

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا للزراعة
ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURE AGRONOMIQUE
El-Harrach & Alger



École Doctorale en Amélioration de la Production Végétale
et Ressources Phytogénétiques

ED-APVRP

MÉMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de

Magistère en Amélioration des Productions Végétales et des Ressources Génétiques

THEME

Contribution à l'étude morphologique et phénologique de 29 populations Algériennes de *Sulla coronaria* L. Medik.

(Syn. *Hedysarum coronarium* L.)

Présenté par : M^{elle} GAAD Djouher

Devant la commission d'examen :

Président: **D^r. MEKLIICHE Leila.** (Maître de conférence-ENSA)
Promoteur: **P^r. KHELIFI Lakhdar.** (Professeur-ENSA)
Co-Promoteur: **D^r. ISSOLAH Rachida.** (Maître de recherche-INRAA)
Examineurs: **D^r. AMIROUCHE Rachid.** (Maître de conférence-USTHB)
D^r. BENCHABANE Messaoud. (Maître de conférence-Univ.Blida)

Année universitaire 2009/2010

Remerciements

Tout écrit requiert une évaluation par des experts reconnus.

Tout d'abord j'adresse mes plus vifs remerciements à monsieur le Professeur Khelifi L. pour avoir accepté de m'encadrer.

Le travail qui est présenté dans ce mémoire a été entièrement effectué au Laboratoire des Ressources Phytogénétique de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRAA). Au demeurant, je réserve mes remerciements particulièrement sincères à M^{elle} Issolah R. Maître de Recherche à l'INRAA qui, malgré ses nombreuses charges, a bien voulu diriger mes travaux avec toute la rigueur et la détermination que requiert un tel encadrement.

Mes remerciements vont également à M^{me} Mekliche L. qui m'a fait l'honneur de présider le jury. Je remercie aussi M^r Benchabane M. et M^r Amirouche R. pour avoir accepté de siéger dans ce jury.

M^{lle} Yahiaoui S. chercheur à l'INRAA a accepté de bon cœur de s'égarer, aussi souvent que nécessaire, dans les statistiques, de m'expliquer les aspects un peu « flou » des méthodes statistiques. J'apprécie tout particulièrement l'aide qui m'a été apportée.

Je remercie aussi le laboratoire des sols de l'INRAA pour les analyses de sol réalisées et le laboratoire de bioclimatologie pour avoir mis à ma disposition les données climatiques de la station Mehdi Boualem.

La documentation indispensable a été réunie au niveau des différentes bibliothèques et organismes de recherche. Je suis très redevable envers le personnel : de la bibliothèque centrale (E.N.S.A.), l'I.T.G.C et de L'I.N.R.A.A. qui m'ont permis d'élaborer et d'achever la partie bibliographique.

Tout spécialement ; mes remerciements vont à M^r Liyod D. ; M^{me} Dekoning C. (Australie), M^r Annicchiarico et M^{me} Squartini A. (Italie), M^{me} Trifi-Farah N. (Tunisie) et M^{me} Aabdollahi (Iran); car ils sont les seuls à avoir répondu à mes nombreux messages électroniques.

Je remercie aussi tous les ouvriers de la station « Mahdi Boulam » pour leurs efficacités et leurs dynamismes lors des opérations de désherbage.

J'exprime ma gratitude à l'égard de ma famille qui m'a encouragé et m'a soutenu moralement pendant ces trois années. Je remercie particulièrement ma mère sans qui je n'aurais probablement pas pu continuer mon Magister. Par ailleurs, j'exprime ma profonde gratitude à mon beau frère (Djilali) et ma sœur (Lila) pour leur soutien et leur aide efficace. L'attention apportée par M^{elle} Mahroug D. à mon travail bien qu'elle ne soit pas agronome m'a particulièrement touché.

Table des matières

Résumés.....	II
Liste des tableaux.....	IV
Liste des figures.....	V
Liste des annexes.....	V
Liste des abréviations.....	VI
Introduction.....	01
I. Synthèse bibliographique.....	03
1.1. Présentation succincte de la situation fourragère en Algérie.....	03
1.1.1. Répartition générale des terres.....	03
1.1.2. Evolution de la production fourragère en Algérie.....	03
1.1.2.1. Historique.....	03
1.1.2.1.1. Première période (1930-1970).....	03
1.1.2.1.2. Deuxième période (1971-1987).....	05
1.1.2.1.3. Troisième période (1988-2000).....	05
1.1.2.1.4. Quatrième période (2000-2005).....	06
1.1.2.2. Situation actuelle.....	06
1.1.3. Potentialités zootechniques.....	07
1.1.4. Bilan fourrager.....	07
1.1.5. Contraintes du développement des fourrages en Algérie.....	09
1.1.5.1. Contraintes naturelles.....	09
1.1.5.2. Contraintes anthropiques.....	09
1.1.5.3. Contraintes techniques.....	09
1.1.5.4. Contraintes socio-économiques.....	09
1.1.5.5. Contraintes législatives et politiques.....	10
1.1.6. Perspectives de développement.....	10
1.2. Généralités sur les légumineuses.....	12
1.2.1. Importance.....	12
1.2.2. Rôle.....	12
1.2.2.1. L'économie de la fertilité azotée.....	12
1.2.2.2. Leurs rôles en tant que précédent cultural.....	12
1.2.2.3. Leurs potentiel dans la production de protéine très élevés.....	12
1.2.3. Origine géographique.....	13
1.2.4. Morphologie des légumineuses.....	14
1.2.4.1. Système racinaire.....	14
1.2.4.2. Système aérien.....	15
1.2.5. Exigences des légumineuses.....	15
1.2.5.1. Exigences climatiques.....	15
1.2.5.2. Exigences édaphiques.....	15
1.2.5.3. Exigences en éléments minéraux.....	16
1.2.6. Cycle de développement.....	16
1.3. Présentation de l'espèce <i>Hedysarum coronarium</i> L.....	17
1.3.1. Importance de la culture.....	17
1.3.1.1. Superficie, production et rendement.....	17
1.3.1.2. Intérêt de la culture.....	17
1.3.2. Botanique et biologie.....	18
1.3.2.1. Taxinomie et morphologie.....	18
1.3.2.2. Aire géographique.....	21
1.3.2.3. Exigences édapho-climatiques et données éco –physiologiques.....	21

1.3.3. Etat de la recherche sur <i>Hedysarum coronarium</i> L.....	22
1.3.3.1. Distribution et autoécologie.....	23
1.3.3.2. Comportement, phénologie et biométrie.....	24
1.3.3.3. Biologie de la reproduction et physiologie.....	26
1.3.3.4. Qualité fourragère et valeur nutritive.....	27
1.3.3.5. Analyse pollinique des miels.....	29
1.3.3.6. Enzymologie.....	29
1.3.3.7. Métabolites secondaires : Tannins condensés.....	29
1.3.3.8. Résistance et sensibilité aux maladies.....	30
1.3.3.9. Symbiose et fixation azotée.....	30
1.3.3.10. Aspect moléculaire et caryologique.....	31
1.3.4. Variétés et amélioration génétique.....	32
1.3.4.1. Biologie de la reproduction.....	32
1.3.4.2. Les variétés existantes.....	32
1.3.5. Techniques de production	33
1.3.5.1. Place dan la rotation.....	33
1.3.5.2. Installation.....	33
1.3.5.2.1. Travail de sol.....	34
1.3.5.2. 2.Le semis.....	33
1.3.5.3. La fertilisation.....	34
1.3.5.4. Contrôle des mauvaises herbes.....	34
1.3.5.5. Contrôle des maladies et parasites.....	34
1.3.6. Exploitation du Sulla.....	35
1.3.7. Valeurs zootechnique.....	35
1.3.7.1. Composition chimique.....	35
1.3.7.2. Valeur nutritive.....	35
II. Etude Expérimentale.....	36
2.1. Matériel et méthodes.....	36
2.1.1. Protocole expérimental	36
2.1.1.1. Objectif.....	36
2.1.1.2. Matériel végétal.....	36
2.1.1.3. Dispositif expérimental.....	36
2.1.2. Présentation du site expérimental.....	36
2.1.2.1. Contexte climatique.....	37
2.1.2.2. Caractéristiques pédologiques de la parcelle.....	39
2.1.3. Conditions générales de la parcelle.....	39
2.1.3.1. Précédent cultural.....	39
2.1.3.2. Travail du sol.....	39
2.1.3.3. Semis.....	39
2.1.3.4. Mauvaises herbes.....	39
2.1.3.5. Maladies observées.....	39
2.1.3.6. Irrigation.....	39
2.1.4. Caractères étudiés.....	40
2.1.4.1. Caractères liés au développement végétatif.....	40
➤ Stadelevée.....	40
➤ Stade première feuille simple.....	40
➤ Stade deuxième feuille simple.....	40

➤ Stade troisième feuille simple.....	40
➤ Stade première feuille composée.....	40
➤ Stade deuxième feuille composée.....	40
➤ Stade troisième feuille composée.....	40
➤ Stade Rosette.....	40
➤ Stade mi-végétative.....	40
➤ Stade végétatif tardif.....	40
➤ La longueur du limbe de la première feuille.....	40
➤ La longueur de pétiole de la première feuille.....	40
➤ La longueur totale de la première feuille.....	40
➤ Développement en largeur.....	40
➤ Développement en hauteur.....	41
➤ La longueur du plus grand axe plagiotrope en fin de végétation.....	41
➤ La longueur de l'axe qui porte la première inflorescence.....	41
➤ Nombre de ramifications sur axe orthotrope.....	41
➤ Nombre d'axes plagiotropes en fin de végétation.....	41
➤ Somme des folioles des quatre dernières feuilles de l'axe orthotrope	41
➤ Nombre de feuille sur axe orthotrope avant l'apparition de la première inflorescence..	41
➤ Nombre de feuille au niveau de l'axe qui porte la 1ère inflorescence.....	41
➤ Nombre de ramifications sur axes plagiotropes.....	41
➤ Nombre de ramification au niveau de l'axe qui porte la première inflorescence.....	41
➤ Type deport.....	41
2.1.4.2. Caractères liés à la floraison.....	42
➤ Premier bouton floral.....	42
➤ Début floraison.....	42
➤ Pleine floraison	42
➤ Finfloraison.....	42
➤ Nombre de fleurs au niveau de l'axe qui porte la première inflorescence	42
➤ Nombre total d'inflorescences sur l'axe orthotrope.....	42
2.1.4.3. Caractères liés à la fructification.....	42
➤ Apparition de la première gousse.....	43
➤ Pleine formation de gousse.....	43
➤ Début dematurité.....	43
➤ Finmaturité.....	43
➤ Nombre moyen de gousses par infrutescence.....	43
➤ La longueur moyenne d'une gousse.....	43
➤ Nombre moyen d'articles par gousse.....	43
➤ Poids de 100 articles.....	43
➤ Nombre moyen de grain par gousse.....	43
➤ Poids de mille grains.....	43
2.1.4.4. Caractères liés à la sénescence.....	45
➤ Début dessèchement.....	45
➤ Dessèchement total.....	45
2.1.4.5. Caractères déduits.....	45
➤ Vitesse de croissance printanière en largeur.....	45
➤ Vitesse de croissance printanière en hauteur.....	45
➤ Nombre de ramifications secondaires.....	45
➤ Nombre total de toutes les ramifications.....	45
➤ Nombre moyen des folioles des 4 dernières feuilles sur axe orthotrope.....	45
➤ Durée de floraison.....	45
➤ Poids des articles / Poids des gousses.....	45
➤ Nombre moyen de grains par infrutescence.....	45
2.1.5. Analyses statistiques.....	46

2.2. Résultats et Discussions	47
2.2.1. Paramètres statistiques.....	47
2.2.2.1. Etude des graines et des gousses.....	47
Poids de mille grains.....	48
Nombre moyen de grains par infrutescence.....	49
Poids de 50 gousse, poids de 100 articles et rapport poids des articles /poids des gousses.....	49
Conclusion.....	62
2.2.2. Analyse de variance	50
Stade levée.....	50
Stade deuxième feuille simple.....	53
Stade troisième feuille simple.....	54
Développement hivernal en largeur.....	55
Développement printanière en largeur.....	57
La longueur moyenne d'une gousse.....	58
Nombre moyen de gousse par infrutescence	59
Nombre d'articles par gousse.....	60
Nombre moyen de grains par gousse.....	61
Conclusion.....	62
2.2.2.2. Type de port.....	63
2.2.3. Corrélations.....	64
2.2.4. Régressions.....	70
2.2.5. Analyse en composantes principales.....	74
2.2.5.1. Etude des variables : Cercle de corrélations	75
2.2.5.2. Etude des populations : Graphique des individus	76
2.2.5.3. Etude variables-populations	82
Conclusion générale.....	81
Références bibliographiques.....	84
Annexes.....	i

Résumé

Le présent travail s'inscrit dans le cadre de l'évaluation et de la valorisation des ressources phylogénétiques d'intérêt fourrager et pastoral en Algérie. Il consiste en l'étude de la morphologie, la phénologie et la biométrie relative à 29 populations Algériennes de l'espèce *Sulla coronaria* (syn. *Hedysarum coronarium* L.). L'étude expérimentale a été menée à la station Mehdi Boualem de l'INRAA. Le dispositif expérimental est blocs aléatoires complets à trois répétitions. Cinquante quatre (54) caractères ont été pris en compte lors des traitements statistiques. L'analyse de variance a indiqué une importante variabilité intraspécifique notamment pour les caractères liés au développement végétatif (levée, stade première feuille simple, stade deuxième feuille simple, développement hivernal en largeur, développement printanier en largeur) et les caractères liés à la reproduction (nombre moyen de gousses par infrutescence, longueur moyenne d'une gousse, nombre moyen d'articles par gousse, nombre moyen de grains par gousse). L'analyse de la matrice des corrélations a révélé de nombreuses relations entre les caractères étudiés d'une part, et d'autre part, entre certains de ces caractères et un facteur écologique (altitude) du milieu d'origine des différentes populations. Le modèle linéaire a mis en relief des résultats intéressants. En effet, l'altitude du milieu d'origine a une influence sur le stade levée, deuxième feuille simple, troisième feuille simple, deuxième feuille composée, stade rosette début de maturité des gousses, développement printanier en hauteur, vitesse de croissance en hauteur et poids de mille grains. L'analyse en composantes principales a montré que les populations précoces pour certains caractères phénologiques, présentent un développement végétatif important qui les opposent aux populations tardives caractérisées par un faible développement végétatif.

Mots clés : Facteurs écologiques ; Grains ; Morphologie ; Phénologie ; *Sulla coronaria*.

Abstract

This work takes part of the evaluation and the valorization of the plant genetic resources of fodder and pastoral interest in Algeria. It consists of a morphological and phenological study corresponding to 29 Algerian populations of the species *Sulla coronaria* (syn. *Hedysarum coronarium* L.). The experimental study was taken part in the station Mehdi Boualem of the INRAA. The experimental design is in complete blocks random with three repetitions. Fifty-fourth (54) characters were taken into account during the statistical data. The analysis of variance indicated an important intraspecific variability in particular for the characters related to the vegetative development (day of emergence, first simple leaf stage, second simple leaf stage, winter development in width and spring development in width) and the characters related to the reproduction (number of pods, length of pods, number of segment per pods and a number of seeds per pods). The analysis of the matrix of the correlations revealed many relations between the studied characters on the one hand, and on the other hand, between some of these characters and an ecological factor (altitude) of the environment origin of the various populations. The linear model highlighted interesting results. Indeed, the altitude of the environment origin has a raised influence on the stage, second simple leaf, third leaf simple, second composed leaf, beginning of maturity of the pods, spring development in height, speed of growth in height and weight of thousand grains. The principal component analyses (PCA) showed that the early populations for some phenological characteristics present a significant vegetative development which opposes them to the late populations characterized by a weak vegetative development.

Key words: Ecological factors, Morphological, Phenological, Seeds, *Sulla coronaria*.

ملّخص

يدخل هذا العمل في إطار و تثمين الموارد الوراثية ذات الأهمية الرعوية والعلفية في الجزائر. ويتضمن دراسة و بيومترية لتسعة و عشرون فصيلة من (*Sulla coronaria*) مرادف *Hedysarum coronarium* L مورفولوجية . النوع السلة)

الدراسة تمت على مستوى محطة التجارب "مهدي بوعلام" للمعهد الوطني للبحث الزراعي بالجزائر. المخطط التجريبي المعتمد BAC ثلاث تكرارات؛ التطبيقات الإحصائية أجريت على أربعة و خمسين ميزة متعلّقة بالإنبات والإثمار. مع هو أظهرت الدراسة التحليلية للمتغيرات تتّوع مختلف بين الفصائل, فيما يتعلّق بخمسة ميزات خاصة بالتطور المرفولوجي: تاريخ الإنبات, مرحلة ظهور الورقة البسيطة الأولى, مرحلة ظهور الورقة البسيطة الثانية, التطور الربيعي العرضي و التطور الشتوي العرضي. وأربع ميزات خاصة بالإنتاج: عدد القرنيات في الثمرة الواحدة, الطول المتوسط للقرنية الواحدة, عدد المفاصل في القرنية الواحدة.

تحليل مصفوفة الارتباط بيّن أنّ هناك ارتباط قويّ فيما بين الميزات, وبعض هذه الميزات وعامل وسط المصدر (الإرتفاع) لمختلف الفصائل.

النموذج الإرتدادي الخطي أبرز نتائج مهمّة بحيث أنّ ارتفاع وسط المصدر أثر على تاريخ الإنبات و مرحلة ظهور الورقة البسيطة الثانية, مرحلة ظهور الورقة البسيطة الثالثة, مرحلة ظهور الورقة الثانية المركبة بداية نزوج القرنيات, التطور الربيعي الطولي, سرعة النّمو الطولي ووزن الألف حبة.

نتائج تحليل المركبات الأساسية, أظهرت أن الفصائل المبكرة بالنسبة لبعض الميزات الخاصة بالنمو أعطت تطوّر نباتي هام وبالمقابل الفصائل المتأخرة تميزت بنمو نباتي ضعيف.

الكلمات الدالة: التطور المرفولوجي, عوامل وسط المصدر, البذور, *Sulla coronaria*

Liste des tableaux

- Tableau 01.** Répartition générale des terres 2006/2007 (unité : 1000 / hectare).
- Tableau 02.** Evolution de la superficie des fourrages cultivés (1971/1987).
- Tableau 03.** Evolution de la superficie des fourrages cultivés (1988/2000).
- Tableau 04.** Evolution de la superficie des fourrages cultivés (2000/2005).
- Tableau 05.** Superficie, production et rendements des fourrages cultivés (2006/2007).
- Tableau 06.** Superficie, production et rendements des fourrages naturels (2006/2007).
- Tableau 07.** Effectif du cheptel 2006/2007 (unité : milliers de têtes).
- Tableau 08.** Bilan fourrager 2006/2007.
- Tableau 09.** Exportation moyenne en éléments minéraux de quelques légumineuses.
- Tableau 10.** Les variétés du Sulla sélectionnées à travers le monde.
- Tableau 11.** Rendement du blé précédé par différentes légumineuses fourragères (t/ha)
- Tableau 12.** Provenances de vingt neuf (29) populations Algériennes de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.
- Tableau 13.** Données climatiques relatives à la station Mehdi Boualem durant la période 1990/2008 et l'année d'essai 2008/2009.
- Tableau 14.** Résultats des analyses du sol.
- Tableau 15.** Synthèse des résultats de l'analyse de variance des vingt neuf (29) populations Algériennes de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.
- Tableau 16.** Variation de la date de levée des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.
- Tableau 17.** Variation du stade deuxième feuille simple des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.
- Tableau 18.** Variation du stade troisième feuille simple des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.
- Tableau 19.** Variation du développement hivernal en largeur des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.
- Tableau 20.** Variation du développement printanier en largeur des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.
- Tableau 21.** Variation de la longueur des gousses des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.
- Tableau 22.** Variation du nombre de gousses par infrutescence des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.
- Tableau 23.** Variation du nombre d'articles par gousses des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.
- Tableau 24.** Variation du nombre de grain par gousse des vingt neuf populations (29) de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.
- Tableau 25.** Variation de poids de mille grains des 29 populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.
- Tableau 26.** Variation du nombre moyen de grains par infrutescence des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.
- Tableau 27.** Variation du poids de 50 gousses, poids de 100 articles et du rapport poids d'article sur poids des gousses des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.
- Tableau 28.** Les différents types de port des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.
- Tableau 29.** Valeurs propres, pourcentage expliqué et pourcentage cumulé des cinq premiers axes.
- Tableau 30.** Valeurs des corrélations et corrélation carrées des variables initiales avec les trois premiers composantes principales et information prise en compte par les deux plan factoriel 1-2.
- Tableau 31.** Valeurs des 2 premiers axes, valeurs des cosinus carrés correspondants et valeurs des cosinus carrés du premier plan 1-2.

Liste des figures

- Figure 01.** Répartition générale des terres
Figure 02. Part de la SAU par rapport à la surface agricole totale (SAT).
Figure 03. Répartition de la SAU.
Figure 04. Répartition des fourrages cultivés et non cultivés.
Figure 05. Effectifs du cheptel (2006/2007).
Figure 06. Bilan fourragère (2006/2007).
Figure 07. *Sulla Coronaria* (L.) Medik. (Syn. *Hedysarum coronarium* L.):Plante en fleurs (fleurs ; gousse ; racines).
Figure 08. Diagramme ombrothermique de la période 1990/2008.
Figure 09. Comparaison des bilans pluviométriques de la période 1990-2008 et de l'année d'étude 2008/2009.
Figure 10. Désherbage manuelle et mécanique de *Sulla* (*Hedysarum coronarium* L.).
Figure 11. Ravageurs et mauvaises herbes sur *Sulla* (*Hedysarum coronarium* L.).
Figure 12. Exemple de quelques symptômes sur plantule et feuille de *Sulla* (*Hedysarum coronarium* L.).
Figure 13. Stade phénologique du *Sulla* (*Hedysarum coronarium* L.).
Figure 14. Relation entre quelques caractères et le facteur écologiques (altitude) du milieu d'origine des 29 populations Algériennes d'*H.coronarium* L.
Figure 15. Histogramme des valeurs propres en fonction des rangs des axes principaux
Figure 16. Représentation graphique des 19 variables à l'intérieur du cercle de corrélations du plan factoriel 1-2.
Figure 17. Représentation graphique des points populations dans le plan factoriel 1-2.
Figure 18. Analyse en composantes principales sur les moyennes de 29 populations de l'espèce *H.coronarium* L : Représentant dans le plan 1-2.

