses de cèdre, aux cédraies mixtes et aux clairières d'altitude avec abondance de nanophanérophytes. Les espèces caractéristiques de ce groupement sont fréquentes en haute altitude dans les formations forestières plus ou moins fermées. Soulignons que ce groupe d'espèces est dominé par le Cèdre de l'Atlas (E54) qui traduit un caractère sylvatique.

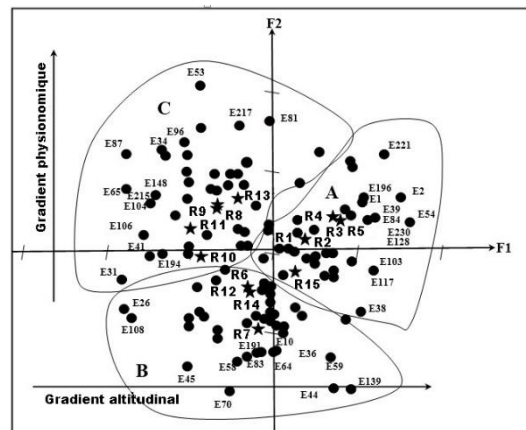


Figure 6.— Carte de l'analyse factorielle des relevés. 15 relevés x 232 Espèces végétales.

- Le groupement "B" est caractérisé par les relevés R6 (*Orchis olbiensis*), R7 (*Orchis olbiensis*), R12 (*Ophrys subfusca* + *Ophrys lutea*) et R14 (*Ophrys subfusca* + *Ophrys scolopax*).

Ce groupement occupe une tranche altitudinale allant des basses aux moyennes altitudes (1365 à 1700 m) avec des formations basses très dégradées par une utilisation pastorale extrême. Ce sont des pâtures souvent situées près des agglomérations, composées essentiellement d'espèces thermo-héliophiles et souvent envahies par des nanophanérophytes, chaméphytes et hémicryptophytes peu palatables, comme *Bupleurum spinosum* et *Calycotome spinosa*. Quézel et Santa (1962-63) placent les espèces rencontrées dans ce groupement dans les formations de broussailles, clairières et pâturages très ouverts et dégradés.

- Le groupement "C" est formé par les trois stations d'*Orchis purpurea* (R8 à R10), de la seule station de *Cephalanthera longifolia* (R 11) et de la seconde station d'*Ophrys tenthredinifera* (R 13) située dans la localité de Tafrent.

Ce dernier groupement est localisé aux plus basses altitudes (1390 à 1420 m). Ses stations se rapportent à des formations préforestières semi-ouvertes. Ce sont des garrigues de Chêne vert mélangé à du Frêne dimorphe. Dans l'Aurès ces formations peuvent se rencontrer à basses et moyennes altitudes et résultent de la dégradation anthropique des cédraies mixtes et des chênaies vertes. Non loin de la station de *Cephalanthera longifolia*, quelques sujets de Cèdre de l'Atlas relictuels témoignent de cette dégradation. Cette station est localisée aux abords d'un cours d'eau ombragé.

L'étude de la répartition des points espèces et points relevés (Fig. 6), montre que l'axe 1, qui exprime 19,6 % de la variance totale, oppose de part et d'autre de l'origine les espèces contributives liées aux formations forestières plus ou moins ouvertes localisées en haute altitude à celles des milieux préforestiers et dégradés de basse altitude (Tab. III). Cet axe paraît traduire un gradient écologique lié à l'altitude.

L'axe 2 qui représente 10,3 % de la variance met également en opposition les espèces des formations préforestières dégradées constituées essentiellement par une garrigue semi-ouverte et codominée par le Chêne vert et le Frêne dimorphe (E96), avec celles des broussailles, des clairières et des pelouses de montagne très pâturées comme *Calycotome spinosa* (E45) ou *Bupleurum spinosum* (E44). Cet axe semble exprimer un gradient écologique lié au type physiologique des formations végétales ; depuis les formations plus ou moins ligneuses dégradées vers des formations à herbacées et chaméphytes très claires.

