

CARACTÉRISATION ÉCOLOGIQUE DE L'HABITAT NATUREL DU SULLA
(*FABACEAE*) DANS LE NORD-EST DE L'ALGÉRIE

Rachida ISSOLAH¹, Ali TAHAR², Nora DERBAL², Farouk ZIDOUN³,
Mohand Zine AIT MEZIANE³, Araab OUSSADI³, Idir DEHILES³, Rachid BRADAI⁴,
Mustapha AILANE⁴, Nassima TERKI⁴, Fatiha AZIEZ⁴, Ali ZOUAHRA⁴ & Leila DJELLAL⁴

SUMMARY.— *Ecological characterization of the natural habitat of Sulla (Fabaceae) in Northeastern Algeria.*— As part of the evaluation and enhancement of plant genetic resources of fodder and pastoral interest in Algeria, a study of the ecological characterization of the natural habitat of *Sulla coronaria* (L.) Medik. (Syn. *Hedysarum coronarium* L., *Fabaceae*) was carried out in Northeastern Algeria. Following a collecting mission, 36 sites of *Sulla* were randomly selected. In each site, three soil samples were randomly collected. Sixteen soil parameters (soil pH, electrical conductivity, total limestone, total nitrogen, potassium, phosphorus, carbon, organic matter, the C/N ratio and particle composition) were analysed. Two factors related to topography (altitude) and climate (rainfall) of the natural habitat of *S. coronaria* were also considered. Variance analyses (univariate and multivariate) showed a high variation of the physical and chemical characteristics between the different sites. The pH varies between 8.1 and 8.94. In most cases, soils were characterized by a clayey texture, but the species may also adapt to other types of texture (clayey loam, silty clay loam, silty clay, silty). Cluster analysis highlighted five groups of sites. The altitude and rainfall seem to play a prominent part in the formation of these groups. Relations have also been found between certain characteristics of the soil and between altitude and rainfall in the natural habitat of the species. The effect of altitude seems to be more pronounced. This study will contribute to valorize and develop *S. coronaria* in the marginal, isolated and deprived areas where fertilizers are not economically advisable.

RÉSUMÉ.— Dans le cadre de l'évaluation et de la valorisation des ressources phytogénétiques d'intérêt fourrager et pastoral en Algérie, une étude portant sur la caractérisation écologique de l'habitat naturel de *Sulla coronaria* (L.) Medik. (Syn. *Hedysarum coronarium* L., *Fabaceae*) a été réalisée. Suite à une mission de prospection et de collecte menée dans le Nord-Est de l'Algérie, 36 sites spontanés de *Sulla* ont été choisis au hasard. Pour chaque site, trois échantillons de sol ont été prélevés de façon aléatoire. Seize paramètres ont été analysés (pH du sol, conductivité électrique, calcaire total, azote total, potassium, phosphore, carbone, matière organique, rapport C/N, composition de la texture du sol). Deux facteurs liés à la topographie (altitude) et au climat (pluviométrie) de l'habitat naturel de l'espèce ont également été considérés. Les analyses de variance, appliquées aux caractéristiques physiques et chimiques du sol, ont indiqué une importante variation entre les différents sites. Le pH du sol varie entre 8,1 et 8,94. Dans la majorité des cas, les sols sont caractérisés par une texture argileuse, mais l'espèce semble s'adapter à d'autres types de texture (argileux franc, argilo-limoneux franc, argilo-limoneux, limoneux). L'analyse hiérarchique a mis en relief cinq groupes de sites. L'altitude et la pluviométrie semblent jouer un rôle prépondérant dans la formation de ces groupes. Des relations ont également été établies entre certaines caractéristiques du sol, d'une part et entre l'altitude et la pluviométrie de l'habitat naturel de l'espèce d'autre part. L'effet de l'altitude semble cependant plus prononcé. Cette étude contribuera à la valorisation et au développement de *S. coronaria* dans les régions marginales, isolées et déshéritées du pays ou l'apport d'engrais n'est pas économiquement recommandable.

¹ INRAA. CRP Mehdi Boualem. Laboratoire des Ressources phytogénétiques. BP 37. Baraki. 16200 Alger. Algérie. E-mail : issolah2001@yahoo.fr

² Université Badji Mokhtar. Département de Biologie. Annaba. Algérie

³ INRAA. CRP Mehdi Boualem. Laboratoire des Sols. BP 37. Baraki. 16200 Alger. Algérie

Le genre *Hedysarum* L. comprend environ 100 espèces réparties dans les régions tempérées et boréales de l'hémisphère Nord ; les plantes appartenant à ce genre sont rencontrées dans divers habitats tels que les prairies alpines et arctiques, les prairies caillouteuses, les déserts ou en bordure de la mer (Choi & Ohashi, 2003). En Algérie, le genre *Hedysarum* L. présente neuf espèces dont *Hedysarum coronarium* L. (Quézel & Santa, 1962). Cette espèce est commune dans le Tell constantinois, très rare ailleurs (El Kantara, Alger, Oran) (Quézel & Santa, 1962). *Hedysarum coronarium* L., communément appelée Sulla, a été récemment reclassée par Choi & Ohashi (2003) comme *Sulla coronaria* (L.) Medik.