Liste des annexes

- Annexe 01.** Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium*.
Annexe 02. Résultats des paramètres statistiques.
Annexe 03. Matrice de corrélation des caractères étudiés.

Liste des abréviations

N°	Caractères	Code
PLANTE		
1	Date de levée (jours)	LEV
2	Stade rosette (jours)	ROS
3	Stade mi-végétative (jours)	MVG
4	Stade végétatif tardif (jours)	FVG
5	Développement hivernal en hauteur(1) « cm »	DHH
6	Développement hivernal en largeur(1) « cm »	DHL
7	Développement printanier en hauteur(2) « cm »	DPH
8	Développement printanier en largeur(2) « cm »	DPL
9	Vitesse de croissance en largeur (cm/jours)	VCL
10	Vitesse de croissance en hauteur (cm/jours)	VCH
11	Longueur de plus grand axe plagiotrope en fin de végétation (cm)	LGP
12	Nombre de ramifications/axe orthotrope	NRO
13	Nombre d'axe plagiotrope formé en fin de végétation	NAP
14	Nombre des ramifications/axe plagiotrope	NRP
15	Nombre total des ramifications	NTR
16	Nombre de ramification secondaire	NRS
17	Début dessèchement (jours)	DDS
18	Dessèchement total (jours)	FDS
19	Type de port	TPR
FEUILLE		
20	Stade première feuille simple (jours)	PFS
21	Stade deuxième feuille simple (jours)	DFS
22	Stade troisième feuille simple (jours)	TFS
23	Stade première feuille composée (jours)	PFC
24	Stade deuxième feuille composée (jours)	DFC
25	Stade troisième feuille composée (jours)	TFC
26	Longueur total de la 1ère feuille (cm)	LTF
27	Longueur du limbe de la 1ère feuille (cm)	LLF
28	Longueur du pétiole de la 1ère feuille (cm)	LPF
29	Nombre des folioles des 3- 4 dernières feuilles de l'axe orthotrope.	SFO
30	Nombre moyen des folioles des 3-4 dernières feuilles sur axe orthotrope	NMF
31	Nombre de feuille /orthotrope avant l'apparition de la 1ère inflorescence	NFO
32	Nombre de feuille au niveau de l'axe qui porte la 1ère inflorescence	NFI
INFLORESCENCE		
33	Apparition de premier bouton florale (jours)	BFL
34	Début floraison (jours)	DFL
35	Plein floraison (jours)	PFL
36	Fin floraison (jours)	FFL
37	Durée de floraison (jours)	DFO
38	Nombre de fleurs au niveau de l'axe qui porte la 1ère inflorescence	NFF
39	Nombre de ramification au niveau de l'axe qui porte la 1 ère inflorescence	NRI
40	La longueur de l'axe qui porte la première inflorescence (cm)	LAI
41	Nombre total d'inflorescence/axe orthotrope	NIO
GOUSSE		
42	Apparition de la première gousse	PGS
43	Plein formation des gousses	FGS
44	Début de maturité	DMT
45	Fin de maturité	FMT
46	Nombre moyen de gousse /infrutescence	NGS
47	Longueur moyen d'une gousse	LMG
48	Poids de 100 articles	PAT
49	Poids de 50 gousses	PDG
50	Nombre moyen d'article /gousse	ARG
51	Poids d'article/Poids des gousses	RPP
GRAINES		
52	Poids de mille grains	PMG
53	Nombre moyen de grains /gousse	NGG
54	Nombre moyen de grains /infrutescence	NGI

Introduction

En Algérie, les besoins en lait et en viande pour une population totale d'environ 30 millions d'habitants sont évalués respectivement à 3 milliards de litres de lait par an et 4.35 millions de quintaux de viande rouge (Khalidoun *et al.*, 2001). La production nationale est estimée quand à elle pour l'année 2008, à 2,2 milliards de litres de lait par an et 3 millions de quintaux de viande rouge, d'où un taux de couverture de 73,33% pour le lait et 69% pour la viande rouge (ONIL, 2009), le déficit est comblé par les importations. Cela est dû essentiellement, au manque chronique en matière de production fourragère. En effet, les terres consacrées à cette spéculation couvrent seulement 39 millions d'hectares, répartis entre les prairies naturelles (0,1 %), les cultures fourragères (1,6 %), les soles pourvoyeuses des chaumes et de pailles (9%), la jachère (7,8 %) et les pacages et parcours (82 %) (Abdelguerfi et Abdelguerfi-Laouar, 2002).

Plusieurs contraintes sont à l'origine de ce déficit fourrager, essentiellement celles dues aux changements climatiques et l'utilisation à outrance des parcours naturels, liée essentiellement au défrichement, ainsi qu'au pâturage excessif (Abdelguerfi, 2001).

De nombreuses légumineuses spontanées (*Medicago*, *Hedysarum*, *Trifolium*, *Onobrychis*, *Scorpiurus*...), très appréciées par le bétail et bien adaptées aux irrégularités des facteurs du milieu aride, voient la gamme de leurs diversités génétiques se réduire continuellement. Des mesures de sauvegarde s'imposent donc, pour mieux exploiter ces taxons locaux et repeupler les parcours dégradés (Ben Fadhel *et al.*, 2000).

Le grand intérêt du Sulla (*Hedysarum coronarium* L.), réside dans sa bonne qualité fourragère, caractérisée par une teneur élevée en protéines (23%). Il est également réputé pour sa qualité de plante protectrice du sol contre l'érosion grâce à son couvert végétal bien développé, sa forme étalée (populations spontanées du l'Afrique du Nord) et son système racinaire touffu et profond (Noutfia, 2008). En raison de tous ces intérêts que présente cette espèce et pour une meilleure connaissance du matériel végétal et dans le but d'évaluer la variabilité inter-populations, plusieurs caractères liés à la morphologie et à la biométrie ont été étudiés.

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail¹. Il fait suite aux études menées en Algérie sur les légumineuses fourragères notamment, le genre *Hedysarum* et plus

¹ Ce travail s'inscrit dans le cadre d'un projet institutionnel de l'I.N.R.A.A.
(Responsable du projet : D^r ISSOLAH Rachida).

particulièrement l'espèce *Hedysarum coronarium* L. (Issolah et Abdelguerfi, 1999 ; Issolah *et al.*, 2001; Issolah et Khalfallah, 2006 ; Issolah *et al.*, 2006 ; Issolah et Yahiaoui, 2008 ; Issolah et Khalfallah, 2010 ; Issolah et Abdelguerfi, 2010).

La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique, dont le premier chapitre fait état de la situation fourragère en Algérie, le deuxième chapitre donne une brève description des légumineuses et leurs intérêts et le troisième présente l'espèce *Hedysarum coronarium* L. et les différents travaux de recherche menés en Algérie et dans le monde. Le matériel et les méthodes utilisées, les aspects se rapportant aux résultats et discussion et la conclusion générale sont traités au niveau de la deuxième partie.

I. Synthèse bibliographique

1.1. Présentation succincte de la situation fourragère en Algérie

1.1.1. Répartition générale des terres

Selon les statistiques du Ministère de l'Agriculture (2006/2007), l'Algérie dispose que de 49,4 millions d'hectares de terres pouvant supporter des cultures ou une couverture végétale, pour une superficie de 238 millions d'hectares (soit 18% de la superficie de territoire).

Alors que les terres improductives non affectées à l'agriculture représentent 79% de la superficie totale de l'Algérie ; le reste comprend d'une part, les terres des exploitations forestières, avec 4 millions d'hectares et d'autre part, les terres alfatière des hauts plateaux avec 2,7 millions d'hectare, représentant respectivement 1,8% et 1,2% de la superficie totale du territoire (Fig.01).

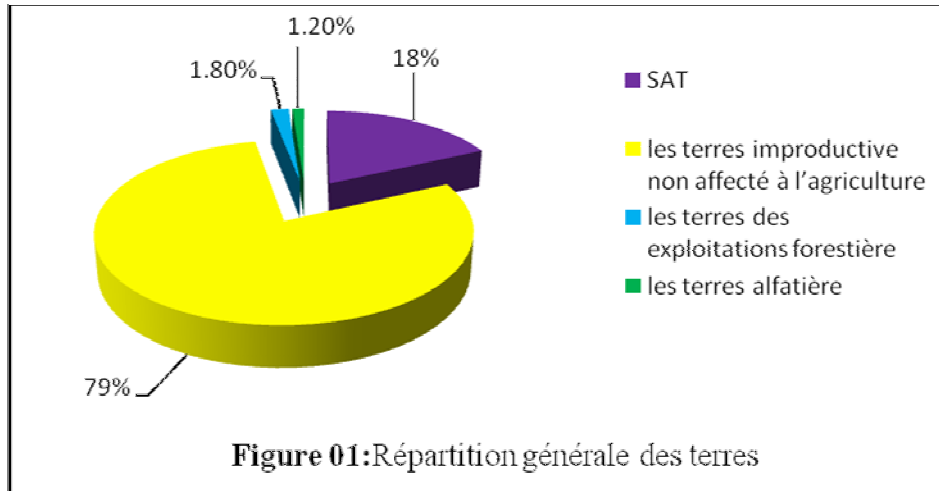
Le tableau 1, illustré par la figure 2, montre que sur les 49,4 millions d'hectares utilisés par l'agriculture (SAT), seulement 8,4 millions constituent la superficie agricole utile (SAU), soit 19,8%. Les pacages et parcours représentent 32,7 millions d'hectares, soit 77,7%, tandis que les 1 187 650 ha restants (2,5%), sont considérés comme des terres improductives au niveau des exploitations agricoles.

La SAU est peu significative par rapport à la superficie globale et aux besoins de la population, soit 4,3% du territoire national, localisée essentiellement sur le frange littorale. Elle comprend les terres utilisées pour les cultures labourables (93% de la SAU) et les terres utilisées pour les cultures permanentes qui ne représentent que 7% de la SAU (Fig.03).

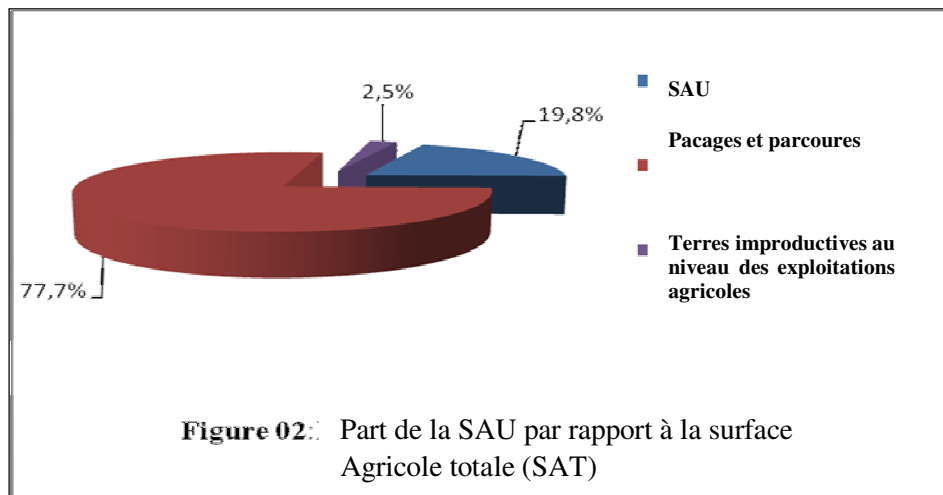
Tableau 01. Répartition générale des terres 2006/2007
(Unité : 1000 d'hectares)

Spéculations	Superficie (ha)	Spéculations	Superficie (ha)
Cultures herbacées	4 064 857	Pacages et parcours	32 837 225
Terre en repos	3 404 758	Terres improductives	1 187 650
Prairie naturelle	25 462	Terres alfatières	2 793 000
Vigne	98 214	Terres forestières, Bois...	4 303 000
Plantation fruitière	810193	Total S. A. T	49 524 359
Total S.A.U	8 403 484	Autre Terre	188 710 210
Superficie total Algérie 2 381 741 km²			

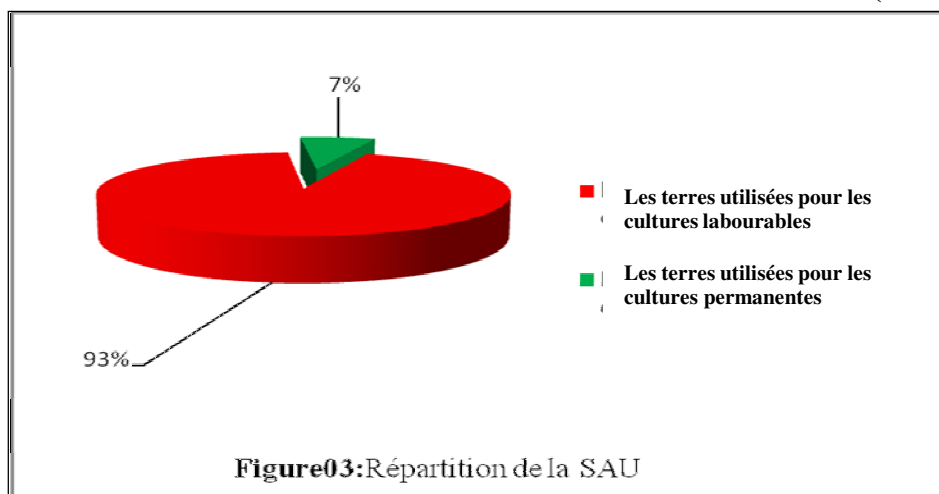
Source : (M.A.D.R, 2007)



Source : (M.A.D.R. 2007)



Source : (M.A.D.R, 2007)



Source : (M.A.D.R, 2007)

1.1.2. •volution de la production fourragère

1.1.2.1. Historique

L'évolution de la production fourragère en Algérie est passée par quatre périodes :

1.1.2.1.1. Première période (1930-1970)

Cette période est caractérisée par la dominance de la rotation biennale jachère-céréale, dans les zones à vocation céréalière. Les principales ressources fourragères pendant cette période ; sont essentiellement : la jachère pâturée, les prairies naturelles, les parcours steppiques, les fourrages cultivés (l'orge en vert, l'association vesce-avoine et dans une moindre mesure les fourrages verts (le trèfle et le Sorgo) et les parcours forestiers (Hamadache, 2000).

1.1.2.1.2. Deuxième période (1971 -1987)

L'adoption de la politique d'intensification, a permis la réduction des superficies de la jachère au profit des fourrages cultivés (Vesce avoine, Avoine), des légumineuses alimentaires (pois chiche, lentille) et des cultures industrielles (Tournesol, Betterave), Les superficies occupées par les fourrages cultivés en début des années quatre vingt a dépassé 400,000 ha, soit presque 6 % de la surface utilisée par l'agriculture (Hamadache, 2000).

Tableau 2. •volution de la superficie des fourrages cultivés (1971/1987)

Campagnes	1971/1975	1976/1980	1981/1985
Superficie (1000 ha)	454 465	315 822	554 788

Source : (Abdelguerfi, 1987)

1.1.2.1.3. Troisième période (1988-2000) :

L'émergence des EAI et des EAC, a caractérisé cette période, Les semences fourragères ont bénéficié des subventions de l'état. Le tableau 3 traduit l'évolution des superficies des fourrages cultivés pendant cette période. Ces superficies augmentent progressivement mais suivant une vitesse relativement réduite (Hamadache, 2000).

Tableau 3. •volution de la superficie des fourrages cultivés (1988/2000)

Campagnes	1986/1990	1991/1995	1995/2000
Superficie (1000 ha)	458 050	498 332	658 480

Source :(M.A.D.R, 2002)

1.1.2.1.4. Quatrième période (2000-2005)

Durant cette période, une importance particulière, a été attribuée aux cultures fourragères, à travers le développement de la filière, dans le cadre du PNDA (Plan national du développement agricole). Ce programme recommande dans le cadre de la reconversion, sur une période de cinq ans, la mise en culture d'une sole fourragère de 200,000 ha, en sus de celle habituellement cultivée et la diversification de la gamme fourragère (introduction d'espèces fourragères nobles telle que la luzerne, le bersim, la vesce, le pois, le sorgho fourrager, le ray gras et la fétuque). Autres objectifs visés est l'augmentation du taux de couverture des besoins nationaux en lait et en viande rouge, à travers l'amélioration des performances zootechniques du cheptel et la diminution du prix de vente de la viande, et par conséquent la réduction des importations en lait et en viande (Khalidoun *et al*, 2001).

Tableau 04. Evolution de la superficie des fourrages cultivés (2000/2005)

Campagnes	2000/2001	2002/2003	2004/2005
Superficie (1000 ha)	516 420	386 475	472 871

Source : (M.A.D.R, 2007)

1.1.2.2. Situation actuelle :

D'après les données fournies par le ministère de l'Agriculture pour la campagne (2006/2007), la place réservée aux fourrages cultivés (sec et vert) représente seulement 2,3% de la SAU et 1,2% de la SAT. Les fourrages cultivés sont pratiqués essentiellement dans les zones les plus arrosées (zone humide et sub-humide), sur une superficie ne dépassant pas 500 000 ha, Ils se limitent essentiellement à la vesce avoine, avec 70% des surfaces cultivés, les céréales (Orge ; Avoine ; Seigle), occupent 20% de ces surfaces, la luzerne et le sorgho sont peu représentatifs, soit 1 à 5% de la surface cultivée.

Tableau 05. Superficie, production et rendement des fourrages cultivés (2006/2007)

Type de fourrage	Superficie (1000 ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
Fourrages artificiels (consommés en sec)	401 340	10 167 350	25,3
Fourrages artificiels (consommés en vert)	92 453	86 72 420	93,8
Total	493 793	18 839 770	119,1

Source : (M.A.D.R, 2007)

Le tableau 6, indique que les superficies consacrées à la production des fourrages non cultivés, sont constituées par les prairies naturelles (0,3% de la SAU), la jachère fauchée (10,1% de la SAU) et la jachère pâturée (89,6% de la SAU).

Tableau 06. Superficie, production et rendement des fourrages naturels (2006/2007)

Type de fourrage	Superficie (1000 ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
Prairies naturelles	25 462	605 565	23,7
Jachère fauchée	202 299	4386 765	21,6
Jachère pâturée	3 837 225	-	-

Source : (M.A.D.R, 2007)

1.1.3. Potentialités zootechniques :

En Algérie, le cheptel se caractérise principalement par la prédominance de cinq espèces : Bovins, Ovins, Caprins, Camelin et •quins (Tab.07).

Tableau 07. Effectif du cheptel 2006/2007 (unité : milliers de têtes)

Espèces	Bovins	Ovins	Caprins	Camelins	•quins
Effectif	1 607 89	19 615 730	3 754 590	286 670	43 570

Source : (M.A.D.R, 2007)

1.1.4. Bilan fourrager :

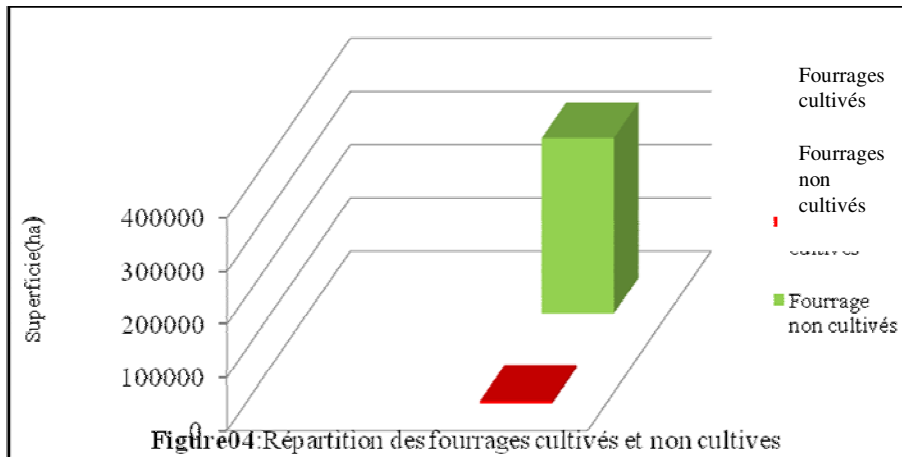
Une analyse du bilan fourrager (Tab.08 ; Fig.06) a permis de montrer la persistance d'un déficit fourrager estimé à 22 %, Cette situation découle, de ce que la production et la culture des fourrages en Algérie reste à bien des égards, une activité marginale des exploitations agricoles (Adem, 2002).

En termes d'offre, l'Algérie disposait en 2007 de 8 milliards d'UF alors que, les besoins annuels du cheptel sont estimés à environ 10,5 milliards d'UF, d'où un taux de couverture se situant à environ 76,19 % (M.A.D.R, 2007).