TABLEAU III

Groupements d'orchidées et les espèces les plus contributives

Relevés	1	2	3	4	5	15	6	7	14	12	8	9	10	13	11
<i>Cephalanthera longifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Epipactis helleborine</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Himantoglossum hircinum</i> subsp. <i>hircinum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ophrys lutea</i> subsp. <i>lutea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Ophrys scolopax</i> subsp. <i>apiformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Ophrys subfusca</i> subsp. <i>subfusca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ophrys tenthredinifera</i> subsp. <i>ficalhoana</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Orchis olbiensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Orchis purpurea</i> subsp. <i>purpurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
(E1) <i>Acer monspessulanum</i> L. subsp. <i>monspessulanum</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(E2) <i>Acinos alpinus</i> subsp. <i>meridionalis</i> (Nyman) P.W.Ball	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(E38) <i>Bellis pappulosa</i> Boiss.	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
(E39) <i>Berberis hispanica</i> Boiss. & Reut.	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(E54) <i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Carrière	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(E84) <i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz subsp. <i>helleborine</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(E103) <i>Geranium robertianum</i> L. subsp. <i>robertianum</i>	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(E117) <i>Hyoseris radiata</i> L. subsp. <i>radiata</i>	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
(E128) <i>Lamium garganicum</i> L.	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(E196) <i>Sedum acre</i> L.	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(E221) <i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertn.	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
(E230) <i>Viola munbyana</i> Boiss. & Reut.	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(E10) <i>Ampelodesmos mauritanicus</i> (Poir.) Durand & Schinz	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
(E26) <i>Asperula hirsuta</i> Desf.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1
(E36) <i>Atractylis cancellata</i> L.	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
(E44) <i>Bupleurum spinosum</i> Gouan	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
(E45) <i>Calycotome spinosa</i> (L.) Link subsp. <i>spinosa</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1
(E58) <i>Centaurea sicula</i> L. subsp. <i>sicula</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
(E59) <i>Centaurea tougourensis</i> Boiss. & Reut.	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
(E64) <i>Convolvulus cantabrica</i> L.	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
(E70) <i>Crepis vesicaria</i> L. subsp. <i>vesicaria</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
(E83) <i>Echium italicum</i> L. subsp. <i>italicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
(E108) <i>Helianthemum cinereum</i> subsp. <i>Rotundifolium</i> (Dunal) Greuter & Burdet	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
(E139) <i>Lysimachia monelli</i> subsp. <i>linifolia</i> (L.) Peruzzi	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
(E191) <i>Sanguisorba verrucosa</i> (Don) Ces.	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
(E31) <i>Astragalus armatus</i> subsp. <i>numidicus</i> (Coss. & Durieu ex Murb.) Tietz	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
(E34) <i>Astragalus stella</i> Gouan	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
(E41) <i>Bromopsis erecta</i> (Huds.) Fourr. subsp. <i>erecta</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
(E53) <i>Catananche caerulea</i> L.	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
(E65) <i>Coronilla minima</i> L. subsp. <i>minima</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
(E81) <i>Dianthus sylvestris</i> Wulfen	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0
(E87) <i>Eryngium campestre</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
(E96) <i>Fraxinus dimorpha</i> Coss. & Durieu	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
(E104) <i>Guenthera dimorpha</i> (Coss. & Durieu) Gómez-Campo	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1
(E106) <i>Hedysarum pallidum</i> Desf.	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1
(E217) <i>Thapsia villosa</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1
(E148) <i>Ononis natrix</i> L. subsp. <i>natrix</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0
(E194) <i>Scorpiurus muricatus</i> L. subsp. <i>muricatus</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1
(E215) <i>Teucrium polium</i> subsp. <i>aurasiacum</i> (Maire) Greuter & Burdet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0

Ce gradient serait associé à l'impact de la pression anthropique sur les formations forestières naturelles, par le développement des zones de parcours et parfois des cultures.

ANALYSE CANONIQUE DES CORRESPONDANCES FLORE / ENVIRONNEMENT

Cette analyse met en relation les 232 espèces végétales (codées en présence – absence) et les variables environnementales du tableau II. Le plan formé par le premier et le second axe totalise un taux d'inertie de 55,30% (Fig. 7). Il met en évidence la répartition des stations en fonction des variables du milieu et de la physiologie de la végétation.

La carte de l'analyse canonique des correspondances (Fig. 7), associe clairement la répartition des sites à orchidées aux variables du milieu et à la physionomie de la végétation.

- Les stations d'*Epipactis helleborine* R1 à R4 sont liées aux deux facteurs dominants de la partie négative de l'axe 1: l'altitude (Alt) et le fort taux de recouvrement des ligneux (Re/li). Le substrat (Sub) gréseux intervient également pour les deux premières stations.

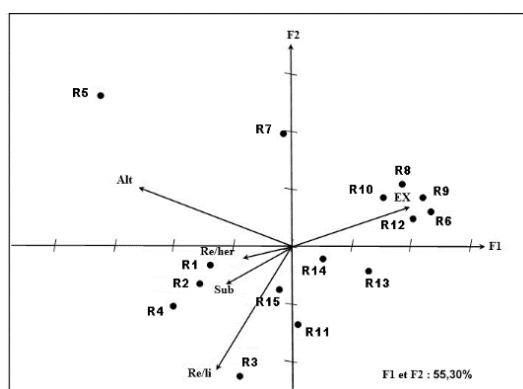


Figure 7.— Carte de l'analyse canonique des correspondances 15 relevés x 232 espèces x 5 variables environnementales (Ex = exposition, Re/li = recouvrement ligneux, Sub = substratum, Re/her = recouvrement herbacé, Alt = altitude).

- La station à *Himantoglossum hircinum* (R5) apparaît isolée, en rapport avec sa position altitudinale extrême (2030 m), sa situation en crête et un très faible recouvrement des ligneux.

- Les trois stations d'*Orchis purpurea* (R8 à R10), d'*Orchis olbiensis* (R6) et d'*Orchis scolopax* en mélange avec *Ophrys lutea* (R12) apparaissent groupées, en relation avec leur exposition nord, le substrat marno-calcaire et des altitudes plutôt basses. Ces stations sont également caractérisées par un faible recouvrement des ligneux. Les cinq stations restantes occupent une situation intermédiaire.

- Le groupement à *Orchis olbiensis* R7 apparaît relativement isolé et se caractérise par sa position en altitude et un faible recouvrement végétal.

- À l'opposé, la station R11 de *Cephalanthera longifolia* se caractérise par sa faible altitude et un fort recouvrement, surtout ligneux.

- Les stations R13 à R15 sont situées en altitudes moyennes et se répartissent selon un gradient de substrat. Alors que celle d'*Ophrys tenthredinifera* (R13), qui est installée sur une roche mère marno-calcaire, présente un très faible recouvrement herbacé, celle du même taxon (R15), située sur substrat gréseux, est assez fortement colonisée par les herbacées ; les deux stations possédant un recouvrement ligneux non négligeable. Le groupement d'*Ophrys subfusca* et d'*Ophrys scolopax* (R14) occupe un substrat calcaire et se distingue par un recouvrement ligneux plus faible et une couverture herbacée très élevée.