Le Sulla est l'une des plus importantes légumineuses fourragères naturelles des régions méditerranéennes ; il est utilisé au sud de l'Italie et en Sicile comme foin, ensilage et fourrage vert ; il a été également utilisé avec succès pour la lutte contre l'érosion ainsi que la revégétalisation des terres dans un certain nombre de pays tels que la Nouvelle Zélande (Flores *et al.*, 1997). Dans les régions semi-arides, l'espèce joue un rôle clé dans les systèmes basés sur les céréales (Ruisi *et al.*, 2011). Selon-Julien (1894 in Abdelguerfi-Berrecki *et al.*, 1991), il y a lieu d'encourager la culture de cette plante qui serait d'un grand secours pour l'élevage algérien en raison de son rendement et de sa résistance à la sécheresse et à la chaleur.

Selon de nombreux auteurs, cette espèce est habituellement caractérisée par $2n = 16$. Une étude cytogénétique conduite sur des populations algériennes de *H. coronarium* a révélé que la variation chromosomique ($x = 8$ et $x = 9$; $2n = 16$ et $2n = 18$), observée pour la première fois chez cette espèce, serait liée aux facteurs écologiques de son milieu d'origine (Issolah *et al.*, 2006). De par la longueur des chromosomes et la diversité des bandes hétérochromatiques, les populations algériennes seraient plus riches en hétérochromatine que les populations italiennes (Issolah *et al.*, 2006). Le milieu d'origine des populations aurait une influence sur la distribution de l'hétérochromatine chez *Hedysarum coronarium* (Issolah *et al.*, 2006). Quelques hypothèses ont été émises pour expliquer la variation du nombre chromosomique récemment observée en Algérie. Il semble que les conditions biogéographiques et bioclimatiques du milieu d'origine aient une influence sur la morphologie et la variabilité du nombre de chromosomes chez certaines espèces appartenant à la famille des *Fabaceae* (Issolah & Abdelguerfi, 1999 ; Issolah *et al.*, 2006 ; Issolah & Khalfallah, 2007). Dans ce cadre, Issolah *et al.* (2001) indiquent que les populations algériennes de *H. coronarium* provenant des régions de forte altitude sont caractérisées par un développement végétatif final (hauteur) faible. La pluviométrie, l'altitude, la teneur du sol en calcaire total et la texture du sol (teneur en argile) sont les éléments les plus discriminants sur la présence-absence des espèces d'*Hedysarum* et sur leur répartition ; les facteurs pluviométrie et altitude ont des effets très nets sur la variation de certains caractères particulièrement chez *H. coronarium* et *H. glomeratum* ; certaines populations ont subi fortement la pression de sélection du milieu d'origine et la formation d'écotypes semble assez évidente (Abdelguerfi, 2002).

Le présent travail d'inscrit dans le cadre de l'évaluation et de la valorisation des ressources phylogénétiques d'intérêt fourrager et pastoral en Algérie. Il vise à donner plus de détails sur les conditions écologiques et les interactions existant au niveau de l'habitat naturel des différentes populations de *Sulla coronaria*. Cela permettra une meilleure compréhension du mécanisme héréditaire et de l'évolution de l'espèce dans son propre environnement et, par voie de conséquence, une meilleure exploitation de la variation observée, dans un futur programme de sélection, en fonction des différentes régions édapho-climatiques du pays. C'est dans cette perspective que l'analyse de la variation des facteurs édaphiques (sols), climatiques (pluviométrie) et topographiques (altitude) au sein de l'habitat naturel du Sulla s'avère utile et nécessaire. Cette étude fait suite aux nombreuses contributions réalisées sur les légumineuses fourragères spontanées en Algérie (Issolah, 2008 ; Issolah & Abdelguerfi, 1999, 2003, 2010 ; Issolah *et al.* 2006 ; Issolah & Khalfallah, 2007, 2010 ; Issolah & Yahiaoui, 2008 ; Issolah *et al.* 2011).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

SITES D'ÉTUDE

Une mission de prospections et collecte de plusieurs populations de l'espèce *Sulla coronaria* (L.) Medik. (Syn. *Hedysarum coronarium* L.) a été réalisée par l'INRAA (Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie),

en juillet 2008, dans le Nord-Est de l'Algérie (Fig. 1). Trente six sites indépendants les uns des autres ont été choisis aléatoirement. Notons que chaque site correspond à une population distincte. La superficie est variable d'un site à l'autre et dépend de l'abondance ou non de la population considérée. Signalons enfin que la distance entre les prélèvements est aléatoire et variable d'un site à l'autre étant donné qu'elle dépend de l'aire de distribution du *Sulla* au sein de chaque site identifié.

PARAMÈTRES BIOCLIMATIQUE ET TOPOGRAPHIQUE

Au cours de ces prospections, deux facteurs écologiques liés au climat (pluviométrie) (ANRH, 1993) et à la topographie (altitude) des sites repérés (Tab. I) ont été pris en compte. Ils se sont révélés importants lors des études antérieures effectuées sur des populations algériennes de *Sulla*. En effet, ces facteurs ont manifesté une influence sur certains caractères morpho-physiologiques (Issolah & Khalfallah, 2007) ainsi que sur la variation chromosomique (Issolah & Abdelguerfi, 1999 ; Issolah *et al.*, 2006) de certaines espèces appartenant à la famille des légumineuses (*Fabaceae*), parmi elles, le *Sulla*. L'objectif de cette étude complémentaire aux travaux réalisés est de connaître le degré de variation de ces facteurs et leurs relations avec les différents paramètres édaphiques pris en compte.