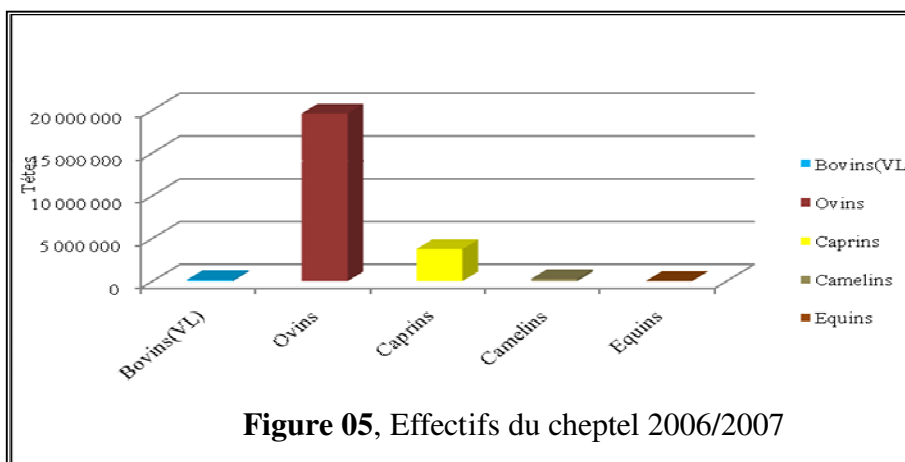
Tableau 08. Bilan fourrager 2006/2007

Besoin du cheptel en milliard d'UF	Disponibilités total (en milliard d'UF)				Bilan	Taux de couverture
	zones céréalières	parcours steppiques	chaumes et pailles	Total		
10,5	4,16	3,28	0,56	8	-2,5	78%

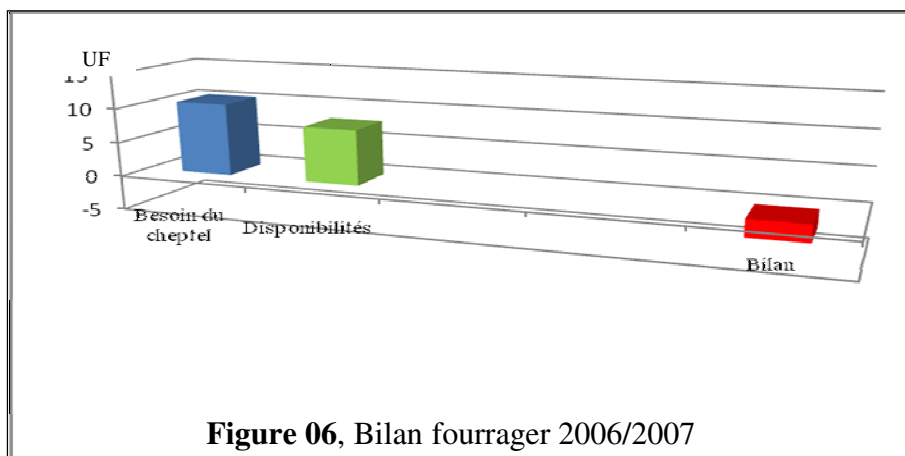
Source : (M.A.D.R, 2007)



Source : (M.A.D.R, 2007)



Source : (M.A.D.R, 2007)



Source : (M.A.D.R, 2007)

1.1.5. Contraintes de développement des fourrages en Algérie

Plusieurs contraintes sont à l'origine du déficit fourrager en Algérie :

1.1.5.1. Contraintes naturelles

Dans notre pays les optima thermiques ne correspondent pas aux optima hydriques, car les précipitations se concentrent entre Novembre et Mars. L'existence, la durée de la période végétative, le rendement des prairies et des pâturages sont conditionnés par les pluies, dont l'efficacité agronomique reste très faible. En outre, l'effet de froids hivernaux est peu favorable à la production fourragère et les effets de forte chaleur estivale et souvent printanière limitent fortement la production des semences fourragères. L'irrigation des cultures fourragères est assez limitée, les sols de pâturage et ceux réservés à la production fourragère, sont généralement peu profonds et pauvres en matière organique. L'ensemble de ces contraintes biotiques et physiques conduit à une production des pâturages et des prairies très aléatoire et une production de semences encore plus incertaine (Abdelguerfi *et al.*, 2000).

1.1.5.2. Contraintes anthropiques

Habitué depuis plusieurs siècles, au recours aux unités fourragères gratuites, beaucoup d'agro éleveurs ne ressent pas la nécessité de cultiver l'herbe pour leur troupeau (Abdelguerfi, 1987).

1.1.5.3. Contraintes techniques :

La première contrainte technique, semble être celle ayant trait à la semence fourragère et pastorale, En général le germplasma actuellement disponible sur le marché, n'est que de deux types : adapté mais non amélioré (local), ou amélioré mais non adapté (introduit). L'industrie de production de semence fourragère est presque inexistante, de ce fait les fourrages cultivés sont très peu diversifiés (Abdelguerfi et Laouar, 2000).

1.1.5.4. Contraintes socio-économiques :

L'absence de l'investissement privé dans le secteur des semences, l'insuffisance du fond alloué à la réhabilitation des parcours et les activités se rapportant à leurs améliorations, constituent le frein essentiel de développement de la production des semences fourragères et pastorales (Khaldoun *et al.*, 2001).

1.1.5.5. Contraintes législative et politique :

L'Algérie, n'a pas institué une législation de certification de semence fourragère et pastorale, Cependant, les règles de certification mise en place sont parfois contraignantes et ne tiennent pas compte des moyens et des techniques utilisés par les agriculteurs. Les efforts déployés restent assez limités en matière de promotion, de développement des cultures fourragères et des pâturages. Les actions incitatives sont souvent très limitées et inefficaces dans le secteur. Par ailleurs, l'absence de politique claire en matière de gestion et de développement des pâturages, constitue un frein à la demande en semences pastorales (Nouad, 2001).

1.1.6. Perspectives de développement :

Les possibilités d'amélioration de la production fourragère en Algérie sont énormes. La politique agricole doit élaborer une stratégie qui définit les objectifs de production de semences fourragères, par le renforcement institutionnel des associations de producteurs, de la vulgarisation, de la recherche, ainsi que la liaison entre elles (Si-Ziani et Bouleberhan, 2001).

La possibilité de réussite augmentera, si l'on utilise systématiquement les expériences acquises dans les conditions semblables notamment en Tunisie, où certaines innovations ont été introduites dans la pratique agricole, alors qu'elles restent encore plus au moins au stade initial ou expérimental en Algérie. Exemple de la conservation des fourrages par ensilage, la culture de ray gras, betterave fourragère, arbustes fourragers et la généralisation de la culture des légumineuses fourragères telle que le Sulla. Le choix de ces espèces fourragères dans les programmes de développement agricole, doit être basé sur leurs adaptations au milieu naturel et social (Abdelguerfi, 1987).

L'animal est le dernier maillon d'une chaîne. La maîtrise des aspects alimentaires du cheptel, le choix des races, voire du type d'animal (taille, Vocation...), à promouvoir par région agro-écologique sont des éléments à définir (Hamadache, 2000).

Le savoir scientifique des techniciens, ne doit pas nier celui des sociétés locales, ni brimer l'initiative de celle-ci. Une véritable campagne de sensibilisation, d'information et de vulgarisation doit être menée sur les différents aspects, se rapportant à la mise en place, la conduite et l'exploitation des cultures fourragères ainsi que la conservation des productions fourragères (Chehat, 2001).

L'aspect institutionnel et organisationnel, n'est pas à négliger ; une mise en place d'un office national des pâturages et des élevages, devient une nécessité, compte tenue de l'importance des parcours et des élevages (Abdelguerfi et Abdelguerfi-Laouar, 2002). Enfin, une stratégie claire, doit être mise en place, pour valoriser le travail déjà réalisé et assurer une relance de la filière fourrages (Issolah, 2008).

1.2. Généralités sur les légumineuses

1.2.1. Importance

Chez les phanérogames, les légumineuses sont la troisième famille la plus importante en nombre d'espèces (18 000 à 20 000 espèces), après les astéracées et les orchidacées. Alors que l'importance des légumineuses est reconnue en botanique, cette famille constitue aussi le deuxième grand groupe après les graminées en agropastoralisme (Doree, 2000).

Les espèces qui composent la famille des légumineuses sont d'une importance considérable pour l'homme. Du point de vue économique par leur partie herbacée, autant que par leurs fruits riches en hydrates de carbone. Elles contribuent dans une large mesure aussi bien à la nourriture de l'homme (légumineuses alimentaires : pois, haricot, fève, lentille) qu'à l'alimentation quotidienne des animaux domestiques (légumineuses fourragères) (Borget, 1989).

Ces dernières ont d'autres utilisations alternatives, qui actuellement semblent s'orienter vers des objectifs relatifs à l'amélioration durable de l'environnement, en particulier pour favoriser la remontée biologiques des milieux dégradés (comme plante de couverture) et leur utilisation en agroforesterie liée à la prévention des incendies des forêts ainsi que, dans la lutte contre la désertification en zone aride (Masson et Giuntzbutger, 2000).

1.2.2. Rôle

1.2.2.1. L'économie de la fertilité azotée

Dommergues et Manggno (1970), rapportent que la fixation annuelle mondiale d'azote par voie symbiotique est de l'ordre de 108 tonnes, soit à peu près dix fois la production annuelle d'engrais commerciaux.

1.2.2.2. Leurs rôles en tant que précédent cultural

es légumineuses améliorent rapidement une fois introduite dans la rotation avec le blé ou l'orge, la teneur du sol en matière organique et en azote et réduisent l'érosion ; en particulier sur sol pauvre et fragile (Lapeyronie, 1985).

1.2.2.3. Leurs potentiels dans la production de protéines très élevé

Comparées aux graminées, les légumineuses sont en général supérieures en valeur nutritive, elles contiennent plus de protéines et minéraux (Genier, 1985).

Cependant elles sont moins compétitives, moins productives et beaucoup moins résistantes au pâturage (Popanastasis et Papchristou, 2000).

1.2.3. Origine et classification

D'après Haudricourt et Hedin (1987), les légumineuses sont originaires de la méditerranée. La famille des légumineuses comprend 18 000 espèces, répartie en trois sous familles: les *Mimosoideae* (50 à 60 genres et plus de 3000 espèces), les *Caesalpinioideae* (150 à 180 genres et de 2000 à 3000 espèces) et les *Faboideae* (476 genres et 13860 espèces) (Spichiger *et al.*, 2004 ; Wojciechowski *et al.*, 2004).

Les Papilionoideae (Faboideae) sont en majorité des espèces de climat méditerranéen et tempéré (Le Houerou, 2006). C'est dans cette famille que la majorité des espèces nodulées se rencontrent (Pesson et Leveau, 1984). Les deux premières familles sont presque exclusivement localisées dans les régions tropicales (Dommergues et Manggno, 1970).

La division des papilionacées (*Fabaceae*), en tribus est basée sur la morphologie des feuilles, des étamines et des fruits. On distingue 3 tribus : la tribu des trifoliés, la tribu des phaceolés et la tribu des hedysarés. Les espèces de cette tribu, ont des gousses divisées en articles monospermes et des feuilles souvent imparipennées (alterne avec une impaire). Parmi les principaux genres : le genre *Onobrychis*, le genre *Vicia* et le genre *Hedysarum* (Lapeyronie, 1982).

Le genre *Hedysarum*, renferme plus de 100 espèces distribuées à travers l'Europe, l'Afrique, l'Asie et le nord Américain (Squartini *et al.*, 2002 ; Choi et Ohashi, 2003), dont 28 sont exclusivement méditerranéennes (Hamilton *et al.*, 2001 In Abdelguerfi et Abdelguerfi-Laouar, 2002).

Certaines espèces pérennes sont endémiques à la région, cas d'*Hedysarum coronarium* (bisannuelle ou annuelle) qui semble le taxon le plus prometteur (Le Houerou, 2006). En Algérie, on compte neuf (09) espèces du genre *Hedysarum* (Quezel et Santa, 1963).

Les espèces de ce genre se différencient entres autres, par la morphologie, le mode de reproduction, le cycle biologique, les aires de répartition ainsi que les caractéristiques bioclimatiques (Baatout *et al.*, 1976 ; Louati-Namouchi, 2000_a). Deux groupes se distinguent : le groupe méditerranéen où se rencontrent les espèces diploïdes (2n=16) et le groupe des espèces alpines, arctiques et asiatiques (2n=14) (Marghali *et al.*, 2005).

Le groupe méditerranéen compte 10 espèces ; cinq espèces diploïdes : *H. coronarium* L ; *H. carnosum* Desf. *H. spinosissimum* L. *H. flexuosum* L. et *H. aculeolatum* Munby., et trois espèces tétraploïdes: *H.pallidum* Desf. *H.naudinianum* Coss et *H. perrauderianum* Coss. Les espèces *H. humile* L. ainsi que, *H. membranaceum* Coss ne sont pas définies du point de vue caryologique (Hannachi-Salhi *et al.*, 2009).

Certaines espèces du genre *Hedysarum*, présentent un intérêt médicinal, c'est le cas d'*Hedysarum trifloru* ; *Hedysarum triquetrum* et *Hedysarum tuberosum* roxb. (Pullauht, 2006). D'autres ont des qualités fourragères peuvent contribuer à l'expansion de l'élevage par le biais de leurs valeurs nutritives et leur palatabilité élevée pour le bétail (Yacoubi et Chriki, 2000).

Autre que leur intérêt fourrager, la majorité de ces espèces, sont fréquentées par les abeilles et jouent un rôle important dans la production du miel (mellifère et ornementale), c'est le cas d'*Hedysarum coronarium* (Oddo *et al.*, 1990).

1.2.4. Morphologie des légumineuses

Toutes les espèces végétales ont les mêmes compartiments aériens, ceux ci sont exploités pour l'alimentation des ruminants : les feuilles, les tiges et les inflorescences. La plante comporte aussi un compartiment racinaire qui va jouer un rôle essentiel pour l'alimentation hydrique et minérale au long d'un cycle (Borget, 1989).

1.2.4.1. Système racinaire

Il est le plus souvent de type pivotant. Ce mode d'enracinement, assure une bonne colonisation des couches profondes des sols. A titre d'exemple les racines des luzernes peuvent exploiter une profondeur du sol allant jusqu' à un mètre. Une des caractéristiques les plus marquantes des légumineuses est la présence sur les racines de nodosités qui renferment le *Rhizobium*, bactérie vivant en symbiose avec le végétal (Huyghe, 2005).

La symbiose *Rhizobium-légumineuse* se met en place, lorsque la bactérie forme des facteurs de nodulation (dites facteurs nod) qui peuvent être reconnus par la plante (Murchex *et al.*, 2005) ; Cette particularité permet une production d'un fourrage riche en azote sans aucune fourniture d'engrais azotés.

Une autre association plus courante ; c'est la symbiose mycorhizienne à arbuscules, qui résulte de l'association avec des champignons de l'ordre des *Glomales*, qui permet aux plantes d'améliorer leur nutrition hydrique et minérale, en particulier phosphatée.

La recherche commence à entrevoir des applications agronomiques possibles notamment, par l'inoculation au moment du semis. Des résultats sont déjà obtenus pour quelques plantes fourragères, cas du Sulla (Giovannetti et Hepper, 1985 ; Azcon-Aguilar *et al.*, 1986 ; Toussaint *et al.*, 2004 ; Labidis *et al.*, 2008).

1.2.4.2. Système aérien

Les feuilles des légumineuses sont composées de plusieurs folioles, et portent des stipules à la base des pétioles. La plus part des genres qui intéressent la production fourragère sont trifoliés (luzerne, trèfle...), à l'exception de la première feuille, souvent plus simple (unifoliée). Chaque pied de légumineuse peut développer plusieurs ramifications à partir de bourgeons situés au niveau du collet. Les inflorescences sont en grappes ou en capitules, comportant de nombreuses fleurs, les fruits sont en gousses et contiennent plusieurs graines (Doree, 2000).

1.2.5. Exigences des légumineuses

1.2.5.1. Exigences climatiques

Les légumineuses, ont des exigences plus marquées que les graminées vis avis des facteurs climatiques. Les températures seuil sont généralement supérieures à celle des graminées. Le zéro de germination du Sulla avoisine 3°C, celle de trèfle est de l'ordre de 7-8°C. De même les températures optimales de croissance se situent à un palier élevé à titre d'exemple pour le Sulla, il est de l'ordre de 20°C à 30°C (Masson et Giuntzbutger, 2000).

Les besoins des légumineuses en eau sont importants. Par exemple la luzerne demande 600 kg d'eau pour élaborer 1 kg de matière sèche (Doree, 2000).

L'intensité lumineuse agit aussi plus directement sur la quantité de matière sèche produite et modifie aussi la morphologie. La durée d'éclairement croissante provoque un allongement des feuilles au détriment de leurs longueurs notamment chez la luzerne (Guy et Betoutain, 1971).

1.2.5.2. Exigences édaphiques

Si les graminées s'accommodent globalement à des sols très variés, les légumineuses ont des exigences très précises ; les soles les plus favorables aux légumineuses sont des sols sains bien drainés aérés et à bonne réserve en eau. Le pH du sol doit être basique au tout au moins supérieur à 6,5 (Borget, 1989).

1.2.5.3. Exigences en éléments minéraux

Il apparaît d'après le tableau 9, que les exportations des légumineuses en éléments minéraux sont importantes notamment, en potassium et en calcium et à un plus faible niveau pour le phosphore.

Tableau 09. Exportation moyenne en éléments minéraux de quelques légumineuses (kg/ms)

Plante	Eléments minéraux					
	N	P2O5	K2O	CaO	Mg	S
Luzerne	28,00	05,00	25,00	25,00	02,50	02,50
Trèfle	27,00	07,00	20,00	21,00	06,00	-

Source : (Andreau, 1969 In Tibaoui, 2003)

1.2.6. Cycle de développement

Les graminées et les légumineuses, n'ont pas le même processus de développement. Les stades ci-après sont distingués pour les légumineuses par Vignau-Loustau (2005) :

Végétatif :	Absence total de boutons floraux.
Début bourgeonnement :	5% environ des plantes ont des boutons floraux.
Bourgeonnement :	50% environ des plantes ont des boutons floraux.
Début floraison :	5% environ des plantes ont des fleurs épanouies.
Floraison :	50% environ des plantes ont des fleurs épanouies.

L'indicateur stade de développement est un repère pratique très utilisé dans l'exploitation des fourrages. Dans le but d'une bonne rentabilité de la culture, le stade codifié est considéré comme un instrument efficace sur le terrain, pour améliorer la gestion des légumineuses et pour déterminer la date de la coupe et du pâturage, parcequ'il est fortement corrélé avec la production, la composition morphologique et surtout avec la valeur alimentaire d'une espèce fourragère (Borreani *et al.*, 2003).

1.3. Présentation de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.

1.3.1. Importance de la culture

1.3.1.1. Superficie, production et rendement

Le Sulla (*Hedysarum coronarium* L.), est cultivé pour la production de fourrage, dans de nombreux pays du bassin méditerranéen. En Italie, le Sulla est cultivé depuis 1860 (Sulas et Ledda, 2008). C'est la deuxième culture fourragère après la luzerne avec au moins 6 variétés. Selon Martiniello et Ciola (1994), la superficie cultivée est de l'ordre de 250.000 hectares pour la production fourragère et 15,192 hectares pour la production de semences ; la moitié de ces valeurs sont relatives à la région de Sicile où elle représente 39,7% de la superficie en prairie temporaire dans cette région. Le rendement est de 6,6 t/ha à 9,6 t/ha dans les conditions non irriguées et irriguées respectivement (Martiniello, 1998 ; Martiniello *et al.*, 2000).

En Afrique du nord, la culture du Sulla est assez limitée. En Tunisie, il est cultivé sporadiquement dans le sub-humide dans le nord ouest notamment, dans les régions de Béja, Mateur et Ain Draham occupant ainsi environ 10000 hectares (Dhan *et al.*, 2006). Ces cultures utilisant des variétés améliorées d'origine italienne, sont soit à vocation fourragère (pour l'affouragement en vert, pour l'ensilage ou pour le foin), soit destinées à la production de graines. Les rendements peuvent atteindre jusqu'à 90 tonnes de fourrage vert et 5 quintaux de graines (Trifi-Farah *et al.*, 1989_a). Au Maroc, il existe une population de Sulla importante dans la région de Tanga (Noutfia, 2008).

En Algérie, et plus particulièrement en petite Kabylie (Région Nord-est), une pratique courante des agriculteurs consiste à préserver des populations naturelles, qui en se ressemant d'année en année, finissent par constituer de véritables prairies où le Sulla est fauché et mis en bottes (Hannachi-Salhi *et al.*, 2009).

Au-delà du bassin méditerranéen, le Sulla est cultivé en Australie, sur plus de 640,000 ha soit 20% de la superficie qui occupe la luzerne (De Koning *et al.*, 2008).

En Nouvelle Zélande, où il a été introduit depuis 1949, particulièrement pour la lutte contre les érosions du sol, le Sulla est cultivé actuellement sur plus de 25,000 ha, en rotation avec le blé, ou en association avec des arbustes fourragers, comme l'Atriplex (Niezen *et al.*, 2002). Les rendements peuvent atteindre 18t/ha, jusqu' à 21t/ha, pour une pluviométrie d'environ 375 mm (Foote, 1988).

1.3.1.2. Intérêt de la culture

Sur le plan agronomique, le Sulla présente un intérêt important en particulier pour la production du fourrage (Trifi-Farah *et al.*, 1989_b). Caractérisé par une teneur élevée en protéines (23%), il présente une haute appétence et une excellente valeur nutritive. Cette espèce assure une productivité importante en climat sub-humide (Abdelguerfi et Laouar, 2000 ; Molle *et al.*, 2003) et présente une adaptabilité exceptionnelle (Lombardi *et al.*, 2000).

D'après Christou (1992), le Sulla paraît plus résistant à la sécheresse que le sainfoin ordinaire. Un autre intérêt attribué au Sulla est le grand apport d'azote qu'il assure (environ 176 kg/ha) (Bennett, 2003).

Selon Lapeyronie (1982), le Sulla est un excellent précédent cultural pour les céréales. Il est également réputé pour sa qualité de plante protectrice du sol contre l'érosion, soit seul (Wils, 1984), ou en association avec un arbuste fourrager l'*Atriplex halymus* (Bazzoffig *et al.*, 2001).

Des chercheurs Australiens et New zélandais ont mis en évidence le rôle des tannins condensés contenus dans le Sulla sur la qualité du lait (Addis *et al.*, 2005 ; Bonanno *et al.*, 2007), la production du lin, l'augmentation du poids vif des brebis, le taux d'ovulation (Engel, 2003 ; Priolo *et al.*, 2005 ; Cabiddu *et al.*, 2006) et la réduction de l'infestation gastro-intestinale par les nématodes (Bermingham *et al.*, 2006 ; 2007, Rahmann et Seip, 2008).

D'autres usages alternatifs caractérisent le Sulla. Il constitue une ressource spéciale pour les abeilles et permet une production de miel de haute qualité (Hommel et Rejnont, 1947 ; Satta *et al.*, 2000). Des écrits très anciens ont décrit le Sulla comme une plante ornementale et médicinale ; Lemery et Morelot (1847) ont écrit dans le nouveau dictionnaire des drogues : «cette plante à odeur agréable, cultivée dans les jardins, est vulnérable (bienfaisante), détersive (cicatrisante), et en se sert en infusion ».

Malgré son importance pour une agriculture durable, certaines contraintes limitent le développement de cette culture, dont le faible intérêt qu'elle présente pour les sociétés semencières (poids de mille grains très faible, de quelques grammes seulement) et la faiblesse des fonds alloués par les services publics aux programmes de sélection dans les pays concernés (Noutfia, 2008).

1.3.2. Botanique et biologie

1.3.2.1. Taxinomie et morphologie

Tournefort (1857) place la plante de Sulla, dans la troisième section de la dixième classe destinée aux herbes à fleurs de plusieurs pièces irrégulières et en papillon, dont le pistil devient une gousse articulée, il a nommé : *Hedysarum clypeatum flore suaviterbente*. Von Linné la place dans la même classe et le même genre que le sainfoin ordinaire et la nomme *Hedysarum coronarium* (Rozière *et al.*, 1796). Le mot *Hedysarum* vient du grec Hedy : agréable et aroma : parfum (Bouillet, 1857).