Cette analyse rejoint globalement les résultats de l'analyse factorielle des correspondances.

ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES STATIONS/TYPES BIOLOGIQUES

Cette analyse porte sur un tableau à deux entrées, constitué par les 15 stations et 5 types biologiques *sensu* Raunkiaer. Ces derniers ont été représentés en pourcentage par rapport à la richesse spécifique de la station. Le plan formé par le premier et le second axe totalise un taux d'inertie de 61, 25 %.

L'examen de la carte factorielle de l'ACP (Fig. 8) montre que les hémicryptophytes, thérophytes et chaméphytes jouent un rôle majeur dans cette analyse.

- Un premier groupe englobe les stations à orchidées suivantes : *Himantoglossum hircinum* (R5), *Ophrys tenthredinifera* (R15) et la station d'*Ophrys lutea* avec l'*Ophrys scolopax* (R12). Ces stations sont nettement caractérisées par des taux élevés en hémicryptophytes.

- Un second groupe s'organise autour d'un fort taux de géophytes allié à une faible représentation des thérophytes. Il comprend les stations suivantes : *Orchis olbiensis* (R6), *Ophrys subfusca* avec *Ophrys scolopax* (R14), *Cephalanthera longifolia* (R11) et les stations d'*Orchis purpurea* (R8 et R9). La station R14 s'écarte des autres stations en raison d'un très fort taux d'hémicryptophytes.

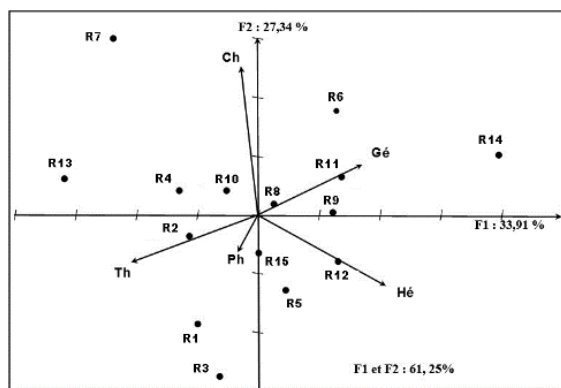


Figure 8.— Carte de l'analyse en composantes principales, 15 relevés x 5 types biologiques (Gé = géophyte, Hé = hémicryptophyte, Ph = phanérophyte, Th = thérophyte, Ch = chaméphyte).

- Un troisième groupe s'étire le long de la partie négative de l'axe 1. Il est constitué par les stations d'*Orchis purpurea* (10), d'*Epipactis helleborine* (R2 et R4) et d'*Ophrys tenthredinifera* (R13). Ces stations se caractérisent par des taux élevés de thérophytes et, pour les trois dernières, de faibles taux d'hémicryptophytes, R10 se distinguant par un faible taux de phanérophytes. R13 s'individualise également par des taux élevés de chaméphytes et de phanérophytes.

- Un quatrième groupe, constitué par les deux premières stations d'*Epipactis helleborine* R1 et R3, se caractérise surtout par de faibles taux de géophytes et chaméphytes. R1 se distingue par un fort taux de thérophytes, tandis que R3 offre le taux le plus élevé en phanérophytes.

DISCUSSION

Selon la bibliographie consultée (Maire, 1960 ; Quézel & Santa, 1962) et nos observations pendant plus d'une dizaine d'années sur le terrain, il ressort que seize espèces d'orchidées ont été signalées jusqu'ici pour la zone Aurès / Belezma (Tab. IV). Notre inventaire de terrain, qui est loin d'être exhaustif, nous a permis de recenser seulement neuf orchidées mais dont quatre sont nouvelles pour le secteur phytogéographique Aurès / Belezma (*Cephalanthera longifolia*, *Himantoglossum hircinum*, *Ophrys subfusca* et *Ophrys tenthredinifera*). En revanche, sept taxons signalés par les anciens auteurs n'ont pas été observés (*Orchis longicornu*, *Orchis papilionacea*, *Anacamptis pyramidalis*, *Cephalanthera damasonium*, *Aceras anthropophorum*, *Orchis fusca* et *Orchis elata*). Ces neuf orchidées occupent une tranche altitudinale qui varie de 1365 à 2030 m d'altitude. Cette présence s'observe donc à toutes les altitudes du massif, excepté les plus hauts sommets (Chélia 2326 m, Mahmel 2321 m) et son piémont (Batna 1040 m, Khenchela 1120 m).

- Enfin, la station d'*Orchis olbiensis* (R7) s'individualise avec le plus fort taux de chaméphytes, allié à une faible représentation des hémicryptophytes et géophytes.

ÉCOLOGIE DES ESPÈCES : ORCHIDÉES DE FORÊTS, ORCHIDÉES DE PELOUSES

Le faible nombre de stations à orchidées ne permet pas, sauf pour *Epipactis helleborine* et, dans une moindre mesure, pour *Orchis purpurea*, de définir des caractères précis de l'écologie des orchidées pour cette région de l'Afrique du Nord.