TABLEAU I

Caractéristiques écologiques des sites de plusieurs populations naturelles de Sulla coronaria étudiées dans le Nord-Est de l'Algérie

N° du site	Origine	Altitude (m)	Pluviométrie (mm)
1/08	Alger	310	746
2/08	Bejaïa	10	964
3/08	Bejaïa	05	964
4/08	Bejaïa	05	705
5/08	Bejaïa	90	705
6/08	Bejaïa	10	705
7/08	Bejaïa	165	717
8/08	Bejaïa	180	717
9/08	Bejaïa	765	850
10/08	Bejaïa	87	705
11/08	Bejaïa	110	717
12/08	Bejaïa	160	717
13/08	Bejaïa	485	935
14/08	Setif	920	564
15/08	Setif	875	564
16/08	Setif	1150	500
17/08	Setif	910	550
18/08	Setif	790	500
19/08	Setif	1065	623
20/08	Skikda	265	726
21/08	Skikda	280	726
22/08	Skikda	195	622
23/08	Souk Ahras	790	1067
24/08	Souk Ahras	840	1067
25/08	Souk Ahras	875	1067
26/08	Souk Ahras	785	1067
27/08	Souk Ahras	725	1067
28/08	Guelma	555	650
29/08	Guelma	480	650
30/08	Guelma	500	650
31/08	Guelma	480	373
32/08	Guelma	205	550
33/08	Guelma	820	550
34/08	Tarf	60	750
35/08	Tarf	65	750
36/08	Tarf	80	750

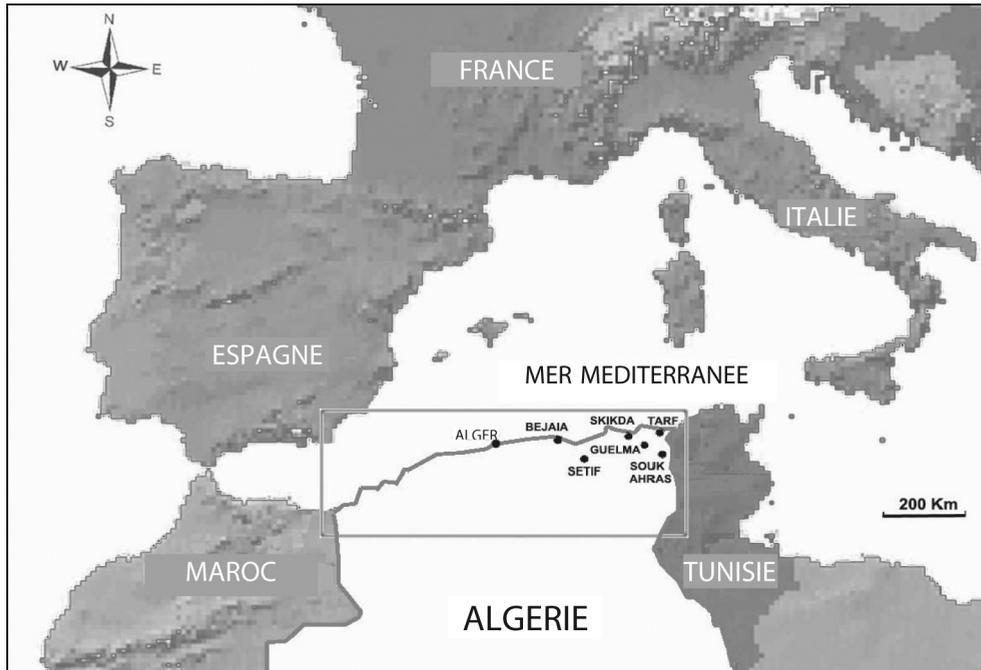


Figure 1.— Localisation de plusieurs populations naturelles de *Sulla coronaria* dans le Nord-Est de l'Algérie.

PARAMÈTRES ÉDAPHIQUES

Sur la base des trente six sites identifiés, trois échantillons de sol ont été prélevés, aléatoirement, au niveau de chaque site, sur 30 cm de profondeur du sol. Au total, 108 échantillons ont été ainsi obtenus.

Chaque échantillon de sol a fait l'objet d'une étude physico-chimique (Mathieu & Pieltain, 1998 ; Mathieu & Pieltain, 2003). Seize paramètres du sol dont 7 physiques (granulométrie : argiles, limons fins, limons grossiers, teneur totale en limons, sable fin, sable grossier, teneur totale en sable) et 9 chimiques (pH eau, conductivité électrique, calcaire total, azote total, phosphore, potassium, carbone, matière organique, C/N) ont été ainsi considérés :

pH eau : sa détermination a été effectuée sur une suspension du sol (rapport sol / solution = 1/2,5).

Conductivité électrique (CE) (mmhos/cm) : les mesures ont été effectuées sur une suspension du sol (rapport sol / solution = 1 / 10).

Calcaire total (T CaCO₃) (%) : le dosage a été réalisé par la méthode du calcimètre de Bernard (méthode gazométrique).

L'azote total (N) (%) : ce dosage a été effectué par la méthode de Kjeldahl.

Phosphore (P) (ppm) : le dosage du phosphore assimilable a été effectué par la méthode Olsen (Mathieu & Pieltain, 2003).

Potassium (K) (meq/100g de sol) : le dosage a été effectué par photométrie à flamme. L'extraction a été réalisée à l'aide de l'acétate d'ammonium (IN).

Carbone (C) (%) : il a été déterminé par la méthode d'Anne modifiée (Mathieu & Pieltain, 2003).