Récemment on se basant sur les caractères morphologiques, Choi et Ohashi, (2003), classe la section *Spinosisissima* qui appartenait auparavant, au genre *Hedysarum* comme genre à part (le genre *Sulla*).

Le genre *Sulla*, comporte des espèces annuelles dont la stipule est entièrement libre ou adhérente au pétiole, les feuilles contiennent de 2 à 5 paires de folioles alternées. C'est à ce genre qu'appartenaient les quatre espèces suivantes : *Sulla capitata* Desf. B.H. Choi ; *Sulla carnososa* Desf. B.H. Choi, *Sulla coronaria* L.Medik. et *Sulla flexuosa* L. Medik (Chennaoui-Kourda *et al.*, 2007).

Son nom vulgaire diffère d'une langue à une autre :

Arabe : Sella ().

Berbère : Tasulla.

Français : le Sainfoin d'Espagne ou le Sainfoin d'Italie.

Anglais : French-Honeyuckle ou Cook's Head.

Espagnole : La Zulla.

Italie : La Sulla,

Le *Sulla* est une espèce bisannuelle, a un puissant système racinaire, de type pivotant, qui peut aller jusqu'à une profondeur de 2 mètres, à ramifications latérales (Lapeyronie, 1982).

Le système aérien (Fig.07), peut atteindre 1 à 1.5m de hauteur (Molle, 1980). Les tiges sont ramifiées à port dressé, glabres, un peu flexueuses et fortement striées (Ferdinaud, 1850). Cependant, les formes spontanées présentent des ports prostrés avec de courts entre nœuds (Louati-Namouchi *et al.*, 2000_a).

Les feuilles sont imparipennées, composées de 5-17 paires de folioles elliptiques ou arrondies plus au moins pubescentes à la partie inférieure, de 12-15 mm x 12-18 mm de dimension (Crocker et Hockney, 2008_a) et dont la terminale est plus grande que les autres, bordée d'une lisière blanche et soyeuse (Baptist-Lamarck et Pynus., 1805).

L'inflorescence est une grappe allongée, chaque plante adulte produit de 15-30 inflorescences ; de 3-8 cm de longueur (Yacoubi et Chriki, 2000).

Les fleurs sont d'un beau rouge rarement blanches, leurs calices est persistant, à cinq divisions, les étamines sont au nombre de 10 dont 9 réunies par leurs filaments, l'ovaire est libre surmonté d'un stylet et d'un stigmate, la longueur de la fleur varie entre 12-17 mm (Aeschmann *et al.*, 2004).

Le fruit est une gousse indéhiscente composée de 4-5 articles ovoïdaux, un peu épineux, de 2-4 mm x 0,3-1 mm x 0,25-0,55 mm de diamètre (Maxted et Bennett, 2001). Les grains de 2-8 par gousse, sont arrondis, de couleur blanche crème à marron clair d'environ 5-5,5 mm de dimension (Bojanausky et Forgaxva, 2007).

1.3.2.2. Aire géographique

On admet que l'origine du *Sulla* est le bassin méditerranéen (Squartini *et al.*, 2002 ; Mozo *et al.*, 1988 ; Louati-Namouchi *et al.*, 2000_b ; Trifi-Farah *et al.*, 1989_a ; Steinzen *et al.*, 1996 ; Maxted et Bennett, 2001 ; Crocker et Sanson, 2008). A l'état spontané cette espèce présente une large aire de répartition géographique ; elle est distribuée du nord de l'Afrique au sud de l'Espagne en passant par l'Italie du sud (Squartini *et al.*, 2002).

En Algérie, le *Sulla* est présent à l'état spontané en région nord-est (Abdelguerfi-Berrekia, 1985 ; Issolah *et al.*, 2006).

En Tunisie, et selon une étude éco-géographique réalisé par Zoghلامي et Hassen (2004), le *sulla* occupe une aire de répartition assez large qui s'étend de l'humide jusqu'à l'étage semi aride (250-450 mm) et se limite à la région du nord (Trifi-Farah *et al.*, 1989_b). Le Houerou (1995) mentionne aussi sa présence en Lybie et en Egypte. Maxted et Bennett (2001), évoque son existence aussi en Inde, alors que, Decondolle (2008), signale la présence du *Sulla* dans le camp de l'Amérique du sud.

La culture du *Sulla* (*H. coronarium*) est si répandue que des échanges géniques entre formes sauvages et cultivées sont fort probables (Hannachi-Salhi *et al.*, 2009). Il est cultivé spécialement en Italie (sud), où il a commencé à prendre la place de la jachère depuis le 19^{ème} siècle (Haudricourt et Hedin, 1987).

En Australie du sud caractérisée par un climat méditerranéen, le *Sulla* est largement cultivé (Croker et Hackney, 2008), alors qu'en Europe centrale et en Amérique du nord, il reste en période d'essai (Hamallt, 2001). Il est aussi cultivé en nouvelle Zélande pour la conservation des sols (Terril *et al.*, 1992).



Figure 07. *Sulla coronaria* (L.) Medik. (Syn. *Hedysarum coronarium* L.) : Plante en fleurs (fleur ; grain ; gousse ; racines).

Source : Bouillet (1857)

1.3.2.3. Exigence édapho-climatiques et données éco-physiologiques

Le Sulla s'adapte bien aux conditions édapho-climatiques de la méditerranée ; la rigidité du tégument de la graine fait que le Sulla germe et lève en 8 à 15 jours après le semis.

Le Sulla est une plante très rustique. Elle résiste bien au froid (sauf au stade jeune) et à la sécheresse (Molle, 1980). Selon le Houreou (1995), la limite thermique de développement du Sulla (température minimale) est de 3°C, au printemps son développement est très accéléré et en été il rentre en dormance. Après les premières pluies automnales, il se régénère et débute son deuxième cycle ; où une importante masse végétale est observée durant cette année (Sulas *et al.*, 2000).

Le Sulla pousse spontanément sur des sols variés dont elle permet la protection contre l'érosion et son enrichissement en azote assimilable. Le Sulla est spontané sur les sols lourds de la zone septentrionale du Maghreb avec un pH qui varie entre 6-8 (Lapeyronie, 1982). Mais bien drainé de texture moyenne ou fine (Crocker *et* Sanson 2008). La culture du Sulla permet de valoriser les sols de coteaux marneux recevant plus de 400 mm (Lapeyronie, 1982 ; Maxted *et* Bennett, 2001).

L'eau constitue un facteur climatique principal pour le développement du Sulla. L'espèce est toujours présente dans les zones à pluviométrie moyenne à forte, à altitude variable. C'est une espèce des régions bien arrosées et croît essentiellement sur les étages humides chauds, doux et sub-humide (Abdelguerfi-Berrekia, 1985). En Algérie, le Sulla se rencontre que dans les régions à plus de 450 mm de pluviométrie (Abdelguerfi *et al.*, 1991). En Tunisie, *Hedysarum coronarium* L. occupe une large aire de répartition de l'humide au semi aride (350 mm à 1500 mm) (Boussaid *et al.*, 1995).

1.3.3. Etat de la recherche sur *Hedysarum coronarium* L.

Le Sulla (*Sulla coronaria*, syn. *Hedysarum coronarium* L.), est une légumineuse à vocation fourragère, qui fait l'objet de plusieurs travaux de recherche depuis la deuxième moitié du siècle dernier. Ces travaux sont axés essentiellement sur :

- Distribution et autoécologie ;
- Analyse de la variabilité morphologique et enzymatique ;
- Biologie de la reproduction et physiologie ;
- Qualité fourragère et valeur nutritive ;
- Résistance aux maladies et ravageurs ;

Aspects moléculaires et caryologiques ;

1.3.3.1. Distribution et Autoécologie

La connaissance de l'autoécologie de l'espèce est primordiale, dans le cas où elle doit être introduite dans les milieux plus au moins artificiels (jachère, sol en pente). La maîtrise de cet aspect est importante, car elle diminue les risques d'échecs.

En Algérie, *Hedysarum coronarium* a fait l'objet d'une étude autoécologique parmi d'autres espèces du genre *Hedysarum*. La localisation géographique a été mise en évidence pour certaines espèces de ce genre (Abdelguerfi-Berrekia *et al.*, 1988 ; 1991). Précédemment, Abdelguerfi-Berrekia (1985), a indiqué que *Hedysarum coronarium* se développe à différentes altitudes, sur des sols en pente, à plus de 450 mm de pluviométrie. Abdelguerfi et Laouar (2000) ; Abdelguerfi *et al.*, (2000) ont étudiés l'autoécologie et la distribution des luzernes annuelles (*Medicago sp.*), des Sulla (*Hedysarum sp.*), des chenillettes (*Scorpiurus sp.*) et des trèfles (*Trifolium sp.*), en fonction de la pluviométrie, de l'altitude, du pH, de la conductivité, le taux de calcaire total et de la texture du sol. Sur les 240 sites où les espèces du genre *Hedysarum* sont relevées, *Hedysarum coronarium* a été rencontré sur 61 sites.

Dans le bassin méditerranéen, les différentes prospections effectuées par Hannachi-Salhi *et al.* (2009), en particulier en Afrique du Nord, dans le sud de la France, les îles de Sardaigne et de Malte, ont permis de collecter 199 accessions des différentes espèces du genre *Hedysarum*. Les résultats montrent que *Hedysarum coronarium*, présente la plus grande diversité puisqu'elle occupe une large aire de répartition en zones méditerranéennes.

En Tunisie, suite à un programme de prospection qui vise la collecte et la conservation des espèces fourragères et pastorales autochtone, Khelil-Zoghلامي et Hassen (2006), ont dressés un inventaire préliminaire de ces espèces. Parmi les espèces du genre *Hedysarum*, le Sulla (*H.coronarium*) est le plus répondeur (60% des sites), il s'étend de l'hyper-humide jusqu'au semi-aride mais disparaît dans la zone aride.

Beale *et al.* (2008), par une prospection sur différentes légumineuses fourragères spontanées à travers le Maroc, ont constaté que *Hedysarum coronarium*, est seulement présent sur trois sites, comparé à *Scorpiurus sulcata*, qui a un large spectre de distribution (117 sites).

Dans le sud de l'Italie, *Hedysarum coronarium* est une légumineuse appropriée aux sols hautement pourvu de calcaire, a rapporté Squartini *et al.* (2002).

Cependant, l'autoécologie à elle seule, reste insuffisante pour une bonne valorisation des ressources phytogénétiques locales d'intérêt fourrager et/ou pastoral. L'évaluation des aptitudes de ces ressources et particulièrement la variabilité existante, permet de faciliter le choix des populations/et ou des écotypes en fonction des objectifs. Dans ce sens, l'évaluation de la variabilité est une nécessité.

1.3.3.2. Comportement, phénologie et biométrie

Afin de valoriser le matériel végétal en Algérie, plusieurs études relatives à l'espèce *Hedysarum coronarium* ont été menées sur le plan phénologique, morphologique, biométrique et agronomique.

Dans le but de valoriser les ressources phytogénétiques locales d'intérêt fourrager Abdelguerfi-Berrekia (1985) a entrepris un essai de comportement sur 113 populations appartenant à 6 espèces du genre *Hedysarum*, parmi elles, *Hedysarum coronarium* L.

Une étude biométrique en conditions expérimentales et en milieu d'origine de deux espèces du genre *Hedysarum* (*Hedysarum coronarium* et *Hedysarum flexuosum*), a révélé une certaine stabilité de quelques caractères (Berrekia et Abdelguerfi 1988 ; Berrekia *et al.*, 1989). L'aspect morphologique et comportement du *Sulla* ont fait aussi l'objet d'études réalisées par : Bendjilas (1989) ; Ouzzane et Abdelguerfi (1989) ; Saouali (1992) ; Djilali (1993) ; Belarbi (1998) ; Issolah *et al.* (2001) ; Issolah et Khalfallah (2007).

Pour mieux comprendre la variabilité de l'espèce *Hedysarum coronarium* L. Figier *et al.*, (1977 ;1978) ont mis en évidence, en Tunisie, une importante variabilité morphologique structurée. Antérieurement, Combes *et al.* (1975), ont réalisé une étude biométrique d'*Hedysarum coronarium* en vue de son amélioration et utilisation comme plante de pâturage. Louati-Namouchi *et al.* (2000_a), ont mesurés vingt cinq caractères morphologiques chez 11 populations d'*Hedysarum coronarium* collectées en l'Afrique du Nord et en Italie du Sud ; les données obtenues, ont été soumises à une analyse univariée et une analyse multivariée ; L'héritabilité au sens large a été estimée ; elle varie entre 0.072 et 0.703. De leur part, Yagoubi et Chriki (2000_b), ont étudié six caractères floraux et reproductifs chez trois cultivars et huit populations naturelles de l'espèce fourragère *Hedysarum coronarium* L. Les héritabilités inter-populations de quatre caractères : largeur du pétale, nombre total d'inflorescences par plante, nombre moyen de fleurs par inflorescence et proportion de gousses par fleur, sont significativement différents.

Une meilleure connaissance du rythme de croissance des légumineuses fourragères dans plusieurs environnements est nécessaire pour l'exploitation de leur potentiel pour de nouveaux systèmes de récolte et de pâturage. Dans ce contexte, Annicchiarico *et al.* (2008), ont étudié l'effet de l'interaction génotype et milieu sur les trois variétés italiennes du Sulla (Grimaldi ; Sparacia ; Irpina) et un cultivar tunisien (D'italie) ; l'évaluation inclus six environnements testés, dont quatre menés en conditions non irriguées (Alger et Sétif en Algérie, Sanluri en Italie et Mograne en Tunisie) et deux en irrigué dans la région de Matteur (Tunisie).

En Italie, et étant donné l'intérêt croissant de *Hedysarum coronarium*, Lombardi *et al.* (2000_b), ont comparé deux populations ("Teramo" et "Nugola") et deux variétés ("Grimaldi" et "Sparacia") ; les données expérimentales ont concerné quelques caractéristiques productives, éco-physiologiques, production de semence et de fourrage. Une expérience pluriannuelle a été menée par Anastasie (1999), dans une localité de colline du sud de l'Italie, afin d'évaluer la réponse du Sulla à la fertilisation phosphatée et à la densité de semis ; l'application de l'engrais phosphaté jusqu'à 100 Kg d'ha de P205, a engendré des augmentations significatives du rendement en matière sèche du Sulla, par rapport au témoin sans engrais, en particulier dans la phase la plus tardive de la croissance de la prairie. Une autre expérience a été conduite par Sulas *et al.* (2000), sur l'ensemble du cycle bisannuel d'*Hedysarum coronarium*, par l'évaluation de la dynamique des plantes, leurs hauteurs et leurs productions fourragères. Lombardi *et al.* (2000), ont conduit une expérimentation sur un site de colline (Italie), après le passage du feu. Suite à une caractérisation de la végétation ligneuse et herbacée spontanée, des enherbements ont été mis en place, parmi lesquels, *Hedysarum coronarium*, écotype "Nugola" et un mélange de *Trifolium subterraneum* (Cultivar "Seaton Park") et *T. brachycalycinum* (Cultivar "Clare"), qui ont été comparés avec la végétation spontanée. Les observations ont concerné l'installation, le recouvrement, la densité, la structure de la végétation, la couverture morte et la stratégie d'occupations de l'espace par les espèces herbacées (spontanées et semées) et par les ligneuses. Le mélange de trèfle souterrain s'est montré plus intéressant que *Hedysarum coronarium* L. (Lombardi *et al.* 2000).

En Espagne, Flores *et al.* (1997), ont suivi le comportement des populations autochtones d'*Hedysarum coronarium* provenant de l'Espagne et des écotypes italiens. Une importante variation a été observée parmi les caractères étudiés (Diamètre de la tige, surface folière).

En Australie du sud, où la culture de Sulla a gagné une grande ampleur, soixante accessions d'*Hedysarum coronarium*, provenant de différentes banques de gènes à travers le monde, ont été mises en essai de comportement, en vue de sélectionner les meilleurs cultivars pour la production de semences (Foster *et al.*, 2000 ; Ewing *et al.*, 2001). Nichols *et al.* (2007) discutent la possibilité de développer de nouvelles légumineuses fourragères en Australie du sud entre autres, le Sulla (*Hedysarum coronarium* L).

1.3.3.3. Biologie de la reproduction et physiologie

La connaissance du mode de reproduction et la physiologie sont nécessaires pour l'optimisation de la conservation et l'utilisation des ressources génétiques.

En Algérie, Saouali (1992) et Djilali (1993), ont étudié les aspects se rapportant à la biologie de la reproduction chez quelques espèces du genre *Hedysarum*, parmi elles, *Hedysarum coronarium* L.

En Tunisie, Chriki *et al.* (1984), ont montré par l'observation de la couleur des fleurs dans des descendances à croisement naturel et à hybridation chez *Hedysarum coronarium* que l'allopole est favorisé par rapport à l'autopole et que 90% des grains sont issus d'une fécondation croisée. Un croisement entre deux types morphologiques du Sulla, l'un à port prostré (cas des populations naturelles tunisiennes) et l'autre à port érigé (cas des cultivars italiens), a été appliqué par El-Gazzah et Chalabi (1993). L'étude de la biologie de la reproduction a été suivie par Louati-Namouchi *et al.* (2000_b) et Yagoubi et Chriki (2000_a), sur des populations naturelles d'*Hedysarum coronarium*.

La plasticité de la durée de la floraison, est une caractéristique adaptative commune des légumineuses fourragères, dans les régions arides et semi-arides de la méditerranée (Le Houerou, 2006). Iannucci *et al.* (2008), en région de Foggia (en sud d'Italie), ont étudié la relation entre la température, la photopériode et la durée de floraison de neuf espèces de légumineuses fourragères, parmi elles *Hedysarum coronarium* ; la durée de la floraison est significativement influencée par la température et le photopériodisme chez le Sulla. Sulas et Ledda (2008), ont étudié l'effet de trois doses de semis (10 ; 20 ; 30 Kg/ha) sur la production des graines chez *Hedysarum coronarium* sur une période de deux ans. La production de semences du Sulla a fait aussi l'objet d'enquêtes menées par Bravi *et al.* (2000), dans différentes régions d'Italie, principalement la région centre et sud. Les insectes pollinisateurs de deux variétés du Sulla « Grimaldi » et « Sparcia » ont

été examinés pendant la floraison par Satta *et al.* (2000). *Apis mellifera* est l'insecte qui fréquente le plus la culture du Sulla. Le pourcentage de fleurs fécondées chez les deux variétés est de 56%. Toujours en Italie, Bullitta *et al.*, (1995) ont examiné des populations locales des espèces d'*Hedysarum coronarium* et *Hedysarum spinosissimum*, dans le but de déterminer les composantes du rendement (poids de mille grain, nombre de grains par gousse...).

Pour ce qui est de l'aspect physiologique, l'effet de la température sur la germination des grains d'*Hedysarum coronarium* et le mécanisme intelligent par lequel leur dureté est réduite a été abordé par Sulas *et al.* (1999); Patene (2000) et Bell *et al.* (2003 ; 2005).

La résistance à différents stress abiotiques (chaleur, froid, stress hydrique et salinité) a fait l'objet d'études par plusieurs auteurs à travers le monde : Martiniello et Ciola (1994) ; Martiniello (1998) ; Sanchez-Diaze *et al.* (1999) ; Massini (2006) ; De Mei et Di Mauro (2006) ; Nichols *et al.* (2008).

1.3.3.4. Qualité fourragère et valeur nutritive

La prédiction de la valeur nutritive du fourrage est importante. Une prédiction précise est nécessaire pour optimiser la composition d'une ration (Borreani *et al.*, 2003)

Les essais entrepris à El Harrach, dès 1953 et 1954 sur *Hedysarum coronarium* et *Hedysarum fructosum*, ont donnés des résultats encourageants allant de 200 à 300 qx/ha (Barbut, 1997 In Abdelguerfi, 2001). Dans la région de Sétif, Belarbi (1998), a mis en évidence l'intérêt du matériel végétal local (certaines populations d'*Hedysarum coronarium*) du point de vue production fourragère. Dans le but de caractériser le matériel végétal local, Goumiri (1987) et Goumiri et Abdelguerfi (1991), ont procédé à des analyses chimiques et a estimé quelques éléments de la valeur nutritive de six populations de trois espèces du genre *Hedysarum* (*H. aculeolatum*, *H. coronarium* et *H. flexuosum*) ; six populations appartenant à trois espèces de *Scorpiurus* (*S. muricatus* subsp *subvillosus*, *S. muricatus* subsp *sulcatus* et *S. vermiculatus*) et deux populations d'*Onobrychis* (*O. caput-galli*).

En Tunisie, Rezig *et al.* (2008), ont discuté la possibilité d'introduction en essai d'une culture fourragère de Sulla, avec la pomme de terre de saison. L'introduction du Sulla a engendré la valorisation de 50% de la surface cultivée. Il permet aussi de compenser les pertes du rendement en tubercule par une production fourragère en vert de 10.5 tonne/ha.

Dans le but d'établir une corrélation entre le stade phénologique codifié et la qualité du fourrage, Borreani *et al.* (2000 ; 2003), ont estimé la valeur nutritive du Sulla à différents stades de développement en relation avec les conditions du milieu chez deux variétés italiennes « Grimaldi » et « Sparacia », dans deux sites distincts en Italie. La digestibilité de la matière organique, reconnue comme le plus important facteur qui détermine la qualité du fourrage est bien corrélée à l'évolution du stade. Anastasie (1999), ont conduit une expérience en Italie afin d'évaluer la réponse du Sulla à la fertilisation phosphatée combinée avec la densité de semis. Les effets de la dose de semis et de l'irrigation, sur la production et la valeur nutritive de quatre variétés et écotypes du Sulla et de sainfoin, ont été examinés par Martiniello *et al.* (2000) ; l'irrigation a augmenté la production en matière sèche de 31% chez le Sulla et a permis d'obtenir un fourrage de meilleure qualité. Des analyses chimiques (teneur en protéines brutes ...), ont été effectuées par Peiretti (2005) sur quelques fourrages (*Medicago sativa* ; *Lolium multiflorum* ; *Hedysarum coronarium* L. *Onobrychis viciifolia* ; *Trifolium pratense*), en vue de déterminer leurs valeurs nutritives.