TABLEAU IV

Liste des taxons d'Orchidées signalés à ce jour dans l'Aurès / Belezma

Nom bibliographie de référence	Nom bibliographie plus récente	Floraison	Nom retenu dans le présent travail
<i>Orchis longicornu</i> Poiret (f. <i>discolor</i> , f. <i>pallida</i> & f. <i>albiflora</i>)	<i>Orchis longicornu</i> Poiret !	2-4	<i>Anacamptis morio</i> subsp. <i>longicornu</i> (Poir.) H.Kretzsmar, Eccarius & H.Dietr.
<i>Orchis papilionacea</i> L. (var. <i>genuina</i> & var. <i>expansa</i>)		3-5	<i>Anacamptis papilionacea</i> (L.) R.M.Bateman, Pridgeon & Chase subsp. <i>papilionacea</i>
<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) L.C. Rich. (f. <i>apiculata</i>)		4-6	<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich. subsp. <i>pyramidalis</i>
<i>Cephalanthera damasonium</i> (Mill.) Druce	<i>Cephalanthera damasonium</i> (Mill.)	5-6	<i>Cephalanthera damasonium</i> (Mill.) Druce
<i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) Fritsch.		3-5	<i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) Fritsch !
<i>Orchis elata</i> Poiret		12. V.2012	
		4-6	<i>Dactylorhiza elata</i> (Poir.) Soó
<i>Epipactis helleborine</i> var. <i>platyphylla</i> Irm.	<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz.	5-7	<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz
		22. VI.2009	
<i>Himantoglossum hircinum</i> (L.) Spreng.		4-7	<i>Himantoglossum hircinum</i> (L.) Spreng. subsp. <i>hircinum</i> !
		04.VI.2008	
<i>Aceras anthropophorum</i> (L.) Ait. (f. <i>latior</i> & f. <i>angustata</i>)		3-6	<i>Orchis anthropophora</i> (L.) All.
		4-6	
<i>Orchis mascula</i> ssp. <i>olbiensis</i> (Reut.) Asch. et Gr.		24. IV.2005 +28. IV.2011	<i>Orchis olbiensis</i> Reu. ex Gren
		5	
<i>Orchis purpurea</i> Huds.		01. V.2011	<i>Orchis purpurea</i> Huds. subsp. <i>purpurea</i>.
<i>Ophrys fusca</i> Link. (var. <i>genuina</i> & var. <i>iricolor</i>)	<i>Ophrys fusca</i> Link. !	2-5	<i>Ophrys fusca</i> Link subsp. <i>fusca</i>
		3-5	
<i>Ophrys lutea</i> (Cav.) Gouan		05.V.2012	<i>Ophrys lutea</i> Cav. subsp. <i>lutea</i>
<i>Ophrys scolopax</i> ssp. <i>apiformis</i> (Desf.)Maire & Weiller (var. <i>picta</i> & var. <i>chlorosepala</i>)		3-6	<i>Ophrys scolopax</i> subsp. <i>apiformis</i> (Desf.) Maire & Weiller
		13. V.2011	
<i>Ophrys subfusca</i> (Rehb.) Batt.		2-6	<i>Ophrys subfusca</i> (Reichenb. f.) Murb. subsp. <i>subfusca</i> !
		13. V.2011	
<i>Ophrys tenthredinifera</i> Willd. (var. <i>genuina</i> & var. <i>lutescens</i>)		2-5	<i>Ophrys tenthredinifera</i> subsp. <i>ficalhoana</i> (Guimarès) Lowe&Tyteca!
		05. V.2008	
		+13. V.2011	

Les taxons **en gras** ont été observés dans l'Aurès / Belezma par les auteurs considérés. Les taxons suivis d'un ! sont « nouveaux » (après 1962) pour la zone Aurès / Belezma. Bibliographie de référence : Maire, 1960 ; Quézel & Santa, 1962. Bibliographie plus récente : Schoenenberger 1970 ; Abdessemed, 1981. Floraison : période mensuelle en Afrique du Nord (Maire, 1960) / **dates dans l'Aurès (nos observations)**.

L'écologie du groupe des orchidées forestières est représentée par les stations d'*Epipactis helleborine*. Dans l'Aurès et le Belezma, Maire (1960) souligne que cette espèce s'observe dans les forêts de montagne sur les sols calcaires et siliceux. De leur côté, De Bélair *et al.* (2005) l'ont qualifiée d'espèce de sous-bois.

Cephalanthera longifolia apparaît en position intermédiaire dans notre étude. Son unique station (R11), localisée en basse altitude, présente un recouvrement ligneux relativement élevé avec la présence du Frêne dimorphe dans un contexte de dégradation moyenne, caractérisée par un très faible taux de thérophytes. En raison d'une ouverture rapide du couvert forestier par la coupe, le pastoralisme ou le feu, les espèces héliophiles, souvent représentées par des thérophytes, s'installent et augmentent brusquement la diversité spécifique (Barbero *et al.*, 1990). Quézel (2000) présente la thérophytisation comme étant un stade de dégradation dû à une forte anthropisation dont les pratiques agro-sylvo-pastorales sont les principales causes. Il en résulte une invasion généralisée des écosystèmes forestiers par des espèces annuelles souvent sub-nitrophiles et rudérales, disséminées essentiellement par les troupeaux (Barbero *et al.*, 1990 ; Médail & Diadema, 2006). Les arbres encore en place correspondent alors à de véritables « fossiles vivants appelés à disparaître au cours des prochaines décennies » (Médail & Diadema, 2006).

Les sept orchidées restantes appartiennent au groupe des orchidées héliophiles de pelouses. Les pelouses dérivent généralement de groupements forestiers dégradés et sont souvent caractérisées par la dominance des types biologiques chaméphytes et hémicryptophytes. L'action ancienne de l'Homme et de ses animaux sur les écosystèmes a conduit à la sélection d'espèces non palatables ou résistantes parmi lesquelles les hémicryptophytes et les chaméphytes jouent un rôle important (Barbero *et al.*, 1990). Floret *et al.* (1990) indiquent que la dominance des hémicryptophytes et des géophytes peut s'expliquer par l'augmentation de la pluviosité et du froid. La plupart des orchidées concernées par cette étude sont localisées à des altitudes

dépassant 1400 m. D'après Danin & Orshan (1990) les chaméphytes sont bien adaptés à la sécheresse estivale et aux forts éclaircissements.