Granulométrie : elle a été effectuée par l'emploi de la pipette de Robinson selon la méthode internationale (Soltner, 1988). La texture du sol a été déterminée sur la base de sa composition en argiles (A) (%), limons fins (LF) (%), limons grossiers (LG) (%), teneur totale en limons (LT) (%), sable fin (SF) (%), sable grossier (SG) (%), teneur totale en sable (ST) (%). La taille des particules est inférieure à 2 mm (limite supérieure à 50 microns pour la fraction limoneuse).

Suite à cela, deux paramètres ont été déduits :

Matière organique (MO) : le taux de matière organique a été déduit par la formule : carbone organique x 1,724.

C/N : ce rapport donne une idée sur la décomposition de la matière organique.

ANALYSE DES DONNÉES

Les données obtenues (108 pour chaque paramètre) ont fait l'objet de traitements statistiques (Manova, Anova). Nous avons par la suite analysé la matrice des corrélations sur la base des moyennes de chaque site (36 moyennes au total pour chacun des paramètres étudiés). La classification hiérarchique des 36 sites de *Sulla* a été réalisée sur la base de l'ensemble des caractéristiques écologiques considérées (sol, altitude, pluviométrie). Le dendrogramme a été obtenu

suite à l'application de la méthode du linkage simple et la distance carrée de Pearson pour une similarité de 80 %. Les traitements statistiques ont été effectués à l'aide du logiciel MINITAB (2003).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les prospections réalisées dans le Nord-Est de l'Algérie ont permis de rencontrer le Sulla dans des régions d'altitude (5 à 1150 m) et de pluviométrie variables (373 à 1073 mm) (Tab. I).

Ainsi, les sites se répartissent dans les trois classes suivantes (Tab. I) :

- Altitude (< 400 m) et pluviométrie (< 400 mm) faibles.
- Altitude (400-650 m) et pluviométries (400-650 mm) moyennes.
- Altitude (> 700 m) et pluviométrie (> 700 mm) élevées.

Cette légumineuse à la fois fourragère, ornementale et mellifère a été fréquemment rencontrée sur des terrains en pente. Dans le Nord-Est de l'Algérie, une étude a permis d'enregistrer 73 genres et 106 espèces (fourrages et mauvaises herbes) associés au Sulla ; parmi toutes ces plantes, 18 genres comprenant 40 espèces fourragères ont été déterminés (Issolah *et al.*, 2011). En termes de richesse des genres en espèces (légumineuses et graminées), il a été signalé, par ordre décroissant : *Trifolium* (10 espèces), *Medicago* (6 espèces), *Astragalus* (3 espèces), *Phalaris* (3 espèces) et *Scorpiurus* (2 espèces) ; la pluviométrie varie faiblement dans les régions prospectées (564 - 700 mm) ; par contre, l'altitude est très variable (120 - 1060 m) (Issolah *et al.*, 2011). Une étude antérieure a indiqué la présence du Sulla sur des sites d'altitude variable allant jusqu'à 1150 m, avec généralement une pluviométrie élevée ; de plus, cette espèce a été rencontrée dans divers sous-étages bioclimatiques, à savoir, l'humide chaud, le subhumide frais et chaud, à la limite inférieure du subhumide doux et la limite supérieure du semi-aride doux et enfin à la limite inférieure du subhumide frais (Issolah *et al.*, 2001).

Selon Abdelguerfi-Berrekia *et al.* (1991), *Hedysarum coronarium* semble se limiter à l'Est du pays et croît essentiellement dans des régions bien arrosées ; l'espèce est plus fréquente sous les pluviométries supérieures à 650 mm et n'a pas été rencontrée à moins de 450 m. Abdelguerfi-Berrekia *et al.* (1991) indiquent que cette espèce se rencontre généralement à des altitudes variables (inférieures à 460 m).

Selon Issolah & Khalfallah (2007), l'altitude intervient sur quatre caractères morphologiques du Sulla (poids des graines, fin de floraison, apparition des premières gousses, pleine formation des gousses) alors que la pluviométrie intervient sur deux caractères seulement (pourcentage de plantules au stade deuxième feuille simple, fin de floraison). Seul un caractère (fin de floraison) est influencé à la fois par l'altitude et la pluviométrie. L'altitude constituerait le facteur écologique le plus important pour son influence sur la variation morpho-physiologique des populations algériennes de *H. coronarium* (Issolah & Khalfallah, 2007).

L'analyse multivariée (MANOVA) a mis en relief l'existence de différences très hautement significatives entre les sols correspondant aux différents sites (Tab. II).

L'analyse univariée (ANOVA), appliquée à chaque paramètre du sol, a indiqué une variation hautement significative pour le pH et très hautement significative pour le reste des paramètres étudiés (Tab. III).

TABLEAU II

Résultats des tests statistiques sur les caractéristiques physico-chimiques des sols dans l'habitat naturel algérien du Sulla coronaria (36 sites, 108 échantillons)

Test statistique	Valeur observée du test	Fobs	P
Wilks	0,000	5,340	0,000***
Lawley-Hotelling	81,83967	8,056	0,000***
Pillai	10,01236	3,440	0,000***

*** très hautement significatif.

TABLEAU III

Résultats de l'analyse univariée (ANOVA) des caractéristiques physico-chimiques des sols de l'habitat naturel (36 sites) du *Sulla coronaria* en Algérie