En nouvelle Zélande, Molle *et al.* (1990), ont étudié l'effet de séjour au pâturage des brebis laitières ; l'ingestion de l'herbe a été meilleure dans les lots qui pâturent le sainfoin d'Espagne (*Hedysarum coronarium* L.). Pour sa part, Hoskin *et al.* (1999), ont démontré que l'augmentation et la croissance du poids de carcasse de jeune cerf pâturé avec le Sulla est lié à sa haute valeur nutritive, comparée à d'autres légumineuses fourragères (la chicorée et le ray grass). La valeur alimentaire d'un ray-grass annuel (*Lolium rigidum* Gaudin.) et du sainfoin d'Espagne (*Hedysarum coronarium* L.) a été estimée par Molle *et al.* (2003), par comparaison de six lots de brebis ; les résultats obtenus, montrent qu'il y a des avantages dans l'incorporation des deux fourrages dans la ration des brebis. Le mélange donne les résultats les plus encourageants, autant pour la gestion des prairies que pour les performances animales.

1.3.3.5. Analyse pollinique des miels

Le sainfoin d'Espagne (*Hedysarum coronarium* L.) est une plante relativement commune dans une grande partie de l'Afrique du nord et en Italie. Les miels dans lesquels les pollens de cette plante sont dominants ont été indiqués en Algérie, Tunisie et au Maroc (Loveau et Abed, 1984).

L'analyse des différents échantillons de miel de provenance botanique diverse, a porté sur la qualité organoleptique et l'activité enzymatique (présence de alfa amylase).

Le miel d'*Hedysarum coronarium* présente une couleur claire avec une faible conductivité comparée à celui des *citrus* et des *acacias* (Oddo *et al.*, 1990 ; 1995 ; 1999).

1.3.3.6. Enzymologie

En Tunisie, Trifi-Farah *et al.* (1983), grâce au système des estérases, ont analysé la variabilité chez quelques populations naturelles tunisiennes de deux espèces du genre *Hedysarum* (*Hedysarum coronarium* et *Hedysarum spinosissimum subsp capitatum*). Cette variabilité qui serait d'origine génétique s'avère plus importante chez l'espèce *Hedysarum coronarium*. Dix systèmes enzymatiques ont été utilisés pour évaluer le polymorphisme enzymatique chez *Hedysarum coronarium* L. L'analyse des résultats obtenus a permis d'émettre des hypothèses relatives à la structure des enzymes et à leurs déterminismes génétiques (Trifi-Farah *et al.*, 1989_a ; Trifi-Farah *et al.*, 1989_b).

L'analyse génétique et chromatographique de la pigmentation florale chez *H. coronarium* et *H. capitatum* montre que l'introduction du groupement hydroxyle en position 5' de la molécule anthocyanique, est déterminée par deux gènes indépendants V. et R. (Chriki *et al.*, 1982). Baatout *et al.* (1991), grâce à l'analyse du polymorphisme enzymatique (6 systèmes) ont remarqué que *Hedysarum coronarium* et *Hedysarum spinosissimum* ssp, présentent plus d'affinités moléculaires au niveau des iso enzymes entre eux qu'avec *H.carnosum*.

1.3.3.7. Métabolites secondaires : Tannins condensés

Les tannins condensés (TC) sont des métabolites secondaires des végétaux, qui sont liés à leurs mécanismes de défense contre les mammifères herbivores et les insectes phytophages. Ces dernières années, les TC attirent une attention particulière du fait de leurs rôles sur la santé humaine ; en effet ce sont des antioxydants très puissants qui ont un effet salutaire sur l'activité cardiaque et le système immunitaire (Lin *et al.*, 2002 In Dixon et Sumner, 2003).

Sur le plan agronomique, beaucoup d'avantages, caractérisent les TC (Douglas *et al.*, 1999 ; Bermingham *et al.*, 2007) ; Chez les ruminants, les TC réduisent le phénomène de météorisation, et semblent accroître la production de laine par suite d'une réduction de la dégradation des protéines dans le rumen et d'une amélioration de l'absorption des acides aminés au niveau de l'intestin grêle. Concernant la qualité de la carcasse, les TC présentés en faible quantité chez quelques plantes fourragères (cas d'*Hedysarum*

coronarium) ont augmenté la clarté de la carcasse et ont réduit le niveau de gras dans celle-ci (Roy *et al.*, 2004).

Ces effets intéressants des tannins condensés (contenus chez plusieurs légumineuses fourragères comme le Sulla) ont fait l'objet de recherche en Nouvelle-Zélande (Douglas *et al.* (1993), Steinzen *et al.* (1996), Neizen *et al.* (1995 ; 1998), Engel (2003), Waghorn *et al.* (2003), Burke *et al.* (2004), Addis *et al.* (2005), Woodward *et al.* (2006), Lassey *et al.* (2006), Bonanno *et al.* (2007), Waghorn (2007), Rahmann et Seip (2008). En Australie : Lees *et al.* (1995), Min et Hart (2003_b), Min *et al.* (2003_b), Ramirez-Restrepo et Barry (2005), Tzamaloukas *et al.* (2005), Bermingham *et al.* (2006), Pomoroy et Adlington (2006), Dilworth et Evank (2008), en Italie (Piluzza *et al.* 2000 ; Priolo *et al.* 2005 ; Cabiddu *et al.* (2006 ; 2009), Molle *et al.* (2008 ; 2009)) et dans d'autres pays (Beck et Reed, 2001).

1.3.3.8. Résistance et sensibilité aux maladies

Reyley *et al.* (2005) a rapporté que la maladie fongique *Rhizoctonia solani*, peut occasionner des pertes considérables et entraver l'utilisation du Sulla dans les régions sèches de l'Australie. Southwell et Crocker (2005), suite à une expérience menée sous serre chez trois espèces de genre *Hedysarum*, ont montré que *Hedysarum coronarium*, est le plus susceptible d'être le hôte de l'agent de la pourriture des racines *Phytophthora medicagnis*. La résistance et la sensibilité des différentes légumineuses fourragères, entre autres, l'espèce *Hedysarum coronarium*, au virus de mosaïque de la luzerne (VML) ont été étudiées par Thami-Alami et El-Mazouri (2000), Mckirdy *et al.* (2000) et Latham et Jones (2005) ; les auteurs montrent que *Hedysarum coronarium* présente une certaine résistance à l'égard de cette maladie.

1.3.3.9. Symbiose et fixation azotée

L'aspect fixation azotée est un élément important dans le choix des légumineuses. En Algérie, l'aspect symbiose *Rhizobium-légumineuse* et la caractérisation de l'espèce *Rhizobium hedysaré*, qui nodule *Hedysarum coronarium*, a été réalisé par Bousbaa (1996) ; Benguedouar *et al.* (1997) et Benguedouar et Squartini (2006). Ces derniers auteurs ont comparé la caractérisation phénotypique et génotypique des isolats qui nodulent le Sulla (prélevés au niveau des sites constantinois) avec les souches qui nodulent la même légumineuse, d'origine méditerranéenne (Espagne et Italie). Préalablement, Ouzzane (1988), Ouzzane et Abdelguerfi (1989) ont étudié en

minirhizotron la nodulation de manière quantitative, dans le temps et dans l'espace racinaire, alors que Saaidia (1981), a mesuré *in situ*, sous deux étages bioclimatiques différents, l'activité nitrogène chez les espèces de trois genres spontanés : *Onobrychis*, *Trifolium* et *Hedysarum*.

De par le monde, l'aspect symbiose et fixation azotée est largement abordée. En Australie, Casella *et al.* (1984), ont soumis quatre populations de Sulla à quinze souches de *Rhizobium spp.* sous différentes températures. Il semble qu'il ya une interaction significative entre la plante hôte, la température et la fixation azotée. Corich *et al.* (2001), ont soumis les deux légumineuses (Sulla et Vesce) à des souches bactériennes *Rhizobium hedysari*; cette dernière est capable d'infecter l'espèce *Hedysarum coronarium*. Rodriguez-Navarro *et al.* (1991), ont étudié la survie de *Rhizobium hedysari* (bactérie nodulant le Sulla) sur un inoculant à base de tourbe. Les souches bactériennes montrent une bonne adaptation sous différentes conditions de stockage. Les graines inoculées et semées sur un sol dépourvu de souches bactériennes spécifiques ont exercé un effet bénéfique sur le rendement du Sulla. Squartini *et al.* (2002), ont mis en évidence la nouvelle classification de la bactérie spécifique (*Rhizobium sullae*) qui nodule le Sulla (*Sulla coronaria*), ont se basant sur la technique d'hybridation d'ADN.

Au Maroc Thami-Alami et El-Mazouri (1999) ont testé la réponse de deux espèces *Hedysarum coronarium* et *Hedysarum flexuosum*, à l'inoculation par différentes souches de *Rhizobium*, dans 3 milieux différents. Toujours sur les deux espèces, Glatzle *et al.* (1986), ont démontré par une expérience sous serre, l'inefficacité de la nodulation inversée par des bactéries isolées de nodules de ces plantes. En effet, il y a eu formation de nodules dans les plantes hôtes sans fixation azotées.

En Australie, Mozo *et al.* (1988) ont isolé trois souches de *Rhizobium hedysari*, et à partir de leurs plasmides, ils ont localisé le gène Nif (responsable de la fixation azotée) et le gène Nod (responsable de la nodulation).

1.3.3.10. Aspect moléculaire et caryologique

Depuis un certain temps, les marqueurs moléculaires sont utilisés pour caractériser les espèces du genre *Hedysarum*.

En Tunisie, Trifi-Farah et Marrakchi (2000) ont étudié la diversité génétique d'*Hedysarum coronarium* par la technique de RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism). Les résultats montrent une importante variabilité génétique

indépendante du milieu d'origine. Une autre technique qui permet de révéler la diversité génétique entre les espèces apparentées et permet de détecter la similarité entre différents niveaux d'espèces, est la technique des l'ISSR (Inter-Simple Séquence Repeats), appliquée par Chennaoui-Kourda *et al.* (2007) sur la section *Spinosissima* (genre *Sulla*), avec d'autres taxa apparentés au genre *Hedysarum*. Toujours dans le but de spécifier la diversité génétique Marghali *et al.*(2005), ont étudié le polymorphisme moléculaire de l'espèce *Hedysarum coronarium* (deux populations spontanées à géotropisme opposé) et identifié des marqueurs AFLP (Amplified Fragement Length Polymorphism), en relation avec l'architecture de la plante.

La détermination du nombre de chromosomes peut aider à identifier les taxons distincts qui manifestent une homogénéité apparente et contribuer à une meilleure connaissance des espèces.

Plusieurs auteurs à travers le monde (Kramer *et al.*, 1972 In Abdelguerfi, 2001), ont singalé un nombre stable de chromosome ($2n=16$) chez l'espèce *Hedysarum coronarium*. En Algérie, ces résultats on été confirmés par Abedelguerfi-Berrekia (1985) et Abdelguerfi-Berrekia *et al.* (1988). Toutefois, récemment Issolah *et al.* (2006) ont signalé la présence de deux nombres chromosomiques ($2n=16$ et $2n=18$) chez les populations algériennes d'*Hedysarum coronarium* L.

1.3.4. Variétés et amélioration génétique

1.3.4.1. Biologie de la reproduction

Le *Sulla* est une plante diploïde ($2n=16$). Il présente un régime de reproduction préférentiellement allogame (Chriki *et al.*,1982). Le taux d'autogamie est en moyenne assez faible, estimé à 10% (Chriki *et al.*, 1984). L'homozygotie, qui est l'une des conséquences de l'autofécondation, permet l'expression des allèles récessifs, ce qui pourrait expliquer, entre autres, l'apparition du phénotype « fleur blanche » (Chriki *et al.*, 1982).

1.3.4.2. Les variétés existantes

Le tableau 10 récapitule les différentes variétés du *Sulla* sélectionnées à travers le monde :

Tableau 10. Les Variétés du Sulla sélectionnés à travers le monde.

Variétés	Pays	Type de port	Mode d'exploitation	Références
Wilpena	Australie	Erigé	Foin ; Ensilage	Foster <i>et al.</i> , (2000)
Moonbi	Australie	Demi-érigé	Pâturage	Croker <i>et Sanson</i> (2008)
Flamenco	Australie	-	Production de semence	Yates <i>et al.</i> , (2006)
HRN83	Australie	-	-	Foster <i>et al.</i> , (2000)
Aokau	Nouvelle-Zélande	Demi-érigé	-	Douglas <i>et al.</i> , (1993)
Necton	Nouvelle-Zélande	Prostré	Contre l'érosion	Douglas <i>et al.</i> , (1993)
Grimaldi	Italie	Erigé	Foin, Ensilage	Lombardi <i>et al.</i> , (2000)
Sparacia	Italie	Erigé	Fauchage, Pâturage	Lombardi <i>et al.</i> , (2000)
Bikra21	Tunisie	-	-	Labidis <i>et al.</i> , (2008)
H402	Tunisie	Erigé	Paille et gousses	Khelil-Zoghlami <i>et Hassen</i> (2006)
H540	Tunisie		Fauchage	Khelil-Zoghlami <i>et Hassen</i> (2006)

1.3.5. Techniques de production :

1.3.5.1. Place dans la rotation :

Le Sulla est considéré comme une excellente tête d'assolement (Abdelguerfi et Abdelguerfi-Laouar, 2002). En Australie, le Sulla rentre dans une rotation courte avec les céréales (Croker *et Hackney*, 2008). Le rendement du Blé précédé par le Sulla peut atteindre 2.85 t/ha (Tab.11).

Tableau 11. Rendement du blé précédé par différentes légumineuses fourragères (t/ha).

Précédent cultural	Rendement (t/ha)
Sulla (1 ^{ère} année)	02,85
Sulla (2 ^{ème} année)	02,77
Trèfle	04,00
Jachère	02,00
Céréale	01,88

Source : (Salkini, 1987 *In Halila et al.*, 1988)

1.3.5.2. Installation

Le développement du Sulla, dépend étroitement des conditions de son installation. De fait que le Sulla soit délicat à semer et très sensible aux mauvaises herbes durant la levée, il doit être implanté sur un sol propre et bien travaillé. Une bonne implantation de Sulla est liée à l'état du lit de semence, à la qualité des semences utilisées, à l'état et le mode de semis (Abdelguerfi, 2001).

1.3.5.2.1. Travail du sol

La petitesse des grains du Sulla et les caractères du système racinaire, exigent une préparation convenable du sol, un labour de 20-25 cm est conseillé, ou de préférence un passage de chisel à 30-35 cm de profondeur. La préparation de lit de semences, est la même que celle du blé (Randia et Araba, 1986).

1.3.5.2.2. Le semis

Le Sulla se sème très tôt en automne, au juste après les premières pluies. Cela permet à la plante de se développer avant l'arrivée du froid hivernal, qui est redoutable pour les jeunes plants. Le semis se fait en lignes (espacées de 15-20 cm), à raison de 30-50 kg/ha pour les grains non décortiqués (en gousse) et 40-60 kg/ha pour les grains décortiqués. La profondeur du semis, est un facteur très important pour l'établissement de la culture (Croker et Hackney, 2008_a). Le semis s'effectue seul ou en association avec l'orge, l'avoine et la fétuque (Abdelguerfi et Abdelguerfi-Laouar, 2002).

1.3.5.3. La fertilisation

Le Sulla, nécessite une fertilisation phosphatée de 100 kg de P₂O₅/ha et dans le cas des sols pauvres en Potasse, 100 kg de K₂O. A la fin de la culture le Sulla laisse dans le sol 267 kg d'azote pur par ha, soit l'équivalent de 700 kg de nitrate d'ammonium intégré dans les membranes biologiques donc non lessivable (Lombardi et al., 2000).

1.3.5.4. Contrôle des mauvaises herbes

Les fauches successives du Sulla empêchent les mauvaises herbes de fleurir et de produire des semences, progressivement, les terres deviennent propres sans appel à des traitements herbicides (Lapeyronie, 1982).

1.3.5.5. Contrôle des maladies et parasites

Le Sulla apparaît plus tolérant aux aphides, et il n'est pas connu qu'il soit affecté par les maladies virales. Cependant, il est sensible au *Sclerotinia rolfsci* et *Rhizoctenia solané* et modérément sensible au *phytophthora medicagnis*. Dans les conditions sous serre, la variété italienne « Grimaldi » s'avère très sensible à l'oïdium (Louati-Namouchi et al., 2000_b).

1.3.6. Exploitation du Sulla

Le Sulla est très souple d'utilisation, non météorisant en vert, il peut être pâturé (Maxted *et* Bennett, 2001), ou distribué à l'auge, lorsque les tiges ne sont pas grossières. Il convient aussi pour la fenaison (Molle, 1980 ; Randia *et* Araba, 1986) et peut être ensilé plus facilement que les autres légumineuses fourragères.

1.3.7. Valeurs zootechniques

1.3.7.1. Composition chimique

Le Sulla est considéré comme un excellent fourrage, en raison de sa composition chimique. En effet, il contient du tannin condensé (métabolite secondaire) connu pour réduire la dégradation des protéines d'intestin chez les ruminants (Julier *et al.*, 2003). Les quantités de tanins, que contient le Sulla varient entre 30-70g/kg de MS (Hoskin *et al.*, 1999). Cette substance permet aussi l'augmentation de la lactation, la production de la laine et le poids vif des brebis (Engel, 2003). Le Sulla contient aussi des quantités importantes de carbohydrates solubles, qui permettent un meilleur ensilage que la luzerne (Borianni *et al.*, 2000).

1.3.7.2. Valeur nutritive

Comme d'autres légumineuses fourragères, la valeur nutritive du Sulla et sa digestibilité sont élevées (Randia *et* Araba., 1986). Il est très productif (600 UF/ha), riche en protéines brutes (26%), cendres (Martiniello *et al.*, 2000). En Australie, le Sulla peut produire plus de 10 tonnes de MS/ha en première année et plus de 20 tonnes de M.S en deuxième année. La digestibilité est de 80% environ (Croker *et* Hackney, 2008).

II. Etude expérimentale

2.1. Matériel et méthodes

2.1.1. Protocole expérimental

2.1.1.1. Objectif

Notre travail a pour objectif, l'évaluation de la variabilité phénologique et morphologique de vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.

2.1.1.2. Matériel végétal

Suite à une prospection réalisée par l'I.N.R.A.A. en 2008, de nombreuses populations de Sulla ont été collectées. Vingt neuf ont fait l'objet de la présente étude.

Tableau 12. Provenances de vingt neuf (29) populations Algériennes de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.

Population	Lieu dit	Pop.	Lieu dit	Population	Lieu dit	Pop.	Région
01/08 ²	Alger	10/08	Bejaia	18/08	Sétif	32/08	Guelma
02/08	Bejaia	11/08	Bejaia	23/08	Souk-Ahras	33/08	El-Tarf
03/08	Bejaia	12/08	Bejaia	24/08	Souk-Ahras	34/08	El-Tarf
04/08	Bejaia	13/08	Bejaia	25/08	Souk-Ahras	35/08	El-Tarf
05/08	Bejaia	14/08	Sétif	27/08	Souk-Ahras	36/08	El-Tarf
06/08	Bejaia	15/08	Sétif	29/08	Guelma		
08/08	Bejaia	16/08	Sétif	30/08	Guelma		
09/08	Bejaia	17/08	Sétif	31/08	Guelma		

2.1.1.3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est en Blocs aléatoires complets avec trois répétitions. Chaque bloc est représenté par 29 populations (30 individus par population). Pour chaque individu (plant) cinquante quatre (54) caractères se rapportant aux graines, gousses, inflorescences et plantes ont été pris en compte. Les populations sont espacées de 1m et les individus de 70 cm.

2.1.2. Présentation du site expérimental

L'essai a été installé à la station expérimentale (Mehdi Boualem : Baraki) de l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (I.N.R.A.A).

La commune de « Mehdi Boualem » est située au Nord- Est de la wilaya d'Alger, à une altitude de 18,5 m, une latitude de 36°,68' Nord et une longitude de 3°,11'E

² Les deux derniers chiffres représentent l'année de la prospection

2.1.2.1. Contexte climatique

Pour caractériser le climat de la région d'étude, nous nous sommes basés sur les données thermiques et pluviométriques de la période 1990/2008 (Tab.13).

Tableau 13. Données climatiques relatives à la station Mehdi Boualem durant la période 1990/2008 et l'année d'essai 2008/2009.

Mois	Précipitations (mm)		Températures (°C)			
	1990/2008	2008/2009	1990/2008		2008/2009	
			Maxima	minima	Maxima	minima
Novembre	99.60	138	29.8	1.7	19.9	10.00
Décembre	97.70	122	30.4	-0.4	16.00	07.00
Janvier	84.90	136	17.6	-1.2	16.10	08.10
Février	68.80	22	29.2	-0.7	16.80	06.20
Mars	56.00	48	35.5	1.0	19.00	08.20
Avril	54.10	76	31.2	1.1	20.10	16.20
Mai	39.00	18	39.2	0.0	26.50	15.60
Juin	09.70	01	41.5	2.1	29.90	19.00
Total	500.1	648	31.8	0.45	20.53	11.28

Source : Laboratoire de Bioclimatologie (I.N.R.A.A.)

Le diagramme ombrothermique de Gaussen sert plus particulièrement à mettre en évidence une éventuelle période de sécheresse biologique au niveau d'une localité (Lacoste et Salanon, 1999). D'après la figure 8, le climat de la région est caractérisé par une période sèche de cinq mois allant de Mai à Septembre, avec une quantité totale de pluies de 88.40 mm pour ces quatre mois. La figure 9 montre la comparaison des bilans pluviométriques de la période 1990 /2008 et de l'année d'étude 2008/2009.

2.1.1.1. Caractéristique pédologique de la parcelle

Dix huit (18) échantillons de sol, on été prélevés, le 19/10/2008 à 30 cm de profondeur. Les prélèvements ont été effectués en diagonale à travers toute la parcelle. Les analyses de sol ont été réalisés au laboratoire des sols de l'I.N.R.A.A (Tab.14). Le sol est de texture Argilo-Limoneuse, de pH basique (Issolah, 2007).