Orchis purpurea apparaît à des altitudes plutôt basses, en exposition nord, sur un substrat marno-calcaire. Cette espèce colonise des bois plus ou moins clairs et des pelouses avec des taux de chaméphytes et d'hémicryptophytes relativement élevés.

Himantoglossum hircinum occupe une crête en haute altitude, dans un peuplement surtout herbacé, à très faible recouvrement ligneux. Le taux d'hémicryptophytes élevé et la faiblesse des thérophytes indiquent une stabilité de la station. Soulignons également que Pfeifer *et al.* (2011) ont indiqué que les populations de cette espèce au sud de son aire de répartition ont des caractères démographiques plus faibles qu'au nord et qu'elles sont sous la menace d'une éventuelle péjoration climatique.

Ophrys lutea, *Ophrys subfusca* et *Ophrys scolopax* occupent des stations de moyenne altitude en versant nord sur substrat alcalin. Le recouvrement ligneux est faible à très faible avec une strate herbacée très dense, à très fort taux d'hémicryptophytes.

Ophrys tenthredinifera se rencontre en versant nord de moyenne altitude et est indifférent au substrat. Les deux stations (R13 et R15) présentent des recouvrements ligneux similaires, mais différent pour la strate herbacée. La station sur substrat gréseux (R5) présente une couverture herbacée beaucoup plus développée avec un taux d'hémicryptophytes élevé. Ce taux diminue en corrélation avec l'augmentation des thérophytes dans la station R13, qui présente des taux plus élevés de phanérophytes et de chaméphytes. Ces différences peuvent s'expliquer par les effets du pastoralisme plus marqué à Tafrent, accentués par les dissimilitudes d'altitude et de substrat.

Orchis olbiensis a été observé dans deux stations (R6 et R7), de versant nord sur substrat alcalin, qui présentent une grande amplitude altitudinale. Les deux stations montrent des recouvrements généraux identiques faibles, essentiellement ligneux.

Par rapport à la station la plus basse, celle d'altitude enregistre une augmentation des taux de thérophytes, phanérophytes et chaméphytes. Corrélativement, on observe une diminution des hémicryptophytes et surtout des géophytes. Ce dernier point semble contredire l'observation de Floret *et al.* (1990).

BILAN DE LA CONSERVATION DES ORCHIDÉES DANS L'AURÈS

En attendant des recherches complémentaires, il est toutefois déjà possible de remarquer que sur les deux espèces d'orchidées à rhizome appartenant aux genres mycohétérotrophes préférentiellement forestiers que sont *Cephalanthera* et *Epipactis* (Bournérias & Prat, 2005 ; Selosse & Roy, 2009), une seule a été retrouvée (*Epipactis helleborine*), tandis qu'une autre est nouvelle (*Cephalanthera longifolia*). Parallèlement, sur les 13 taxons d'orchidées à pseudotubercules (tubercules fasciés) appartenant aux genres semi-autotrophes préférentiellement héliophiles que sont *Anacamptis*, *Aceras*, *Orchis* et *Ophrys*, quatre ont été retrouvés (*Ophrys lutea*, *Ophrys scolopax*, *Orchis olbiensis* et *Orchis purpurea*). Trois sont nouveaux pour ce secteur, *Ophrys subfusca*, *Ophrys tenthredinifera* et *Himantoglossum hircinum*, genre nouveau.

Avec les données dont nous disposons, on ne peut donc pas émettre l'hypothèse d'une tendance à la raréfaction des espèces caractéristiques des écosystèmes forestiers caractérisées par un véritable sous-bois, composé d'une strate arbustive et/ou herbacée pérenne et d'un horizon supérieur humifère recouvert de litière. Ce phénomène, bien que soupçonné en Numidie (De Bélair *et al.*, 2005) et en Tunisie (Le Floch *et al.*, 2010), n'est donc pas confirmé ici dans ce secteur oriental de l'Atlas saharien où les conditions climatiques et biogéographiques naturelles ont déjà appauvri ce cortège forestier : les genres *Limodorum* et *Neottia* y sont absents, tout comme l'espèce *Cephalanthera rubra* (cf. Maire, 1960 ; Quézel & Santa, 1962). Malgré l'érosion des horizons superficiels du sol et la thérophytisation de la flore associée qui devient davantage héliophile et éphémère, les transformations qui interviennent actuellement dans les sous-bois des écosystèmes forestiers et préforestiers ne semblent pas encore avoir atteint le seuil de l'irréversibilité.

Les milieux ouverts de types pelouses et matorrals clairsemés ne paraissent cependant pas dans un état de conservation optimal, au regard du faible nombre d'orchidées observées, tant en nombre d'espèces qu'en nombre d'individus. Sept taxons historiquement observés n'y ont pas été retrouvés, et quatre nouveaux semblent être

apparus récemment. On peut suspecter un fort taux de renouvellement de cette orchidoflore héliophile. Cela pourrait indiquer un impact des activités agro-pastorales devenues trop intenses, agissant alors comme perturbation majeure, notamment dans la transformation pastorale d'anciens écosystèmes forestiers. On peut aussi imaginer que la transformation des écosystèmes est trop récente et n'a pas encore atteint un stade d'équilibre. Le peuplement d'orchidées n'offrirait alors pas encore l'éventail des espèces héliophiles potentielles. À l'heure actuelle, en l'absence d'études visant à mesurer le taux de succès reproductif (pollinisation et/ou fructification) de ces espèces *in situ*, il ne nous est pas possible de tester ces hypothèses.