Caractéristiques	MIN	MAX	MOY	Fobs	P
pH	8,1	8,94	8,47	2,26	0,002**
CE (mmhos/cm)	0,12	1,08	0,25	2,79	0,000***
T CaCO ₃ (%)	2,4	36,53	17,32	18,09	0,000***
N (%)	0,04	0,14	0,08	5,46	0,000***
K (meq/100g de sol)	0,03	0,33	0,15	8,04	0,000***
P (ppm)	8	64,33	23,18	6,92	0,000***
C (%)	0,34	2,38	1,01	9,48	0,000***
MO (%)	0,59	5,51	2,12	11,55	0,000***
C/N	0,17	26,75	12,51	3,93	0,000***
A (%)	23,2	69,17	50,50	6,14	0,000***
LF (%)	10,08	43,87	22,20	5,23	0,000***
LG (%)	3,75	22,15	11,99	3,71	0,000***
LT (%)	22,17	61,81	34,02	4,55	0,000***
SF (%)	1,37	26,04	9,85	6,39	0,000***
SG (%)	0,34	27,63	6,08	5,35	0,000***
ST (%)	1,93	42,82	15,94	6,16	0,000***

MIN : moyenne d'un site, MAX : moyenne d'un site, MOY : moyenne de tous les sites.

P ≤ 0, 01 et * P ≤ 0, 001.

Ainsi, le pH du sol varie entre 8,1 (5/08) et 8,94 (19/08). Il est de ce fait alcalin (IPAS, 1986) pour l'ensemble des sols considérés. La conductivité électrique varie entre 0,12 (28/08, 29/08, 30/08) et 1,08 (25/08) mmhos / cm. Les sols se sont révélés non salins (MC, 1993). Le calcaire total varie entre 2,4 % (22/08) et 36,53 % (1/08). Tous les sites présentent ainsi des sols calcaires (IPAS, 1986). Le potassium varie entre 0,03 meq / 100g (9/08) et 0,33 meq / 100 g (24/08). Les sols sont très pauvres à moyennement pourvus de potassium (MC, 1993). Le phosphore varie entre 8 ppm (18/08) et 64 ppm (3/08). La teneur des sols en phosphore est ainsi variable. L'azote total varie entre 0,04 % (13/08) et 0,14 % (2/08) et le carbone entre 0,34 % (12/08) et 2,38 % (30/08).

Selon Flores *et al.* (1997), le *Sulla* est une espèce annuelle ou bisannuelle, pouvant aller jusqu'à trois ans lorsque les conditions de culture sont bonnes ; il s'accommode aux sols présentant une fertilité modérée à bonne, bien drainés, avec un pH de 6-7. Meneghetti *et al.* (1996) indiquent que cette légumineuse est appréciée pour ses bonnes performances agronomiques ainsi que sa tolérance aux conditions de stress telles que la sécheresse, la salinité et un pH du sol alcalin (Meneghetti *et al.* 1996). D'après Villax (1963), le *Sulla* exige une certaine quantité de chaux ; l'auteur indique que les terres acides ou salines, ainsi que celles trop humides, marécageuses, ne lui conviennent pas.

Par ailleurs, la détermination de la teneur en azote et en carbone nous a permis de déduire deux paramètres : la matière organique et le rapport C/N.

La matière organique varie de 0,59 % (12/08) à 5,51 % (32/08). Trois sites (3/08, 30/08, 32/08) présentent une teneur optimale. Concernant le rapport C/N, celui-ci varie entre 0,17 (23/08) et 26,75 (3/08). Onze sites (5/08, 10/08, 11/08, 12/08, 17/08, 20/08, 21/08, 23/08, 24/08, 25/08, 26/08) montrent un niveau très bas (< 9). Les teneurs les plus élevées sont observées dans deux sites (29/08 et 3/08) avec respectivement 26,29 et 26,75. Le reste des sols occupe une position intermédiaire. Pour les sols de culture, ce rapport est généralement compris entre 9 et 12 ; la matière organique bien décomposée, c'est-à-dire l'humus stable du sol, a un rapport C/N voisin de 10 ; cette valeur indique un sol sain où la vie microbienne est active ; les sols de prairies présentent des taux de matière organique et des rapports C/N généralement plus élevés que les sols de culture (IPAS, 1986).

Les analyses physiques des échantillons ont permis d'identifier les différents types de texture des sols (SSS, 1990) : argileux, argileux franc, argilo-limoneux franc, argilo-limoneux, limoneux. La texture argileuse caractérise 24 sites sur 36 (2/08, 5/08, 7/08, 11/08, 12/08, 13/08, 15/08, 16/08, 17/08, 19/08, 20/08, 21/08, 23/08, 24/08, 25/08, 27/08, 28/08, 29/08, 30/08, 32/08, 33/08, 34/08, 35/08, 36/08). Cette texture est la plus commune. En seconde position apparaît la texture argileuse franche représentée par 8 sites sur 36 (1/08, 3/08, 6/08, 8/08, 10/08, 18/08, 22/08, 31/08). En troisième position intervient la texture argilo-limoneuse franche, représentée par 2 sites sur 36 (9/08, 14/08) et qui semble être rare. En dernière position apparaissent les textures argilo-limoneuse (26/08) et limoneuse (4/08) qui semblent être ainsi très rares du fait qu'elles ne sont représentées, chacune, que par un site unique. Ainsi, le *Sulla* préfère de loin les sols argileux, cependant il s'adapte à d'autres types de texture et semble tolérer la texture limoneuse. Le *Sulla* n'a pas été rencontré sur des sols de texture sablonneuse.