Tableau 14. Résultats des analyses du sol

Granulométrie			pH	C 0/00	N 0/00	M.O. %	C/N	P2O5 ppm	K2O meq/100g
Argiles	Limons	Sables							
49,81%	39,32%	8,97%	08,12	00,81	00,05	01,49	16,20	50,88	00,45

Source : (Laboratoire des sciences du sol de l'I.N.R.A.A. ; Issolah, 2007)

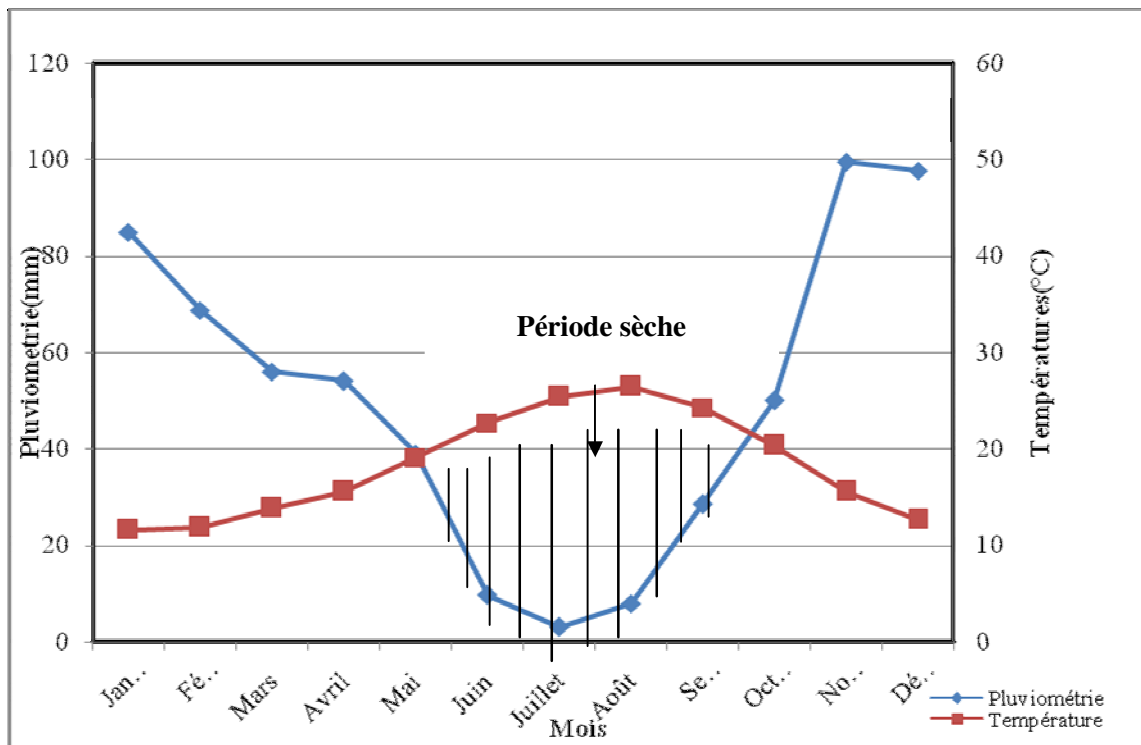


Figure 08 : Diagramme ombrothermique par la période 1990/2008.

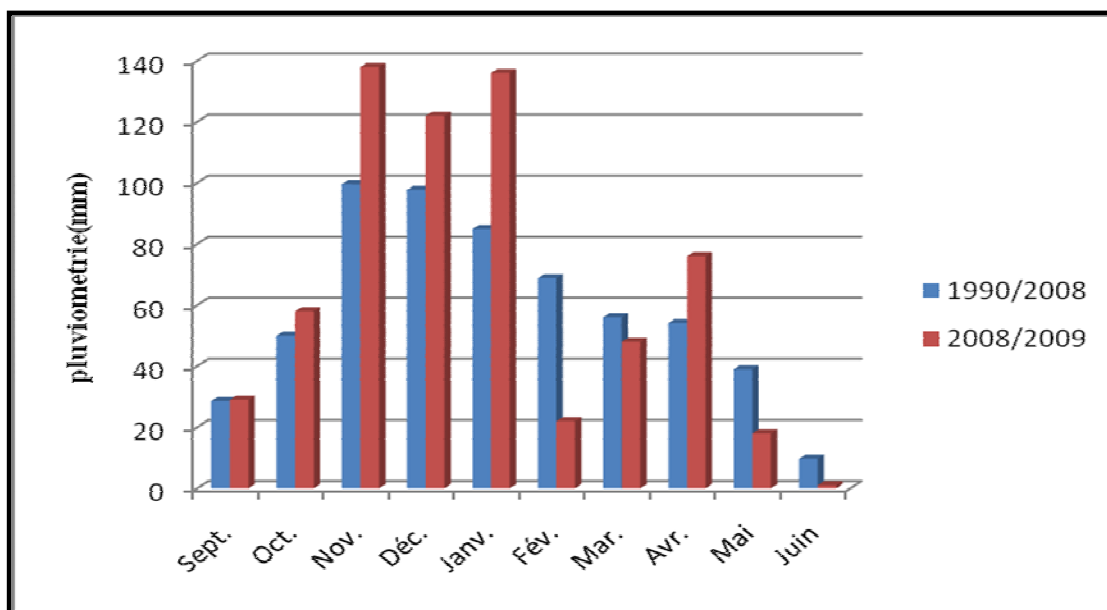


Figure 09 : Comparaison des bilans pluviométriques de la période 1990/2008 et de l'année d'étude 2008/2009.

Source : Laboratoire de Bioclimatologie (INRAA)

2.1.3. Conditions générales de la parcelle

2.1.3.1. Précédent cultural :

Le précédent cultural est une variété de blé dur.

2.1.3.2. Travail du sol :

Un labour à la charrue à disque a été réalisé au mois de juillet (2008), suivi d'un passage au cover crop au mois de septembre. Un dernier passage à la charrue à disque a été réalisé le 02/11/2008 en vue d'obtenir un lit de semence plus fine.

2.1.3.3. Semis :

Les graines ont subi le processus de scarification à l'aide d'un papier vert à cause du phénomène de dormance d'origine tégumentaire (Trawali *et al.*, 1995). Le semis a été effectué manuellement le 08/11/2008, à raison de quatre grains par poquet. Le démariage a été effectué au stade troisième feuille simple de manière à ne laisser qu'un plant par poquet.

2.1.3.4. Mauvaises herbes :

Un désherbage manuel et mécanique (motoculteur) a été effectué de façon régulière au fur et à mesure de l'apparition des mauvaises herbes (Fig.11).

2.1.3.5. Bio- agresseurs :

Dès la levée et au stade plantule, des symptômes apparaissent sur les tiges et les feuilles. Des attaques de pucerons noirs et d'autres ravageurs ont été remarqués sur un certain nombre de plantules (Fig.10 ; Fig.12). Cependant aucun traitement n'a été appliqué.

2.1.3.6. Irrigation :

De fortes précipitations ont été enregistrées cette saison (648 mm), par conséquent, aucune irrigation n'a été effectuée, y' compris en période sèche.

2.1.4. Caractères étudiés

Aux cours de notre travail, nous avons pris en compte des caractères liés à la phénologie, comportement et la biométrie de la plante, depuis la levée jusqu'à la sénescence.

2.1.4.1. Caractères liés au développement végétatif

Ces notations nous renseignent sur la capacité d'installation des populations.

Stade levé

Correspond à la date d'ouverture des cotylédons. Pour mieux apprécier la rapidité d'installation de l'appareil végétatif, nous avons noté la date d'apparition des trois premières feuilles simples, et les trois premières feuilles composées :

Stade première feuille simple

Stade deuxième feuille simple

Stade troisième feuille simple

Stade première feuille composée

Stade deuxième feuille composée

Stade troisième feuille composée

Trois autres stades du développement végétatif du *Sulla* ont été suivis. Ces stades ont été repérés par Borreani *et al.* (2003) :

Stade Rosette :

Ce stade est atteint quand la plante est sous forme d'une rosette (pas de tige, uniquement des feuilles).

Stade mi-végétatif

A ce stade la longueur des tiges est inférieure à 15 cm, et il y a absence de ramifications.

Stade végétatif tardif

Ce stade est déterminé, lorsque la longueur des tiges est supérieure à 15 cm et pas de formation de boutons floraux.

La longueur du limbe de la première feuille

La longueur du pétiole de la première feuille

La longueur totale de la première feuille

Ces trois dernières caractères ont été mesurés simultanément en date du 08/03/2009.

Développement en largeur :

Ce caractère est déterminé par la mesure du recouvrement en largeur. Deux mesures ont été effectués :

Développement hivernal : 21/03/2009

Développement printanier : 21/05/2009.

Développement en hauteur :

Simultanément, nous avons mesuré le développement en hauteur. Deux mesures ont été effectuées :

Développement hivernal : 21/03/2009.

Développement printanier : 21/05/2009.

La longueur du plus grand axe plagiotrope en fin de végétation :

Le plus grand axe plagiotrope a été mesuré sur chaque individu. Elle a été mesurée le 10/04/2009.

La longueur de l'axe qui porte la première inflorescence

Elle a été mesurée à des dates différentes selon la date d'apparition de la première inflorescence pour chaque individu.

Nombre de ramifications sur l'axe orthotrope

Ce caractère correspond au nombre de branches émises par l'axe orthotrope.

Nombre d'axes plagiotropes en fin de végétation

Chez *Hedysarum coronarium* L. les axes plagiotropes peuvent être au ras du sol (lorsque la tige principale est courte) ou à la base de l'axe orthotrope lorsque la tige principale est bien développée (Combes *et al.*, 1975).

Nombre des folioles des quatre dernières feuilles de l'axe orthotrope

Le nombre de folioles des feuilles est l'un des caractères qui permet, dans la systématique classique, de séparer les diverses espèces de genre *Hedysarum* (Combes *et al.*, 1975). Sur tous les individus des populations étudiés nous avons compté le nombre des folioles des quatre dernières feuilles, en date du 25/06/2009.

Nombre de feuilles sur l'axe orthotrope avant l'apparition de la première inflorescence

Nous avons procédé au comptage de nombre de feuille en fin de végétation, sur l'axe orthotrope.

Nombre de feuilles au niveau de l'axe qui porte la première inflorescence

Nous avons procédé au comptage des feuilles, sur l'axe qui porte la première inflorescence.

Nombre de ramifications sur axes plagiotropes

Il s'agit du nombre de branches latérales développées sur les axes plagiotropes.

Nombre de ramifications au niveau de l'axe qui porte la première inflorescence

C'est le nombre de ramifications latérales développées sur l'axe qui porte la première inflorescence.

Type de port

Ce caractère a été déterminé à la pleine floraison (15/06/2009). Il permet de déterminer le mode d'exploitation le plus approprié à chaque population (fauche au pâturage). Trois types de port ont été notés :

- **Type plagiotrope (P)** : Le développement des axes plagiotropes est dominants, prostré et recouvrent le sol.
- **Type semis-dressé (SD)** : Développement intermédiaire de l'axe principal.
- **Type orthotrope (D)** : L'axe orthotrope a un développement dressé.

2.1.4.2. Caractères liés à la floraison

Les notations liées à la floraison ont été effectuées régulièrement dès l'apparition de la première fleur.

Premier bouton floral

Ce caractère nous renseigne sur la précocité des populations. Il est noté lorsqu'il y a apparition du premier bouton floral au niveau de la plante.

Début floraison

Il correspond au moment où les fleurs situées au 2/3 de la base sont bien épanouies.

Pleine floraison

Ce stade est atteint lorsque nous obtenons un plant en fleurs. Cette estimation visuelle, nous renseigne sur l'optimum de la floraison de chaque population.

Fin floraison

Ce caractère correspond à un nombre de fleurs qui tend vers zéro. Il peut nous informer sur la fin du cycle reproducteur des populations.

Nombre de fleurs au niveau de l'axe qui porte la première inflorescence

Il s'agit du nombre de fleurs de la première inflorescence. Il nous renseigne sur le pouvoir de reproduction des plantes.

Nombre total d'inflorescences sur l'axe orthotrope

Étant donné le développement très important des plants, il a été impossible de compter le nombre d'inflorescences par plants, nous nous sommes limités de ce fait, au comptage du nombre d'inflorescences par axe orthotrope.

2.1.4.3. Caractères liés à la fructification

Les graines étant le symbole du maintien des espèces dans les différents systèmes écologiques, elle constitue le moyen par lequel les individus expriment leurs

potentialités. Une étude biométrique a été effectuée sur les infrutescences, les gousses et les grains. Pour chaque population 30 infrutescences ont été prises de façon aléatoire.

Apparition de la première gousse

Ce stade est déterminé lorsque la première gousse apparaît au niveau de chaque individu.

Pleine formation des gousses

Ce stade est atteint lorsque toutes les fleurs sont transformées en gousses.

Début de maturité

Un virement au marron de la couleur de la première gousse au niveau de l'individu est observé.

Fin maturité

Ce stade est atteint lorsque le changement de couleur au niveau de l'individu est généralisé.

Nombre moyen de gousses par infrutescence

Trente inflorescences de chaque population ont été choisies aléatoirement et compté le nombre de gousses sur chaque infrutescence.

Poids de 50 gousses

A partir de 30 infrutescences, nous avons pesé 50 gousses choisies aléatoirement.

La longueur moyenne d'une gousse

Cette mesure a été effectuée sur chaque gousse des 50 gousses prélevées précédemment sur les trente infrutescences.

Nombre moyen d'article par gousse

On a compté le nombre d'articles sur chaque gousse des 50 gousses prélevées précédemment sur les trente infrutescences.

Poids de 100 articles

A partir de 50 gousses, nous avons prélevé au hasard 100 articles et pesé leurs poids.

Nombre moyen de grains par gousse

Nous avons compté le nombre de grains que contient chaque gousse des 50 gousses prélevées précédemment sur les trente infrutescences.

Poids de mille grains

Ce poids a été déterminé pour chacune des populations.



Figure 13. Stades phénologiques du Sulla (*Hedysarum coronarium* L.).

a :Stade levée ; **b** :Stade première feuille simple ; **c** :Stade deuxième feuille simple ; **d** :Stade troisième feuille simple ; **e** : Stade première feuille composée ; **f** : Stade deuxième feuille composée ; **g** :Stade troisième feuille composée ; **h** :Stade rosette ; **i** :Stade mi-végétative ; **j** :Stade végétatif tardif ; **k** :Premier bouton floral ; **l** :Début floraison ; **m** :Pleine floraison ; **n** :fin floraison ; **o** :Première gousses ; **p** :Pleine formation des gousses ; **q** :Début dessèchement ; **r** :Fin dessèchement.

2.1.4.4. Caractères liés à la sénescence :**Début dessèchement:**

Correspond à la date d'apparition d'un jaunissement au niveau de l'individu ; ceci nous renseigne sur la sénescence des populations.

Dessèchement total :

Il correspond au stade où l'individu est entièrement desséché.

2.1.1.1. Caractères déduits :**Vitesse de croissance printanière en largeur :**

$$VCL = L2-L1/D$$

L2 : Largueur au 21/06/2009

L1 : Largueur au 21/03/2009

D : nombre de jours qui séparent les deux dates (60 jours)

Vitesse de croissance printanière en hauteur (10) :

$$VCH = H2-H1/D$$

H2 : Hauteur au 21/06/2009

H1 : Hauteur au 21/03/2009

D : nombre de jours qui séparent les deux dates (60 jours)

Nombre de ramifications secondaires :

C'est le nombre de ramifications latérales sur les axes plagiotropes, et les ramifications sur axe orthotrope.

Nombre total de toutes les ramifications :

C'est le nombre de ramifications secondaires, le nombre d'axes plagiotropes, et l'axe orthotrope.

Nombre moyen des folioles des 4 dernières feuilles sur l'axe orthotrope :

Il s'agit du nombre moyen des folioles par feuille et par individu, calculé à partir des quatre dernières feuilles de l'axe orthotrope.

Durée de floraison:

Il s'agit de nombre de jours qui sépare la fin floraison et le début de floraison.

Poids d'articles / Poids des gousses :

Le poids des 100 articles est divisé par le poids de 50 gousses de chaque population.

Nombre moyen de grains par infrutescence :

Il s'agit du nombre de grains par gousse multiplié par le nombre de gousses par infrutescence.

2.1.5. Analyses Statistiques

Afin d'interpréter les résultats obtenus, nous avons réalisé une analyse de la variance à deux critères de classification.

En cas d'effet significatif, les moyennes ont été comparées entre elles, par le test de p.p.d.s (au seuil de 5%).

Des paramètres statistiques ont été appliqués à certains caractères liés à la fructification (gousse ; grain) en vue de tester la différence entre les populations.

Notons que les facteurs écologiques (altitude, pluviométrie) du milieu d'origine des populations (ANRH, 1993) ont également été pris en considération lors des traitements statistiques (corrélations).

Les données obtenues ont également fait l'objet d'une analyse en composantes principales (ACP). D'après Letourmy (1999), cette analyse descriptive a pour but la représentation sous forme de graphiques ou le classement des données contenues dans des tableaux populations x variables, de manière à en résumer l'information.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide des logiciels suivant : Excel 2007, Gen Stat 2010 (Discovery Edition, version 03) et XI-STAT 2010 (version 6.1).

2.2 Résultats et Discussions :

Le Sulla (*Hedysarum coronarium* L.) présente dans la nature une germination automnale et une croissance végétative hivernale et printanière. La floraison débute au mois de Mars ; la fructification et la maturité durent tout le mois de Juin et le dessèchement des plants parvient au mois de Juillet.

2.2.1. Paramètres statistiques

Poids de mille grains :

Le poids moyen de mille grains chez *Hedysarum coronarium* est de 4,64 g (Annexe 02).

Le PMG le plus élevé a été constaté chez la population 23/08 (6,14 g) et le plus faible est observé chez la population 36/08 (3,39 g) (Tab.15).

A noter que, les populations 01/08 (Alger), 13/08 (Béjaia) et 30/08 (Guelma) présentent un poids de mille grain similaire (4,74 g).

Chez le genre *Hedysarum*, le poids de mille grains varie d'une espèce à une autre : les populations Algériennes d'*Hedysarum coronarium* présentent un PMG oscillant entre 4,3 g (Issolah, 2007) et 5,17 g (Djillali, 1993). Des résultats analogues ont été révélés par Sulas *et al.* (1999), chez deux cultivars Italiens (Grimaldi : 4,5 g et Sparacia : 5,1 g). Par ailleurs, Builitas (1995) a indiqué un poids de mille grains variant entre 4,02 g et 4,35 g. L'espèce *H.spinisissimum* possède un PMG variant entre 4,5 g et 5,1 g (Satta *et al.*, 2000).

Chez d'autres légumineuses fourragères, plus particulièrement le genre *Medicago*, Mefti (1993) indique un poids de mille grains chez *M.polymorpha* oscillant entre 2,6 g et 6,4 g. Chez *M.truncatula* le poids varie 2,0 g et 5,4 g. Maameri (1989), révèle chez la même espèce un PMG de 2,6 à 7,6 g. *M.scutellata* renferme les grains les plus lourds, variant entre 16,1 g et 21,7 g (Oumata, 1994).

chez le genre *Scorupirus*, particulièrement chez les espèces *S.muricatus* et *S.sculcatus*, le PMG le plus faible est de 5 g (M'hammedi-Bouzina, 1989 ; Molle *et al.*, 2009). Chez le genre *Trifolium* (*T. stellatum* et *T. squarrosus*) le poids de milles grains varie entre 3,66g et 6,2g respectivement (Younes, 1990 ; Ait Aissa, 1993).

Tableau 15. Variation du poids de mille grains des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.

Populations	PMG (g)	Populations	PMG (g)
23/08	6,14	13/08	4,74
18/08	5,83	29/08	4,46
27/08	5,76	05/08	4,42
24/08	5,49	04/08	4,37
14/08	5,42	34/08	4,18
17/08	5,37	06/08	4,05
25/08	5,30	02/08	4,02
15/08	5,09	08/08	4,01
03/08	4,95	35/08	3,99
32/08	4,94	11/08	3,85
09/08	4,86	33/08	3,81
16/08	4,80	10/08	3,60
31/08	4,76	12/08	3,55
01/08	4,74	36/08	3,39
30/08	4,74	Espèce	4,64

Nombre moyen de grains par infrutescence :

La population 03/08 (Bejaia) produit le nombre de grains par infrutescence le plus élevé (107,91) suivie par la population 36/08 (El-Tarf) avec une moyenne de 106,37. La moyenne de l'espèce est de 78,59 (Annexe 02).

Les populations qui produisent le nombre de grains par infrutescence le plus faible sont celles de Bejaia (13/08) et de Souk-Ahras (29/08) avec respectivement 54,05 et 55,77, les autres populations renferment des valeurs intermédiaires (Tab.16).

Tableau 16. Variation du nombre moyen de grains par infrutescence des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.

Populations	Moyennes	Populations	Moyennes
03/08	107,91	17/08	77,32
36/08	106,37	05/08	76,09
30/08	96,66	27/08	75,12
23/08	88,23	16/08	74,82
31/08	87,67	35/08	74,67
32/08	86,13	09/08	74,36
11/08	85,19	10/08	73,26
04/08	83,95	14/08	72,90
34/08	83,09	25/08	68,78
33/08	81,85	08/08	68,25
02/08	81,70	18/08	64,65
01/08	80,45	12/08	63,18
24/08	79,14	29/08	55,77
15/08	79,10	13/08	54,05
06/08	78,36	Espèce	78,59

Poids de 50 gousses, poids de 100 articles et le rapport poids des articles / poids des gousses

Nous remarquons que les populations 35/08 (El-Tarf) et 17/08 (Sétif) présentent les gousses les plus lourdes (3,09 g) et la population 29/08 (Guelma) est caractérisée par les gousses les plus légères (1,64 g). Les autres populations ont des valeurs intermédiaires (Tab.17).

La population 23/08 (Souk-Ahras) présente un poids de 100 articles relativement supérieur à celui des autres populations avec une moyenne de 2,30 g. Par ailleurs, la population 29/08 (Guelma) présente les articles les plus légers (1,34 g). Néanmoins, Abdelguerfi-Berrekia (1985) signale un poids de 100 articles variant entre 0,75 et 1,70 g chez *Hedysarum coronarium* L.

Le rapport poids d'articles sur poids des gousses est variable chez les populations ; il est plus élevé chez la population 16/08 (1,07) alors que, la population 35/08 (El-Tarf) présente le rapport le plus faible 0,56.

Tableau 17. Variation du poids de 50 gousses, poids de 100 articles et du rapport poids d'articles sur poids des gousses des 29 populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.