ÉTAT DE CONSERVATION

Mis à part les stations d'*Epipactis helleborine* et en moindre importance celle de *Cephalanthera longifolia* caractérisées par un caractère sylvatique, les autres manifestent un degré de dégradation très avancé. Si les forêts de cèdre pur ou mixte dominent les stations d'*E. helleborine*, il n'en est pas de même pour la station de *C. longifolia*. Le cèdre n'est présent dans celle-ci qu'à titre de vestige, témoignant de ce fait un stade de dégradation moyen. Quant aux autres stations, elles se rencontrent dans des formations préforestières ouvertes résultant de la dégradation anthropique des cédraies mixtes et des chênaies vertes. Ces stations sont localisées à proximité des agglomérations, des zones cultivées ou bien à proximité des parcours et des pelouses des hautes montagnes très pâturées. Ces formations sont riches en espèces héliophiles et souvent envahies par des nanophanéophytes, chaméphytes et hémicryptophytes peu palatables. L'effet de l'ensemble des facteurs anthropiques, associé aux aléas climatiques dans un contexte de proximité du désert saharien, risque d'affecter à long terme la répartition et l'importance des populations d'orchidées de cette zone.

CONCLUSION

Cette étude a permis d'identifier neuf taxons d'orchidées dont quatre sont nouveaux pour l'Aurès. En considérant les données de la littérature, sept taxons n'ont, par contre, pas été retrouvés. On doit souligner que toutes les stations de ces orchidées (à l'exception d'une seule située en crête) occupent les expositions nord et ouest, sans doute en raison d'un bilan hydrique (précipitations et évapotranspiration) plus favorable. Les variables environnementales (altitude, exposition, substrat, taux de recouvrement des ligneux et des herbacées) et le cortège floristique permettent d'associer les orchidées à des conditions écologiques qui leur sont propres. On doit remarquer que l'élément le plus remarquable est la présence du Cèdre de l'Atlas, soit sur la station elle-même, soit à proximité. Cet état de fait incite à considérer que ces orchidées sont associées aux cédraies elles-mêmes (espèces à rhizome) et/ou à leurs stades de dégradation plus ou moins récents (espèces à pseudo-bulbes).

Les orchidées de l'ensemble montagneux Aurès / Belezma sont soumises à une forte pression anthropique et à de fortes contraintes climatiques, en raison de leur position en limite sud de leur aire, en bordure du Sahara, d'où une grande vulnérabilité. Celle-ci est renforcée par une situation d'isolement géographique par rapport à l'Atlas tellien, ce qui suscite des inquiétudes quant à leur avenir, au moins pour certaines d'entre elles.

Il apparaît donc urgent de compléter ce bilan d'inventaire et de caractérisation écologique afin de réaliser un état des lieux exhaustif qui puisse préparer la mise en place d'un suivi régulier. Pour cela, les données issues de nos observations vont servir à enrichir un travail collaboratif d'inventaire et de cartographie initié par la Société Méditerranéenne d'Orchidologie (R. Martin, France) en Tunisie et qui se poursuit aujourd'hui à l'échelle de l'Algérie. Au-delà de la poursuite de ces inventaires, des actions de suivi, de gestion et de conservation seront envisagées au cas par cas (suivi de la reproduction, dynamique des populations, mise en défens contre le pâturage, protection contre les extensions agricoles, etc.).

RÉFÉRENCES

ABDESSEMED, K. (1981).— *Le Cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica M.) dans les massifs de l'Aurès et de Belezma (Algérie): étude phytosociologique et problèmes de conservation et d'aménagement*. Thèse de docteur ingénieur, Univ. Aix-Marseille.