Concernant les exigences du sol, Le Houérou (1979) a signalé que le *Sulla* ne se développe pas correctement sur des sols peu profonds, sablonneux ou sur des sols acides ; l'auteur ajoute que cette espèce est strictement liée aux sols argileux bien drainés, calcaires.

La classification hiérarchique des 36 sites de *Sulla* a permis de mettre en relief cinq groupes (Fig. 2 ; Tab. IV). Parmi ces groupes, deux seulement (groupes II et V) sont représentés par un site unique.

Ainsi, les sites appartenant au groupe I sont caractérisés par une altitude généralement faible, rarement moyenne et une pluviométrie généralement élevée, rarement moyenne.

Les sites appartenant au groupe II sont caractérisés par une altitude moyenne et une pluviométrie élevée.

Les sites appartenant au groupe III sont caractérisés par une altitude et une pluviométrie élevées.

Les sites appartenant au groupe IV sont caractérisés par une altitude élevée et une pluviométrie moyenne.

Les sites appartenant au groupe V sont caractérisés par une altitude moyenne et une pluviométrie faible.

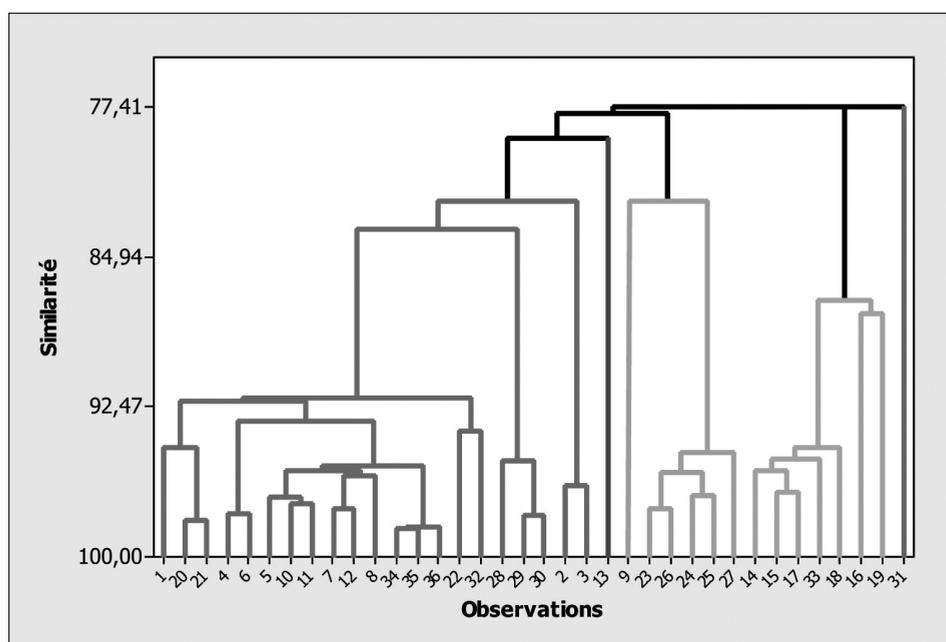


Figure 2. — Dendrogramme de similarité entre les stations (abscisses) issu de l'analyse hiérarchique basée sur les caractéristiques écologiques (sols, altitude, pluviométrie) de l'habitat naturel de *Sulla coronaria* dans le Nord-Est de l'Algérie.

Par ailleurs, les résultats de la matrice des corrélations ont révélé des relations significatives entre les facteurs écologiques comme les caractéristiques physico-chimiques des sols (facteur édaphique), la pluviométrie (facteur climatique) et l'altitude (facteur topographique) de l'habitat naturel du *Sulla* (Tab. V).

Ainsi, il apparaît que le pH et l'argile sont positivement corrélés à l'altitude. Le phosphore est positivement corrélé à la pluviométrie. Le sable fin est corrélé négativement à l'altitude et à la pluviométrie. Les proportions du sable grossier et du sable total sont corrélées négativement à l'altitude.

Cette étude a montré que la distribution du *Sulla coronaria* est conditionnée par la variation et l'interaction de trois facteurs écologiques (édaphique, climatique, topographique). L'altitude et la pluviométrie influencent les propriétés physico-chimiques des différents sols sur lesquels a été rencontré le *Sulla*, avec un effet plus prononcé du premier facteur (altitude), notamment sur les paramètres physiques. En effet, l'altitude intervient sur cinq paramètres (pH, argile, sable fin, sable grossier, sable total), alors que la pluviométrie intervient sur deux paramètres seulement (phosphore et sable fin). Notons que le sable fin est le seul paramètre physique qui subit l'influence simultanée de l'altitude et de la pluviométrie.

TABLEAU IV

Groupes de sites issus de la classification hiérarchique basée sur les caractéristiques écologiques (sol, altitude, pluviométrie) de l'habitat naturel de Sulla coronaria en Algérie

Groupe	N° des sites
I	1/08 ; 20/08 ; 21/08 ; 4/08 ; 6/08 ; 5/08 ; 10/08 ; 11/08 ; 7/08 ; 12/08 ; 8/08 ; 34/08 ; 35/08 ; 36/08 ; 22/08 ; 32/08 ; 28/08 ; 29/08 ; 30/08 ; 2/08 ; 3/08
II	13/08
III	9/08 ; 23/08 ; 26/08 ; 24/08 ; 25/08 ; 27/08
IV	14/08 ; 15/08 ; 17/08 ; 33/08 ; 18/08 ; 16/08 ; 19/08
V	31/08

TABLEAU V

Relations entre les différents facteurs écologiques de l'habitat naturel de Sulla coronaria en Algérie