Pop.	PDG (g)	PAT (g)	RPP	Pop.	PDG (g)	PAT (g)	RPP
13/08	1,68	1,63	0,97	11/08	2,30	1,61	0,70
24/08	2,25	1,56	0,69	34/08	2,62	1,84	0,70
03/08	1,96	1,52	0,77	15/08	2,46	1,88	0,76
08/08	2,24	1,87	0,83	01/08	2,13	1,63	0,76
31/08	1,75	1,63	0,93	27/08	2,37	1,57	0,66
10/08	2,36	1,77	0,75	25/08	1,65	1,41	0,85
18/08	2,93	1,99	0,67	12/08	2,32	1,80	0,77
06/08	2,12	1,59	0,75	09/08	1,89	1,50	0,79
02/08	2,34	1,92	0,82	05/08	2,26	1,73	0,76
23/08	2,78	2,30	0,82	30/08	2,03	1,54	0,75
14/08	2,55	1,86	0,72	16/08	1,85	1,98	1,07
32/08	2,30	1,79	0,77	35/08	3,09	1,75	0,56
04/08	2,03	1,60	0,78	17/08	3,09	1,46	0,76
33/08	2,57	1,84	0,71	29/08	1,64	1,34	0,81
36/08	1,84	1,47	0,79	Espèce	2,21	1,70	1,30

Conclusion

A travers ces résultats il nous a été possible de tirer certaines conclusions relatives au comportement des populations sur la base des gousses et des grains. En effet, la majorité des populations issues des régions de Souk-Ahras et Béjaïa sont

caractérisées par des valeurs élevés en ce qui concerne le poids de mille grains, le poids de 50 gousses, le poids de 100 articles et le nombre moyen de grains par infrutescence. Alors que, la plupart des populations qui présentent des faibles valeurs pour ces caractères sont originaire de Sétif et El-Tarf.

Signalons enfin que la population 18/08 (Sétif) présente le poids de mille grains, le poids de 50 gousses et le poids des articles le plus élevé, mais présente un rapport poids de 100 articles sur poids de 50 gousses faible.

2.2.2. Analyse de variance

L'analyse de la variance a mis en évidence des effets significatifs pour les caractères suivants: Stade levé, stade deuxième feuille simple, stade troisième feuille simple, développement hivernal en largeur, développement printanière en largeur, nombre moyen de gousse par infrutescence, nombre moyen d'article par gousse, le nombre moyen de grain par gousse et la longueur moyenne d'une gousse (Tab.18). Le classement des populations par le test de p.p.d.s a mis en relief des groupes de populations.

Stade levé :

L'analyse de la variance fait ressortir un effet hautement significatif pour ce caractère ($p < 0,05$). Ainsi le test p.p.d.s classe les populations en 14 groupes, dont deux qui se distinguent (A et H) et les autres qui se chevauchent (Tab.19)

Le nombre de jours nécessaires pour la levée de l'espèce varient entre 11,21 jours et 15,21 jours avec une moyenne de 12,68 jours (Tab.15). A ce propos, Issolah (2007), a signalé que la date de levée varie entre 14,62 jours et 19,84 jours chez la même espèce avec une moyenne de 17,72 jours.

La population 09/08 (Bejaia) appartenant au premier groupe manifeste une capacité d'installation lente (13,85 jours après le semis), par contre, la population 18/08 (Sétif) appartenant au dernier groupe présente une capacité d'installation rapide (11,72 jours). Les autres groupes ont des valeurs intermédiaires.

Tableau 18. Synthèse des résultats de l'analyse de la variance des vingt neuf (29) populations Algériennes de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.

N°	Caractères	Min.	Max.	Moy.	F observé	Prob.	C.V.	E.T.	Signification
01	LEV jours	11,21	15,21	12,68	02,11	0,009	05,1	00,65	HS
02	PFS jours	21,00	23,56	21,73	01,58	0,074	02,5	00,54	NS
03	DFS jours	39,79	51,96	45,84	03,86	<,001	02,9	01,33	THS
04	TFS jours	55,23	86,43	69,08	02,96	<,001	05,7	03,94	THS
05	PFC jours	66,77	131,9	93,44	01,58	0,074	09,7	09,06	NS
06	DFC jours	75,72	141,5	108,4	01,26	0,227	00,8	00,87	NS
07	TFC jours	86,90	149,7	119,5	01,20	0,272	07,2	08,60	NS
08	ROS jours	100,3	159,6	132,3	01,43	0,126	05,6	07,41	NS
09	MVG jours	115,7	166,1	142,9	01,17	0,195	09,8	14,00	NS
10	FVG jours	125,1	176,3	152,1	01,17	0,299	04,1	06,24	NS
11	BFL jours	133,0	187,2	161,0	01,12	0,355	04,1	06,60	NS
12	DFL jours	154,6	192,7	171,8	01,04	0,437	03,1	05,33	NS
13	PFL jours	167,8	205,3	181,6	00,98	0,508	03,2	05,81	NS
14	FFL jours	180,5	222,1	194,1	00,88	0,638	03,4	06,60	NS
15	DFO jours	14,79	31,14	22,27	00,98	0,507	14,4	03,21	NS
16	PGS jours	165,2	205,0	179,9	00,98	0,516	02,8	05,04	NS
17	FGS jours	191,0	223,0	201,6	01,00	0,485	02,3	04,64	NS
18	DMT jours	175,0	215,0	187,0	01,22	0,257	02,5	04,68	NS
19	FMT jours	187,0	224,9	198,7	00,90	0,609	02,4	04,77	NS
20	DDS jours	191,0	224,2	203,2	00,82	0,706	02,9	05,89	NS
21	FDS jours	203,5	233,1	213,9	01,26	0,224	02,8	06,52	NS
22	DHL cm	27,54	149,3	80,41	01,77	0,035	18,4	14,80	S
23	DPL cm	69,62	234,1	161,3	01,72	0,043	11,6	18,71	S
24	VCL cm/j	00,70	01,70	1,349	01,03	0,454	11,5	00,16	NS
25	DPH cm	09,90	51,58	21,97	01,39	0,144	22,2	04,84	NS
26	DHH cm	02,11	12,14	05,56	01,17	0,307	33,7	01,87	NS
27	VCH cm/j	00,12	00,81	00,27	01,11	0,361	42,3	00,11	NS
28	LGP cm	121,9	179,6	159,1	01,06	0,410	06,3	10,02	NS
29	NAP	08,70	17,53	13,13	01,53	0,087	14,3	01,88	NS
30	NRP	16,55	44,43	28,13	00,82	0,709	18,0	05,06	NS
31	NRS	16,55	44,86	28,49	00,88	0,636	17,9	05,10	NS
32	NTR	29,23	62,14	42,83	01,25	0,234	12,6	05,40	NS
33	NFI	12,59	56,66	33,52	00,57	0,944	23,6	07,91	NS
34	NRI	02,25	6,545	04,59	00,64	0,901	24,7	01,13	NS
35	NFF	11,04	46,53	22,69	00,94	0,563	25,7	05,83	NS
36	LAI cm	41,42	73,08	55,23	01,35	0,166	09,7	05,36	NS
37	LTF cm	10,40	19,83	15,07	00,73	0,820	13,8	02,08	NS
38	LLF cm	05,45	14,37	09,95	00,79	0,753	18,3	01,82	NS
39	LPF cm	06,95	15,62	11,82	00,66	0,881	16,0	01,89	NS
40	NFO	00,00	21,11	02,20	00,75	0,800	190,3	04,18	NS
41	NMF	00,00	05,34	00,69	00,66	0,880	152,3	01,05	NS
42	NIO	00,00	16,47	01,69	00,69	0,852	175,0	02,95	NS
43	NRO	00,00	02,56	00,31	00,86	0,659	157,1	00,48	NS
44	SFO	00,00	21,37	02,77	00,67	0,878	153,0	04,23	NS
45	ARG	02,34	08,38	02,86	06,92	<0,001	24,55	00,70	THS
46	LMG cm	01,05	01,76	01,32	09,65	<0,001	27,56	00,36	THS
47	NGG	02,20	03,24	02,73	06,84	<0,001	27,14	00,74	THS
48	NGS	23,43	38,26	28,70	03,88	<0,001	30,92	08,87	THS

Les populations 09/08 et 04/08 (Bejaïa) ont les valeurs maximales les plus élevées, avec respectivement : 15,21 jours et 14,86 jours. Tandis que, la population 16/08 (Sétif) à la valeur minimale la plus faible (11,20 jours).

A noté que des populations de même origine géographique s'associés dans un même groupe, cas des populations : 13/08 ; 11/08 (Bejaïa) ,15/08 ; 14/08 (Sétif) et 31/08 ; 30/08 (Guelma). De même des populations de provenances géographique différents : 06/08 (Bejaïa) ; 14/08 (Sétif) et 24/08 (Souk-Ahras) manifestent une date de levée homogène (12,56 jours).

La variation de la date de levée peut être liée aux caractéristiques des graines, des nombreuses légumineuses possédant des grains durs, parmi lesquelles les espèces du genre *Hedysarum* (Sulla *et al.*, 2000).

Chez d'autres légumineuses fourragères, la levée varie d'un genre à un autre et d'une espèce à une autre. Chez le genre *Medicago*, particulièrement l'espèce *M.ciliaris* installées à El- Harrach, les nombres de jours de levée étaient respectivement de 25 jours et 28 jours (Laouar, 1998), alors que, chez *M.aculeata* (4 populations) la levée varie entre 32,5 et 47,5 jours (Meziani *et al.*, 2006). Chez le genre *Trifolium* (trois populations de *T.stellatum*), la levée a eu lieu 10 jours à 12 jours après le semis (Khaber, 1992).

Tableau 19. Variation de la date de levée des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium L.*

Populations	Min.	Max.	Moy. (jours)	•cart type	Groupes homogènes
09/08	13,22	15,21	13,85	1,18	A
04/08	13,17	14,86	13,76	0,95	AB
05/08	12,56	14,45	13,59	0,96	ABC
10/08	13,05	13,87	13,45	0,41	ABCD
02/08	11,97	14,13	13,32	1,18	ABCDE
12/08	11,64	14,42	13,14	1,40	ABCDEF
36/08	12,31	13,56	13,14	0,71	ABCDEF
01/08	12,81	13,22	13,02	0,20	ABCDEF
13/08	12,45	13,41	12,88	0,48	ABCDEFG
11/08	12,03	13,44	12,86	0,73	ABCDEFG
32/08	12,35	13,06	12,72	0,35	BCDEFGH
29/08	11,56	13,32	12,60	0,92	CDEFGH
15/08	11,60	13,93	12,57	1,21	CDEFGH
06/08	12,00	13,11	12,56	0,55	CDEFGH
14/08	11,46	13,25	12,56	0,96	CDEFGH
24/08	12,36	12,75	12,56	0,19	CDEFGH

Tableau 19 (suite). Variation de la date de levée des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium L.*

Populations	Min.	Max.	Moy. (jours)	•cart type	Groupes homogènes
03/08	12,17	12,73	12,49	0,29	DEFGH
34/08	11,78	12,90	12,46	0,60	DEFGH
33/08	12,04	12,94	12,44	0,45	DEFGH
16/08	11,20	13,70	12,37	1,25	EFGH
25/08	11,60	12,81	12,34	0,65	EFGH
17/08	12,11	12,63	12,33	0,26	EFGH
35/08	11,72	12,58	12,22	0,44	FGH
08/08	11,86	12,70	12,22	0,43	FGH
31/08	11,60	12,92	12,21	0,66	FGH
30/08	11,53	13,16	12,15	0,88	FGH
27/08	11,93	12,27	12,09	0,17	FGH
23/08	11,76	12,10	11,88	0,18	GH
18/08	11,43	12,06	11,72	0,32	H

↳ **Stade deuxième feuille simple :**

Ce caractère est très hautement significatif ($p < 0,001$). Ainsi suite au test de p.p.d.s (5%), les populations étudiées sont scindés en 17 groupes, dont deux qui se distinguent et les autres qui se chevauchent. Les moyennes obtenues pour chaque population sont reportées dans le tableau 20.

Les populations 18/08, 16/08 et 17/08 (Sétif), sont les premières à atteindre le stade deuxième feuille simple avec respectivement : 42,92, 43,45 et 43,65 jours. Par contre, les populations les plus tardives à avoir achevé ce stade sont celles de Bejaia (08/08 et 11/08), avec respectivement : 47,80 et 48,61 jours. Le stade deuxième feuille simple pour l'ensemble de l'espèce varie entre 39,79 jours à 51,96 jours. La moyenne de l'espèce est de 45,84 jours (Tab.18). A noter que la population 16/08 (Sétif) présente la valeur minimale la plus faible (36,76 jours) et la population 11/08 (Bejaïa) la valeur maximale la plus élevée (51,69 jours) (Tab.20).

Tableau 20. Variation du stade deuxième feuille simple des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.

Populations	Min.	Max.	Moy. (jours)	•cart type	Groupes homogènes
11/08	44,39	51,69	48,61	3,86	A
08/08	46,00	49,77	47,80	1,89	AB
36/08	46,44	48,62	47,65	1,11	AB
10/08	47,38	48,00	47,61	0,34	AB
05/08	46,81	48,38	47,58	0,79	ABC
34/08	45,85	49,18	47,37	1,68	ABC
12/08	45,21	49,17	47,35	2,00	ABC
06/08	45,95	49,65	47,25	2,08	ABCD
09/08	45,03	47,96	46,93	1,65	ABCDE
30/08	45,88	47,04	46,58	0,61	ABCDEF
33/08	45,16	48,00	46,49	1,43	ABCDEFG
29/08	43,87	48,43	46,48	2,36	ABCDEFG
02/08	43,30	48,96	46,43	2,88	BCDEFG
32/08	44,14	48,43	45,95	2,22	BCDEFGH
04/08	44,90	47,76	45,93	1,59	BCDEFGH
01/08	43,85	47,19	45,67	1,69	BCDEFGHI
03/08	44,30	46,52	45,44	1,11	CDEFGHIJ
31/08	42,27	47,42	45,18	2,65	DEFGHIJ
35/08	44,62	46,12	45,16	0,83	DEFGHIJ
13/08	44,79	35,38	44,99	0,33	EFGHIJK
24/08	42,43	46,10	44,84	2,09	EFGHIJK
27/08	43,38	45,55	44,62	1,12	FGHIJK
25/08	41,73	46,19	44,55	2,45	FGHIJK
14/08	41,53	46,19	44,39	2,50	GHIJK
15/08	41,90	46,53	44,24	2,37	HIJK
23/08	42,07	45,13	44,11	1,77	HIJK
17/08	41,03	45,15	43,65	2,28	IJK
16/08	36,76	46,37	43,45	3,35	JK
18/08	41,40	44,13	42,92	1,39	K

Stade troisième feuille simple :

D'après les résultats de l'analyse de la variance, il y a un effet population très hautement significatif ($p < 0,001$). Le test p.p.d.s a permis de distinguer 9 groupes. Les moyennes obtenues pour chaque population figurent dans le tableau 21.

Les valeurs pour l'ensemble de l'espèce varient entre 55,23 jours et 86,43 jours avec une moyenne de 69,08 jours (Tab.18). La population 18/08 (Sétif) est la première à développer la troisième feuille simple (61,47 jours), suivie de la population 23/08 (Souk-Ahras) avec 62,55 jours. Cependant, les populations 10/08 ; 05/08 ; 12/08 et 11/08 originaire de la région de Bejaia, sont les dernières à atteindre ce stade avec respectivement : 76,71 ; 74,78 ; 74,50 et 73,94 jours. Les populations des autres groupes renferment des valeurs intermédiaires. La population 15/08 (Sétif) a la valeur minimale la plus faible (55,23

jours), alors que, la population 10/08 (Bejaia) présente la valeur maximale la plus élevée (86,43 jours).

Tableau 21. Variation du stade troisième feuille simple des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.

Populations	Min.	Max.	Moy. (jours)	•cart type	Groupes homogènes
10/08	69,67	86,43	76,71	08,69	A
05/08	71,57	77,31	74,78	02,93	AB
12/08	61,71	84,17	74,50	11,55	AB
11/08	62,39	80,76	73,94	10,06	AB
01/08	62,81	78,63	72,57	08,53	ABC
36/08	67,56	79,41	72,46	06,19	ABC
02/08	60,10	78,61	72,16	10,46	ABC
04/08	61,79	79,86	72,08	09,29	ABC
34/08	62,63	81,64	71,82	09,52	ABC
06/08	63,00	75,75	71,39	07,27	ABC
30/08	63,96	75,27	70,81	06,02	ABCD
29/08	60,20	79,71	70,46	09,80	ABCD
08/08	64,77	77,17	70,03	06,41	BCDE
25/08	58,10	77,81	69,67	10,29	BCDE
27/08	66,86	73,34	69,52	03,39	BCDE
09/08	61,97	77,82	69,27	08,00	BCDE
33/08	60,92	76,88	69,22	08,00	BCDE
32/08	61,39	76,93	67,46	08,31	CDEF
24/08	58,83	73,77	67,41	07,71	CDEF
31/08	57,80	71,48	66,88	07,87	CDEF
14/08	57,97	71,48	66,76	07,62	CDEF
35/08	61,79	70,50	66,30	04,36	CDEF
13/08	59,97	70,32	66,12	05,45	CDEF
16/08	56,45	69,07	64,83	07,27	DEF
03/08	59,27	70,90	64,67	05,86	DEF
15/08	55,23	69,78	63,71	07,57	EF
17/08	57,23	67,92	63,66	05,67	EF
23/08	56,57	65,63	62,55	05,19	F
18/08	59,87	63,93	61,47	02,16	F

Développement hivernal en largeur :

L'analyse de la variance a montré que ce caractère est significatif, Huit (08) groupes sont constitués dont deux se distinguent nettement (Tab.22).

La largeur initiale à la sortie de l'hiver (21/03/2009) pour l'ensemble des populations varie entre 27,54 cm et 149,3 cm avec une moyenne de 80,41 cm (Tab.18).

La population 03/08 (Bejaia) s'est distinguée des autres populations par son développement initial en largeur très important (111,16 cm), ainsi que, les populations 23/08 (Souk-Ahras) et 35/08 (El-Tarf) qui manifestent aussi un recouvrement du sol assez appréciable (93,04 cm et 92,88 cm, respectivement).

Le plus faible recouvrement végétal a été noté chez la population 10/08 (Bejaia), avec 59,22 cm. Cette population manifeste aussi la largeur minimale la plus faible (27,54 cm). Toutefois, la largeur maximale la plus élevée est enregistré chez la population 31/08 (Guelma) avec 149,3 cm.

Chez quatorze (14) populations d'*Hedysarum coronarium* Issolah (2007), a signalé un développement hivernal en largeur variant entre 8,48 cm et 18,73 cm. Cependant, chez la même espèce (20 populations), Djilali (1993) a observé une largeur initiale de l'ordre de 43,87 cm. D'autre part, Issolah et Yahiaoui (2008), ont estimé le développement initial en largeur de 20 populations de l'espèce *Hedysarum coronarium*, variant entre 81,33 à 209,25 cm. Alors que, Abdelguerfi -Berrekia (1985) signale un recouvrement hivernal initial entre 175 cm et 220 cm chez la même espèce.

Chez d'autres espèces du genre *Hedysarum*, le recouvrement végétal hivernal est variable. Ainsi, *Hedysarum spinosissimum* présente un développement hivernal en largeur assez moyenne variant entre 115 cm et 130 cm. De même que, *Hedysarum carnosum* avec une largeur qui varie entre 65 cm et 120 cm. Par contre, *Hedysarum aculeotum* et *Hedysarum glomeratum* présentent des valeurs importantes variant entre 160-185 cm et 120-200 cm respectivement (Abdelguerfi-Berrekia, 1985).

Tableau 22. Variation du développement hivernal en largeur des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.

Populations	Min.	Max.	Moy. (cm)	•cart type	Groupes homogènes
03/08	57,00	145,9	111,16	47,50	A
23/08	48,90	125,4	93,04	39,60	AB
35/08	66,30	112,3	92,88	23,90	AB
33/08	44,70	128,4	91,26	42,70	ABC
31/08	58,50	149,3	90,54	51,0	ABC
06/08	54,70	111,9	89,87	30,80	ABC
30/08	57,00	145,9	88,74	47,50	ABC
25/08	68,00	114,2	88,61	23,50	ABC
01/08	43,00	130,0	88,15	43,60	ABC
16/08	50,50	130,2	87,79	40,10	ABC
29/08	51,10	120,1	83,75	34,60	BCD
32/08	60,40	111,5	83,69	25,90	BCD
17/08	40,80	134,7	83,21	47,60	BCDE
34/08	54,30	116,2	82,55	31,30	BCDE
04/08	36,50	101,8	79,53	37,30	BCDE
27/08	46,70	145,9	79,06	28,50	BCDE
14/08	59,80	100,4	78,03	30,50	BCDE
24/08	52,40	113,3	76,59	20,90	BCDE
02/08	55,50	89,30	76,39	26,90	BCDE
12/08	39,70	106,7	75,68	39,30	BCDE
15/08	48,10	117,7	74,53	24,40	BCDE
13/08	53,20	96,00	74,02	28,00	BCDE

Tableau 22(Suite). Variation du développement hivernal en largeur des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.

Populations	Min.	Max.	Moy. (cm)	•cart type	Groupes homogènes
36/08	44,61	105,9	72,88	43,34	BCDE
18/08	51,41	122,7	72,37	24,14	BCDE
05/08	47,28	98,77	69,79	25,39	BCDE
09/08	38,13	97,31	67,19	33,69	CDE
11/08	36,05	104,1	61,57	22,79	DE
08/08	37,19	79,89	59,90	19,89	DE
10/08	27,54	74,24	59,22	27,87	E

Développement printanier en largeur :

L'analyse de variance a indiqué que ce caractère est significatif ($p < 0,05$). Treize (13) groupes sont observés. Le premier et le dernière se sont distingués. Les autres se chevauchent. La largeur atteinte au 21/05/2009 est souvent appréciable pour toutes les populations (entre 69,62 cm et 234,10 cm, en moyenne 161,30 cm (Tab.18)). Certaines d'entre elles expriment des valeurs très intéressantes (certains individus présentent un recouvrement du sol supérieur à 3 m).

Les deux populations 03/08 et 10/08 (Bejaia) présentent le recouvrement végétatif printanier le plus important et le plus faible recouvrement avec respectivement : 192,65 et 129,98 cm. Les autres groupes présentent des valeurs intermédiaires (Tab.20). Notons que, la population 31/08 (Guelma) a la valeur maximale la plus élevés (234,10 cm) et la population 10/08 (Bejaia), la valeur minimale la plus faible (69,62 cm). Chez la même espèce Issolah (2007), affirme que le développement printanier en largeur varie entre 28,44 et 80,10 cm. Toutefois, un développement très appréciable en largeur a été repéré par Issolah et Yahiaoui (2008), celui-ci il variant entre 120,2 cm-229 cm. Des résultats presque semblables (175-220 cm) ont été avancés par Abdelguerfi-Berrekia (1985).