- BARBERO, M., QUÉZEL, P. & LOISEL, R. (1990).— Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt méditerranéenne*, 12: 194-215
- BATTANDIER, J.A. (1888-1890).— *Flore de l'Algérie, ancienne flore d'Algérie transformée, contenant la description de toutes les plantes signalées jusqu'à ce jour comme spontanées en Algérie et catalogue des plantes du Maroc : Dicotylédones*. Alger, Typographie Adolphe Jourdan, Imprimeur-Libraire-éditeur & Paris, Librairie F. Savy.
- BATTANDIER, J.A. (1910).— *Flore de l'Algérie : Supplément aux phanérogames*. Paris, librairie des sciences naturelles, Paul Klincksieck, Editeur. Alger, imprimerie agricole et commerciale.
- BATTANDIER, J.A. & TRABUT, L.C. (1884).— *Flore d'Algérie et catalogue des plantes d'Algérie : Monocotylédones*. Alger, Adolphe Jourdan, Libraire-éditeur, Imprimeur-Libraire de l'école de médecine.
- BATTANDIER, J.A. & TRABUT, L.C. (1895).— *Flore de l'Algérie, contenant la description de toutes les plantes signalées jusqu'à ce jour comme spontanées en Algérie et catalogue des plantes du Maroc : Monocotylédones*. Alger, Adolphe Jourdan, Libraire-éditeur, Imprimeur-Libraire de l'académie.
- BATTANDIER, J.A. & TRABUT, L.C. (1902).— *Flore analytique et synoptique de l'Algérie et de la Tunisie*. Alger, veuve Giralt, imprimeur-éditeur.
- BAUMANN, H. (1982).— *Orchis lokiana* H. Baumann spec. nov. - eine neue endemische Art aus Nordostalgerien. *Mitteilungsbl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württemberg*, 14: 241-260.
- BAUMANN, H., KÜNKELE, S. & LORENZ, R. (2006).— *Orchideen Europas (Naturführer)*. Eugen Ulmer KG, Stuttgart.
- BAUMANN, H. & LORENZ, R. (2005).— Beiträge zur Taxonomie europäischer und mediterraner Orchideen. *J. Eur. Orchideen*, 37: 705-743.
- BEGHAMI, Y. (2013).— *Écologie et dynamique de la végétation de l'Aurès : analyse spatio-temporelle et étude de la flore forestière et montagnarde*. Thèse de doctorat, univ. Biskra (Algérie).
- BEGHAMI, Y. & DE BÉLAIR, G. (2007).— Les groupements végétaux de la cédraie du massif de Chélia, "Aurès" (Algérie). *Bull. Assoc. Bot. Lorrains*, Numéro spécial 1-2007, Actes du colloque GEOFLORE, ISSN 1773-1968.
- BEGHAMI, Y., KALLA, M., VÉLA, E., THINON, M. & BENMESSAOUD, H. (2013).— Le Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.) dans les Aurès, Algérie : considérations générales, cartographie, écologie et groupements végétaux. *Ecologia Mediterranea*, 39: 17-30.
- BENMASOUAD, H., KALLA, M. & DRIDI, H. (2009).— Évaluation de l'occupation des sols et désertification dans le Sud de l'Aurès (Algérie). *M@ppemonde* 94, <http://mappemonde.mgm.fr/num22/articles/art09206.html>.
- BOUNERIAS, M. & PRAT, D. (coords) (2005).— *Les Orchidées de France, Belgique et Luxembourg (2^e édition)*. Collection Parthénope (Biotope), Méze.
- CARAZO-MONTIJANO, M.M. & FERANDEZ-LÓPEZ, C. (2006).— *Catálogo de las plantas vasculares de Andalucía y Marruecos*. Herbario Jaén.
- CHESEL, D., LEBRETON, J.D. & YOCOZ, N. (1987).— Propriétés de l'analyse canonique des correspondances ; une illustration en hydrobiologie. *Rev. Stat. Appl.*, 35, n° 4 : 55-71.
- COSSON, E. (1856).— *Rapport sur un voyage botanique en Algérie de Philippeville à Biskra et dans les monts Aurès*. Extrait des Annales des Sciences naturelles, 4^{ème} série, tome IV. Paris librairie de Victor Masson.
- COSSON, E. (1880).— *Flore des états Barbaresques, Algérie, Tunisie et Maroc : Volume 1 (1^{ère} partie : Histoire et géographie avec cartes)*. Paris.
- DANIN, A. & ORSHAN, G. (1990).— The distribution of Raunkiaer life forms in Israel in relation to the environment. *J. Veg. Sci.*, 1: 41-48.
- DE BÉLAIR, G. (2000).— Les orchidées de Numidie, 1^{re} partie : taxonomie et iconographie. *L'Orchidophile*, 144: 220-230.
- DE BÉLAIR, G. & BOUSSOUAK, R. (2002).— Une orchidée endémique de Numidie, oubliée : *Serapias stenopetala* Maire & Stephenson 1930. *L'Orchidophile*, 153: 189-196.
- DE BÉLAIR, G., VÉLA, E. & BOUSSOUAK, R. (2005).— Inventaire des orchidées de Numidie (N-E Algérie) sur vingt années. *J. Eur. Orch.*, 37: 291-401.
- DELFORGE, P. (1994).— *Guide des orchidées d'Europe, d'Afrique du Nord & du Proche-Orient*. Delachaux & Niestlé, Lausanne / Paris.
- DELFORGE, P. (2005).— *Guide des orchidées d'Europe, d'Afrique du Nord & du Proche-Orient (3^{ème} édit.)*. Delachaux et Niestlé, Lausanne / Paris.
- DOBIGNARD, A. & CHATELAIN, C. (2010).— *Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord. Vol. 1: Pterydophyta, Gymnospermae, Monocotyledonae*. Conservatoire et jardin botaniques de la Ville de Genève, hors série n°11.
- DOBIGNARD, A. & CHATELAIN, C. (2010-2013).— *Index synonymique et bibliographique de la flore d'Afrique du Nord (5 volumes)*. Consultable sur <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/afrique/recherche.php?langue=fr>
- DOLEDEC, S., CHESEL, D. & GIMARET, C. (2000).— Niche separation in community analysis: a new method. *Ecology*, 81: 2914-1927.
- ELLENBERG, H. & MUELLER-DOMBOIS, D. (1967).— A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions. *Ber. geobot. Inst. eidg. tech. Hochschule Rübel*, 37: 56-73.
- FLORET, C., GALAN, M.J., LE FLOC'H, E., ORSHAN, G. & ROMANE, F. (1990).— Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation. *J. Veget. Sci.*, 1: 71-80.
- GRÜNANGER, P., BARSELLA, B., TRAINITO, E., BIAGIOLI, M., PACIFICO, G., PERAZZA, G. & ROMOLINI, R. (2009).— *Orchidee d'Italia*. Il Castello, Milano.
- KRETZSCHMAR, H., ECCARIUS, W. & DIETRICH, H. (2007).— *The Orchid genera Anacamptis, Orchis, Neotinea*. Echinomedia Verlag.
- LAFFITTE, R. (1939).— *Esquisse géologique de l'Aurès*. Thèse de Doctorat ès sciences, Paris, France.