Facteurs écologiques	Altitude		Pluviométrie	
	r	P	r	P
Paramètres édaphiques chimiques				
pH	0,461	0,005**	-0,194	0,258
CE	-0,003	0,986	0,221	0,195
T CaCO ₃	0,287	0,090	-0,170	0,322
N	0,143	0,406	0,219	0,198
P	-0,306	0,069	0,425	0,010**
K	-0,002	0,992	0,170	0,321
C	-0,172	0,315	-0,099	0,565
MO	-0,224	0,189	-0,91	0,598
C/N	-0,204	0,232	-0,187	0,276
Paramètres édaphiques physiques				
A	0,343	0,041*	0,211	0,216
LF	0,028	0,869	0,051	0,767
LG	0,018	0,917	-0,140	0,414
LT	0,005	0,979	-0,021	0,903
SF	-0,370	0,026*	-0,347	0,038*
SG	-0,361	0,031*	-0,064	0,709
ST	-0,423	0,010**	-0,244	0,151

Corrélations de Pearson (r). Probabilité : * significatif ; ** hautement significatif.

Les résultats ont également révélé que le *Sulla* peut croître sur des sols de textures variées (respectivement : argileux, argileux franc, argilo-limoneux franc, argilo-limoneux, limoneux) bien qu'il préfère de loin la texture argileuse.

Une étude antérieure menée en Algérie a indiqué *Hedysarum coronarium* sur des sols de texture fine à moyenne, à conductivité très faible à moyenne, généralement pauvre en potassium et en calcaire total (Abdelguerfi-Berrekia *et al.*, 1991). Ces auteurs ajoutent que *H. aculeolatum*, *H. flexuosum* et à moindre degré *Hedysarum coronarium* sont moins fréquents lorsque la teneur des sols en calcaire total est très élevée ; de plus, *H. flexuosum* et *H. coronarium* se rencontrent moins souvent à mesure que la texture des sols devient plus grossière (Abdelguerfi-Berrekia *et al.*, 1991).

Au Maroc, *H. coronarium* est assez fréquent sur les pâturages argileux, fertiles (Villax, 1963) et sur sols calcaires (Ionesco & Stefanescu, 1967 in Abdelguerfi *et al.*, 1991).

En Tunisie, cette espèce se répartit sur des sols argilo-limoneux sains sous climat méditerranéen très humide doux (Thiault, 1961 in Abdelguerfi *et al.*, 1991).

Cette étude a mis en relief l'importance des facteurs écologiques caractérisant l'habitat naturel du *Sulla coronaria*. L'altitude et la pluviométrie jouent un rôle non négligeables au sein de cet habitat et influencent certains paramètres physiques et chimiques du sol. Le rôle de l'altitude est prépondérant et influence, en plus du pH, un certain nombre de paramètres physiques relatifs à la texture du sol. Les populations algériennes de *Sulla* présentent ainsi des potentialités d'adaptation appréciables aux différentes conditions écologiques du milieu d'origine. En raison de la variation significative des paramètres du sol et l'interaction établie entre les divers facteurs écologiques considérés (édaphique, topographique, climat), le *Sulla* peut occuper de plus larges superficies et diverses régions en Algérie. Sa capacité de s'adapter aux différents types de sol facilitera son extension et, par voie de conséquence, l'amélioration du niveau de vie des communautés locales dans les régions isolées et déshéritées du pays où l'apport d'engrais n'est pas économiquement recommandable. Plus d'investigations menées sur des populations originaires de différents pays méditerranéens permettraient une meilleure compréhension de l'évolution du *Sulla coronaria* et une meilleure utilisation des paramètres décrits lors de futurs programmes de sélection en fonction des différentes régions édapho-climatiques.

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos sincères remerciements à Monsieur le professeur Djili (ENSA), Mme Kourgli (ENSA), Mme Boulahbal W. (INRAA), Mr Mansour B. (INRAA) et Mr Ghazali M. (INRAA) pour leur contribution.

RÉFÉRENCES

- ABDELGUERFI, A. (2002).— *Ressources génétiques d'intérêt pastoral et/ou fourrager : distribution et variabilité chez les légumineuses spontanées (Medicago, Trifolium, Hedysarum et Onobrychis) en Algérie*. Thèse de Doctorat d'État en Sciences Agronomiques.
- ABDELGUERFI-BERREKIA, R., ABDELGUERFI, A., BOUNAGA, N., GUITTONEAU, G.G. (1991).— Répartition des espèces spontanées du genre *Hedysarum* selon certains facteurs du milieu en Algérie. *Fourrages*, 126 : 187-207.
- A.N.R.H. (1993).— *Carte pluviométrique de l'Algérie du nord. Moyennes annuelles ramenées à la période 1922/1960 - 1969/1989. Échelle 1/500 000*. Cartes dressées par l'A.N.R.H. avec la collaboration scientifique de Jean-Pierre Laborde (URA 1476 du CNRS).
- CHOI, B.H. & OHASHI, H. (2003).— Generic criteria and infrageneric system for *Hedysarum* and related genera (*Papilionoideae - Leguminosae*). *Taxon*, 52 : 567-576.
- FLORES, F., GUTIERREZ, J.C., LOPEZ, J., MORENO, M.T. & CUBERO, J.I. (1997).— Multivariate analysis approach to evaluate a germplasm collection of *Hedysarum coronarium* L. *Genet. Resour. Crop Evol.*, 44 : 545-555.
- ISSOLAH, R. (2008).— Les fourrages en Algérie : Situation et perspectives de développement et d'amélioration. *Recherche Agronomique*, 22 : 34-47.
- ISSOLAH, R. & ABDELGUERFI, A. (1999).— Chromosome numbers within some spontaneous populations of *Trifolium* species in Algeria. *Caryologia*, 52 : 151-154.