- LE FLOC'H, E., BOULOS L. & VÉLA, E. (2010).— *Catalogue synonymique commenté de la flore de Tunisie*. Banque nationale de gènes de la Tunisie, Tunis.
- LOWE, M.R. (2011).— Studies in *Ophrys* L. sectio *Pseudophrys* Godfery-II. *Andrena flavipes* Pz. pollinated taxa. *J. Eur. Orchideen*, 43: 455-497.
- MAIRE, R. (1960) (« 1959 »).— *Flore de l'Afrique du Nord. Volume VI : Gynandrales, Orchidaceae*. Paul Lechevalier, Paris VI^e.
- MARTIN, R. (2008).— Des « nouvelles » de Tunisie... *Bull. Soc. Fr. Orch. Rhône-Alpes*, 18: 26-30.
- MARTIN, R., VÉLA E. & OUNI, R. (2015).— Orchidées de Tunisie. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, n° spécial 44 : 160 p. (sous-presse) ISSN : 0759-934X
- MÉDAIL, F. & DIADEMA, K. (2006).— Biodiversité végétale méditerranéenne et anthropisation : approches macro et micro-régionales. *Ann. Géog.*, 651: 618-640.
- MITTERMEIER, R.A., GIL, P.R., HOFFMAN, M., PILGRIM, J., BROOKS, T., MITTERMEIER, C.G., LAMOREUX, J. & DA FONSECA, G.A.B. (2005).— *Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most threatened terrestrial ecoregions*. CEMEX, Conservation International and Agrupacion Sierra Madre, Monterrey & Mexico.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., DA FONSECA, G.A.B. & KENT, J. (2000).— Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- PFEIFER, M., PASSALACQUA, N.G., BARTRAM, S., SCHATZ, B., CROCE A., CAREY, P.D., KRAUDEL, H. & JELTSCH, F. (2011).— Conservation priorities differ at opposing species borders of a European orchid. *Biol. Conserv.*, 143: 2207-2220.
- PIGNATTI, S. (1982).— *Flora d'Italia*. 3 vol., Edagricole, Bologna.
- QUÉZEL, P. (1956).— Contribution à l'étude des forêts de chênes à feuilles caduques d'Algérie. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. N.*, Nlle Série n°1, 57 p., Alger.
- QUÉZEL, P. (1957).— *Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord, essai de synthèse biogéographique et phytosociologique*. Encyclopédie biogéographique et écologique. Lechevalier (éds.), Paris.
- QUÉZEL, P. (2000).— *Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen*. Ibis Press.
- QUÉZEL, P. & SANTA, S. (1962-1963).— *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. 2 vol., C.N.R.S., Paris.
- RAUNKIAER, C. (1934).— *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford University Press.
- REBBAS, K. & VÉLA, E. (2008).— Découverte d'*Ophrys mirabilis* P. Geniez & F. Melki en Kabylie (Algérie). *Le Monde des Plantes*, 496: 13-16.
- REBBAS, K. & VÉLA E. (2013).— Observations nouvelles sur les *Pseudophrys* du Centre-Est de l'Algérie septentrionale. *J. Eur. Orchideen*, 45: 217-233.
- REICHENBACH, H.G. FIL. (1851).— *Die Orchideen der deutschen Flora nebst denen des übrigen Europa, des ganzen russischen Reichs und Algiers also ein Versuch einer Orchideographie Europas*. Leipzig.
- SCHOENENBERGER, A. (1970).— *Étude du couvert forestier de l'Aurès orientales tendances évolutives de ce peuplement*. F.A.O, Projet – Algérie15. Constantine.
- SCHOENENBERGER, A. (1972).— Présentation géobotanique du massif de l'Aurès (Algérie). *Comptes rendus des séances mensuelles de la Société des Sciences naturelles et Physiques du Maroc*, 38: 68-77.
- SELOSSE, M.A. & ROY, M. (2009).— Green plants that feed on fungi: facts and questions about mixotrophy. *Trends in Plant Science*, 14: 64-70.
- SELTZER, P. (1946).— *Le climat de l'Algérie. Travaux de l'Institut météorologie et de physique du globe de l'Algérie*. Impr. "La Typo-litho" & J. Carbonel.
- TERRAB, A., HAMPE, A., LEPAIS, O., TALAVERA, S., VÉLA, E. & STUESSY, T.F. (2008).— Phylogeography of North African Atlas cedar (*Cedrus atlantica*, Pinaceae): combined molecular and fossil data reveal a complex Quaternary history. *Amer. J. Bot.*, 95: 1262-1269.
- TISON, J.M., JAUZEIN, P. & MICHAUD, H. (2014).— *Flore de France méditerranéenne continentale*. Naturalia Publ.
- VÉLA, E. & BENHOUBOU, S. (2007).— Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le Bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *C.R. Biologies*, 330: 589-605.
- VÉLA, E. & SCHÄFER, P.A. (2013).— Typification de *Juniperus thurifera* var. *africana* Maire, délimitation taxonomique et conséquences nomenclaturales sur le Genévrier thurifère d'Algérie. *Ecologia Mediterranea*, 39: 69-80.
- YAHYI, N., VÉLA, E., BENHOUBOU, S., DE BÉLAIR, G. & GHARZOULI, R. (2012).— Identifying important plants areas (Key Biodiversity Areas for Plants) in northern Algeria. *J. Threat. Taxa*, 4: 2753-2765.