- ISSOLAH, R. & ABDELGUERFI, A. (2003).— Morphological variability within four Algerian populations of the species *Trifolium spumosum* L. In : 25th Eucarpia fodder crops and amenity grasses section meeting, Prague (Czech). *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 39 (Special Issue) : 205-208.
- ISSOLAH, R. & ABDELGUERFI, A. (2010).— Morphological study within some Algerian populations of *Trifolium bocconeii* Savi. In : 13th Meeting of the FAO-CIHEAM sub-network on Mediterranean pastures and fodder crops, Alicante (Spain). *Options Méditerranéennes, Série A : Mediterranean Seminars*, 92 : 109-111.
- ISSOLAH, R., BELOUED, A. & YAHIAOUI, S. (2011).— Preliminary inventory of the species associated to *Sulla coronaria* (L.) Medik. (*Fabaceae*) in northeastern Algeria. *Pak. J. Weed Sci. Res.*, 17 : 83-101.
- ISSOLAH, R., BENHIZIA, H. & KHALFALLAH, N. (2006).— Karyotype variation within some natural populations of *Sulla* (*Hedysarum coronarium* L., *Fabaceae*) in Algeria. *Genet. Resour. Crop Evol.*, 53 : 1653-1664.
- ISSOLAH, R. & KHALFALLAH, N. (2007).— Analysis of the morpho-physiological variation within some Algerian populations of *Sulla* (*Hedysarum coronarium* L., *Fabaceae*). *J. Biol. Sci.*, 7 : 1082-1091.
- ISSOLAH, R. & KHALFALLAH, N. (2010).— Variation of the bloom and fruiting within fourteen Algerian populations of *Sulla*. In : 13th Meeting of the FAO-CIHEAM sub-network on Mediterranean pastures and fodder crops, 2010. Alicante (Spain). *Options Méditerranéennes, Série A : Mediterranean Seminars*, 92 : 135-138.
- ISSOLAH, R. & YAHIAOUI, S. (2008).— Phenological variation within several Algerian populations of *Sulla* (*Hedysarum coronarium* L., *Fabaceae*). In : 12th Meeting of the FAO-CIHEAM sub-network on Mediterranean pastures and fodder crops, 2008, Elvas (Portugal). *Options Méditerranéennes Série A : Séminaires Méditerranéens*, 79 : 385-388.
- ISSOLAH, R., YAHIAOUI, S., YASSA, S., BELOUED, A., KERKOUICHE, R., MAKHLOUF, A., KHERRAZ, R., TERKI, N., MANSOUR, B. & HAMDIAOUI, A. (2001).— Comportement de vingt populations spontanées de *Sulla* (*Hedysarum coronarium* L.) en Algérie. In : *Actes des 3èmes journées de l'INRAA. Agriculture de Montagne*. Bejaia.
- I.P.A.S. (1986).— *Interprétation des analyses de terre*. S.C.P.A., France.
- LE HOUÉROU, H.N. (1979).— Resources and potential of the native flora for fodder and sown pasture production in the arid and semi-arid zones of north Africa. In : *International arid lands conference on plant resources, 1979, Texas. Proceedings*. Texas : Tech. University.
- MATHIEU, C. & PIELTAIN, F. (1998).— *Analyse physique des sols. Méthodes choisies*. Coll. J. Asseline, J.-C. Chossat & C. Valentin Eds. Techniques et documentation, Paris.
- MATHIEU, C. & PIELTAIN, F. (2003).— *Analyse chimique des sols. Méthodes choisies*. Coll. E. Jeanroy, F. Marcovecchio Servain & H. Souchevre Eds. Techniques et documentation, Paris.
- M.C. (1993).— *Memento de l'agronome*. Quatrième édition. Collection « Techniques rurales en Afrique ». Paris, France.
- MENEGHETTI, F., ALBERGHINI, S., TOLA, E., GIACOMINI, A., OLLERO, F.J., SQUARTINI, A. & NUTI, M.P. (1996).— Presence of unique repeated insertion sequences in nodulation genes of *Rhizobium 'hedysari'*. *Plant and soil*, 186 : 113-120.
- MINITAB INC. (2003).— *Minitab statistical software, release 14 for Windows*. State College, Pennsylvania.
- QUÉZEL, P. & SANTA, L. (1962).— *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I*. Ed. CNRS, France.
- RUISI, P., SIRAGUSA, M., GIORGIO, G. DI, GRAZIANO, D., AMATO, G., CARIMI, F., GIAMBALVO, D. (2011).— Phenomorphological, agronomic and genetic diversity among natural populations of *Sulla* (*Hedysarum coronarium* L.) collected in Sicily, Italy. *Genet. Resour. Crop Evol.*, 58 : 245-257.
- SOLTNER, D. (1988).— *Les bases de la production végétale. Le sol*. 16^{ème} ed., Angers.
- SOIL SURVEY STAFF (1990).— *Keys to soil taxonomy*. AID - USDA - SMSS Technical Monograph n° 19. Fourth edition, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- VILLAX, E.J. (1963).— *La culture des plantes fourragères dans la région méditerranéenne occidentale*. INRA, Rabat.