Chez d'autres légumineuses fourragères, plus particulièrement le genre *Medicago* (*M.ciliaris* et *M.intertexta*), le développement en largeur est de l'ordre de 125 cm et 152 cm pour les deux espèces respectivement (Laouar et Abdelguerfi, 2000).

Tableau 23. Variation du développement printanier en largeur des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.

Populations	Min.	Max.	Moy. (cm)	•cart type	Groupes homogènes
03/08	134,1	228,3	192,6	51,1	A
35/08	149,6	205,2	178,9	27,9	AB
30/08	156,3	203,2	178,5	23,5	AB
23/08	127,8	206,7	175,6	42,0	ABC
25/08	149,1	206,0	174,9	29,1	ABC
06/08	136,3	195,4	174,0	32,7	ABC
34/08	136,8	204,6	171,9	33,9	ABCD
33/08	108,8	217,1	170,5	55,8	ABCD
16/08	126,4	207,7	169,9	40,9	ABCD
31/08	134,8	234,1	169,0	56,3	ABCD
32/08	144,3	199,4	167,3	28,6	ABCDE
13/08	138,8	208,2	165,9	37,0	ABCDEF
14/08	143,6	209,4	165,7	37,8	ABCDEF
17/08	96,5	216,3	161,0	60,4	BCDEF
01/08	96,9	222,5	160,7	62,8	BCDEF
15/08	135,4	174,2	160,3	135,4	BCDEFG
27/08	110,7	191,0	159,5	110,7	BCDEFG
04/08	97,5	196,2	159,3	97,5	BCDEFG
29/08	114,2	196,8	158,6	114,2	BCDEFG
02/08	132,6	188,6	158,5	132,6	BCDEFG
18/08	135,0	180,3	156,2	135,0	BCDEFG
24/08	112,1	179,3	155,3	112,1	BCDEFG
12/08	104,6	205,1	154,0	104,6	BCDEFG
05/08	124,5	181,7	149,3	124,5	BCDEFG
36/08	98,00	209,6	145,0	98,00	CDEFG
09/08	87,70	184,9	141,4	87,70	DEFG
08/08	120,7	152,6	138,0	120,7	EFG
11/08	104,7	163,9	136,3	104,7	FG
10/08	69,60	166,5	129,9	69,60	G

La longueur moyenne d'une gousse :

L'analyse de variance a révélé un effet hautement significatif ($p < 0,01$). Le test p.p.d.s a permis de mettre en relief 16 groupes de populations (Tab.24). Les valeurs moyennes, minimales et maximales de l'espèce sont respectivement : 1,33 cm, 0,20 cm et 3,00 cm (Tab.18).

La population 35/08 (El-Tarf) présente les gousses les plus longues. La longueur varie de 0,9 à 3,0 cm avec une moyenne de 1,76 cm. Par contre, la population 24/08 (Souk-Ahras) présente les gousses les plus petites avec une longueur variant entre 0,5 et 1,8 cm (de simple a plus de triple). Les autres populations sont caractérisées par des valeurs intermédiaires (Tab.24).

Tableau 24. Variation de la longueur des gousses des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.

Populations	Min.	Max.	Moy. (cm)	•cart type	Groupes homogènes
35/08	00,90	03,00	01,76	00,36	A
27/08	00,60	02,20	01,54	00,33	B
11/08	00,60	02,30	01,53	00,40	B
18/08	00,70	02,50	01,52	00,41	BC
15/08	00,90	02,00	01,52	00,28	BC
10/08	00,40	02,50	01,51	00,39	BC
33/08	00,70	02,10	01,47	00,33	BCD
05/08	00,30	02,20	01,44	00,33	BCDE
25/08	00,60	02,20	01,38	00,39	CDEF
34/08	00,40	02,10	01,38	00,43	CDEF
09/08	00,70	02,20	01,35	00,35	DEFG
30/08	00,30	02,00	01,34	00,25	DEFG
31/08	00,70	02,20	01,34	00,32	DEFG
32/08	00,90	02,10	01,34	00,37	DEFG
08/08	00,30	01,90	01,32	00,33	EFG
17/08	00,60	00,60	01,30	00,33	EFGH
14/08	00,40	00,40	01,30	00,39	EFGH
12/08	00,30	00,30	01,28	00,39	FGHI
06/08	00,40	00,40	01,25	00,38	FGHIJ
16/08	00,60	00,60	01,23	00,37	GHIJ
29/08	00,60	00,60	01,22	00,41	GHIJ
02/08	00,30	00,30	01,22	00,42	GHIJ
01/08	00,50	00,50	01,21	00,38	GHIJ
36/08	00,40	00,40	01,17	00,36	HIJK
23/08	00,60	00,60	01,17	00,41	HIJK
03/08	00,60	00,60	01,15	00,30	IJK
13/08	00,20	00,20	01,12	00,43	JK
04/08	00,50	00,50	01,10	00,28	JK
24/08	00,50	00,50	01,05	00,29	K

Nombre moyen de gousses par infrutescence :

L'analyse de variance a mis en évidence un effet populations très hautement significatif concernant ce caractère (Tab.25). Le test de p.p.d.s a scindé les populations en 16 groupes. Le nombre moyen de gousses pour l'ensemble de l'espèce varie entre 07 et 78 avec une moyenne de 28,59 (Tab.18). Le nombre de gousses le plus élevé est obtenu chez la population 03/08. Il varie en effet, de 16 à 78 avec une moyenne de 38,26. Par contre, le nombre de gousse le plus faible est enregistré chez la population 04/08, il varie entre 12 et 48 avec une moyenne de 23,43. Les populations 06/08 ; 29/08 et 15/08 ; 33/08 présentent le même nombre de gousses par infrutescence avec respectivement 28,60 et 27,46. Chez l'espèce *H.coronarium*, Buillitta *et al.*, (1995), ont

indiqué un nombre de gousses par inflorescence allant de 28 à 37 en première année de la culture.

Tableau 25. Variation du nombre de gousses par infrutescence des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.

Populations	Min.	Max.	Moy.	E.T	Groupes homogènes
03/08	16,00	78,00	38,26	13,43	A
24/08	14,00	75,00	33,53	12,28	B
36/08	15,00	57,00	33,03	11,12	BC
31/08	18,00	51,00	32,23	09,60	BCD
02/08	16,00	59,00	31,66	10,57	BCDE
27/08	07,00	45,00	31,30	08,33	BCDEF
11/08	08,00	55,00	30,86	11,72	BCDEF
08/08	15,00	46,00	29,93	08,61	BCDEFG
30/08	15,00	58,00	29,83	09,35	BCDEFG
32/08	18,00	43,00	29,70	06,89	BCDEFG
16/08	14,00	52,00	29,00	08,79	CDEFGH
06/08	15,00	43,00	28,60	01,29	CDEFGHI
29/08	15,00	43,00	28,60	07,09	CDEFGHI
35/08	15,00	48,00	28,50	08,39	DEFGHI
01/08	15,00	52,00	27,93	08,76	DEFGHI
33/08	15,00	78,00	27,46	10,00	EFGHIJ
15/08	08,00	75,00	27,46	09,63	EFGHIJ
23/08	13,00	57,00	27,40	07,85	EFGHIJ
34/08	10,00	51,00	27,33	08,76	EFGHIJ
10/08	13,00	59,00	27,13	07,00	FGHIJ
17/08	13,00	45,00	27,03	07,39	FGHIJ
25/08	12,00	55,00	26,86	08,67	FGHIJ
18/08	15,00	46,00	26,06	07,76	GHIJ
09/08	12,00	58,00	26,00	08,98	GHIJ
14/08	15,00	43,00	25,70	04,96	GHIJ
05/08	14,00	52,00	25,53	06,46	GHIJ
13/08	08,00	43,00	24,56	07,91	HIJ
12/08	11,00	43,00	24,30	06,35	IJ
04/08	12,00	48,00	23,43	07,01	J

Nombre d'articles par gousse :

L'analyse de variance a révélé un effet populations très hautement significatif. Le test de p.p.d.s a mis en évidence 20 groupes homogènes (Tab.26). La moyenne de l'espèce varie entre 1 et 5 avec une moyenne de 2.86 (Tab.18).

La population 27/08 (Souk-Ahras) présente le nombre d'articles par gousse le plus important (1 à 5) avec une moyenne de 3.38. Par contre, la population 13/08 (Bejaia) est caractérisée par un nombre le plus faible d'articles par gousse (2 à 4) avec une moyenne de 2.34. Chez les cultivars italiens de l'espèce *H.coronarium* le nombre d'articles par gousse varie entre 2.80 et 3.32 (Sulas et Ledda, 2008 ; Sulas *et al.*, 1999).

Tableau 26. Variation du nombre d'articles par gousse des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.

Populations	Min.	Max.	Moy.	•cart type	Groupes homogènes
27/08	01,00	05,00	03,38	00,75	A
31/08	01,00	05,00	03,30	00,77	AB
34/08	02,00	04,00	03,24	00,68	ABC
33/08	01,00	04,00	03,10	00,65	BCD
15/08	01,00	05,00	03,10	00,64	BCD
30/08	02,00	04,00	03,08	00,56	BCD
35/08	01,00	04,00	03,08	00,65	BCD
17/08	02,00	04,00	03,06	00,62	BCDE
11/08	02,00	04,00	03,02	00,62	CDEF
09/08	02,00	04,00	03,00	00,67	CDEFG
18/08	01,00	05,00	02,98	00,93	CDEFGH
10/08	01,00	04,00	02,98	00,68	CDEFGH
32/08	01,00	04,00	02,90	00,66	DEFGHI
25/08	01,00	04,00	02,90	00,80	DEFGHI
03/08	01,00	04,00	02,88	00,75	DEFGHIJ
36/08	01,00	04,00	02,80	00,70	EFGHIJK
05/08	02,00	05,00	02,80	00,74	EFGHIJK
06/08	02,00	04,00	02,78	00,73	FGHIJK
16/08	02,00	04,00	02,74	00,56	FGHIJK
01/08	01,00	04,00	02,72	00,78	HIJK
02/08	01,00	04,00	02,70	00,64	HIJKL
23/08	01,00	04,00	02,70	00,70	HIJKL
12/08	02,00	04,00	02,70	00,67	HIJKL
29/08	01,00	04,00	02,64	00,90	IJKLM
14/08	01,00	05,00	02,62	00,98	JKLM
08/08	02,00	04,00	02,54	00,61	KLMN
04/08	01,00	04,00	02,44	00,70	LMN
24/08	02,00	04,00	02,42	00,57	MN
13/08	02,00	04,00	02,34	00,51	N

Nombre moyen de grains par gousse

L'analyse de variance a indiqué un effet populations significatif, Dix sept (17) groupes ont été mis en relief pour ce caractère (Tab.27).

Le nombre de grains par gousse le plus élevé est observé chez la population 05/08 (Bejaia) avec 3,24, alors que, la population 13/08 (Bejaia) produit le nombre de grains par gousse le plus faible, soit de 2,20.

Chez d'autres légumineuses fourragères, particulièrement le genre *Medicago* Abdelguerfi (1976), a révélé un nombre de grains par gousse chez *Medicago scutellat*, qui varie entre 3,38 et 6,46 (en moyenne de 4,54), tandis que, chez les populations tunisiennes de *M.truncatula*, ce nombre varie entre 5 et 8,2 (Yousfi *et al.*, 2006).

Chez *M.intertexta* il est de 8,7 (Khedim *et al.*, 2006), Chez le genre *Scorpiurus* (*S.vermiculatus*), le nombre de grain par gousse varie entre 6,8 et 8,8 (Mokrani, 1996).

Tableau 27. Variation du nombre de grains par gousse des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.

Populations	Min,	Max,	Moy,	•cart type	Groupes homogènes
05/08	01,00	05,00	03,24	00,78	A
34/08	02,00	04,00	03,22	00,70	A
27/08	01,00	05,00	03,22	00,79	A
30/08	02,00	04,00	03,04	00,60	AB
33/08	01,00	04,00	02,98	00,65	ABC
35/08	01,00	04,00	02,98	00,95	ABC
10/08	01,00	04,00	02,90	00,64	BCD
15/08	01,00	04,00	02,88	00,65	BCDE
18/08	01,00	05,00	02,88	01,00	BCDE
09/08	01,00	04,00	02,86	00,70	BCDEF
17/08	01,00	04,00	02,86	00,72	BCDEF
31/08	01,00	04,00	02,82	00,80	BCDEFG
32/08	01,00	04,00	02,82	00,65	BCDEFG
11/08	01,00	04,00	02,76	00,79	BCDEFGH
06/08	01,00	04,00	02,74	00,77	CDEFGH
29/08	01,00	04,00	02,72	00,90	CDEFGH
01/08	01,00	04,00	02,70	00,70	CDEFGH
12/08	01,00	04,00	02,64	00,72	DEFGH
25/08	01,00	04,00	02,62	00,78	DEFGH
03/08	01,00	04,00	02,60	00,75	EFGHI
16/08	01,00	04,00	02,58	00,64	FGHI
02/08	01,00	04,00	02,58	00,64	FGHI
14/08	01,00	05,00	02,56	00,95	GHIJ
36/08	01,00	04,00	02,48	00,70	HIJK
23/08	01,00	04,00	02,40	00,70	IJK
04/08	01,00	04,00	02,38	00,69	IJK
24/08	01,00	04,00	02,36	00,63	IJK
08/08	01,00	04,00	02,28	00,60	JK
13/08	01,00	03,00	02,20	00,53	K

Conclusion

A l'issue des résultats de l'analyse de la variance, il apparait que les populations manifestent une certaine variabilité, concernant les caractères étudiés.

Chez trois caractères relatifs aux stades phénologiques de la plante (stade levée, stade deuxième feuille simple, stade troisième feuille simple) qui se sont révélés significatifs, l'analyse montre que la population 18/08 originaire de Sétif s'est distinguée des autres populations, par sa capacité d'installation très rapide (et ce pour les trois stades). Par ailleurs, les populations qui manifestent une installation très tardive sont toutes originaire de la région de Bejaia.

D'après l'analyse des deux caractères liés au développement végétatif, il ressort que les populations qui présentent un développement hivernal en largeur important, présentent aussi un développement appréciable à la fin du printemps (cas des populations : 03/08 ; 23/08 et 35/08), Il en est de même, pour les populations à faible

développement hivernal (08/08 ; 10/08 ; 11/08) originaires de Bejaia qui présentent aussi un faible développement printanier, A noter, que la population 18/08 manifeste un développement hivernal et printanier en largeur intermédiaire.

L'examen des caractères liés à la fructification, révèle que les populations qui sont caractérisées par un nombre d'articles par gousse important (27/08 ; 34/08), présentent aussi un nombre de grains par gousse important, La population 13/08 (Bejaia) manifeste des valeurs faibles pour tous les caractères (des petites gousses, un nombre de grains par gousse faible, un nombre d'articles par gousse réduit et un nombre de gousses par infrutescence également faible), cependant, la population 27/08 (Guelma) figure parmi les populations présentant une longueur de gousses élevée, un nombre d'articles par gousse élevé et un nombre de grains par gousse également élevé, A noter, que la majorité des populations qui manifestent des valeurs faibles pour ces variables sont originaires de Bejaia et Souk-Ahras.

Type de port :

Trois types de port sont observés : prostré, semi-dressé et dressé chez la plus part des populations, Cela démontre la présence d'une grande variabilité intra-population,

Onze (11) populations présentent en même temps des individus à port prostré et des individus à port semi-dressé, alors que, la majorité des populations (18 populations) manifestent la présence des trois types de port (Tab.28).

Tableau 28. Les différents types de port en des vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L.

Populations	Type de port			Populations	Type de port		
	P (%)	SD (%)	D (%)		P (%)	SD (%)	D (%)
01/08	77,10	22,89	00,00	17/08	79,51	09,63	10,84
02/08	87,50	12,50	01,13	18/08	75,00	15,00	00,00
03/08	60,22	39,72	00,00	23/08	68,00	08,00	14,00
04/08	62,29	09,83	27,86	24/08	78,40	12,50	09,09
05/08	80,51	19,48	00,00	25/08	86,74	07,22	06,02
06/08	88,00	10,66	01,33	27/08	78,40	14,77	06,81
08/08	80,00	09,00	01,00	29/08	56,32	16,09	27,58
09/08	96,47	03,52	00,00	30/08	86,90	05,95	06,89
10/08	84,37	15,62	00,00	31/08	75,94	17,72	06,32
11/08	63,41	30,48	03,65	32/08	59,30	33,72	00,97
12/08	82,25	12,90	03,22	33/08	89,39	22,72	01,51
13/08	97,53	03,70	00,00	34/08	70,49	19,67	00,00
14/08	80,45	12,64	06,89	35/08	81,92	18,87	00,00
15/08	83,90	02,29	02,29	36/08	90,36	09,63	00,00
16/08	92,04	07,95	00,00				

2.2.3. Corrélations

La matrice des corrélations met en évidence de nombreuses relations entre les caractères étudiés d'une part, et d'autre part entre certains de ces caractères et un facteur écologique du milieu d'origine des populations (voir tableau en annexe 3).

Alors que, l'altitude intervient sur neuf caractères (stade levée, stade deuxième feuille simple, troisième feuille simple, deuxième feuille composée, troisième feuille composée, stade rosette, début de maturité, vitesse de croissance en hauteur et poids de mille grains) ; la pluviométrie ne semble avoir aucun effet sur les caractères étudiés.

Les populations à grains lourds (PMG) sont originaires des régions de hautes altitudes ($r=0,676^{***}$). De plus, ces populations sont précoces quant à la formation de la troisième feuille simple ($r=-0,710^{***}$) ; deuxième feuille composée ($r=-0,522^{**}$) et troisième feuille composée ($r=-0,581^{***}$) » ainsi que, le stade rosette ($r=-0,611^{***}$), Issolah (2007) signale que les populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* à poids de mille grains élevé sont originaires des régions de forte altitude, tandis que, chez *Hedysarum glomeratum*, les facteurs du milieu d'origine ne semblent pas avoir d'effet très net sur le poids de mille grains (Abdelguerfi-Berrechia, 1985).

Chez le genre *Medicago* (*M.orbicularis*, *M.scutellata*, *M.polymorpha*, *M.aculeata* et *M.trancatula*), l'altitude est corrélée négativement avec le poids de mille grain : plus l'altitude augmente plus le poids de mille grains diminue (Abdelguerfi, 1978 ; 1989 ; Mefti, 1993 ; Chebouti, 1993 ; Senhadri-Maamri *et al.*, 2000).

Chez le genre *Trifolium* (*T. augustifolium*), Ghoubay et Abdelguerfi (1989) ont indiqué une corrélation négative entre le poids de mille grains et l'altitude du milieu d'origine, Cependant, chez *Trifolium squarosum* le PMG augmente avec l'augmentation de l'altitude (Benyounes, 1991), Par contre, chez *T.campestre* les facteurs du milieu d'origine ne semblent pas avoir d'effet sur le PMG (Issolah et Abdelguerfi, 1998 ; 1999 ; 2004).

Les populations les plus précoces pour les stades : levée ($r=-0,455^{**}$), deuxième feuille simple ($r=-0,678^{***}$) ; troisième feuille simple ($r=-0,587^{***}$) », deuxième feuille composée ($r=-0,450^{*3}$) et troisième feuille composée ($r=-0,445^{*}$) et le stade rosette ($r=-0,490^{**}$) et le stade début de maturité ($r=-0,466^{***}$) sont originaires des régions de forte altitude, Les populations caractérisées par une vitesse d'installation faible (stade levée

1* : Corrélation significative au seuil de 5%

2** : Corrélation hautement significative au seuil de 1%

3*** : Corrélation très hautement significative au seuil de 0.1%

précoce) manifestent une précocité pour les trois stades : premier feuille simple ($r=0,764^{***}$) ; deuxième feuille simple ($r=0,540^{**}$) et troisième feuille simple ($r=0,650^{***}$) puis les deux stades : deuxième feuille composée ($r=0,374^*$) et troisième feuille composée ($r=0,538^{**}$) ensuite, les stades végétatifs : rosette ($r=0,562^{**4}$), le stade mi-végétatif ($r=0,508^{**}$) et enfin le stade végétatif tardif ($r=0,403^*$), De plus, elles sont caractérisées par une vitesse de croissance en largeur élevée ($r=-0,434^*$), une première feuille de grande dimension « longueur de limbe ($r=-0,420^*$), longueur de pétiole ($r=-0,490^{**}$) et longueur totale ($r=-0,506^{**}$) ». Ces populations présentent plusieurs ramifications ($r=-0,415^{**}$) au niveau de l'axe qui porte la première inflorescence, et présentent un poids de mille grains élevé ($r=-0,500^{**}$).

Le stade première feuille simple est corrélé positivement avec d'autres stades de la période végétative : deuxième feuille simple ($r=0,605^{***}$), troisième feuille simple ($r=0,540^{**}$), deuxième feuille composée ($r=0,381^*$), troisième feuille composée ($r=0,509^{**}$) », stade rosette ($r=0,473^{**}$) et le stade mi-végétatif ($r=0,507^{**}$) ensuite, il est également corrélé avec le stade de la période reproduction : début de maturité ($r=0,399^*$), Par contre, il est corrélé négativement avec le développement hivernal en largeur ($r=-0,495^{**}$) et le développement printanière en largeur ($r=-0,556^{**}$), la vitesse de croissance en largeur ($r=-0,414^*$), la dimension de la première feuille « longueur de limbe ($r=-0,429^*$) ; longueur de pétiole ($r=-0,480^{**}$) et la longueur totale ($r=-0,476^{**}$) ».

D'autres corrélations positives sont également obtenues entre le stade deuxième feuille simple et d'autres caractères liés à la phénologie : stade levée ($r=0,540^{**}$), stade premier feuille simple ($r=0,605^{***}$) et troisième feuille simple ($r=0,844^{***}$) », stade deuxième feuille composée ($r=0,733^{***}$) et troisième feuille composée ($r=0,685^{***}$), stade rosette ($r=0,665^{***}$), mi-végétatif ($r=0,614^{***}$), stade végétatif tardif ($r=0,519^{**}$), début de maturité ($r=0,517^{**}$) et pleine formation des gousses ($r=0,397^*$). Cette variable présente des corrélations négatives relativement importantes avec le développement en largeur printanière ($r=-0,464^*$) et hivernal ($r=-0,397^*$) », la vitesse de croissance en longueur ($r=-0,379^*$) et aussi avec les dimensions de la première feuille : longueur de limbe ($r=-0,368^*$) et la longueur totale ($r=-0,415^*$).

Les populations précoces pour le stade troisième feuille simple sont caractérisées par une levée précoce ($r=0,650^{***}$), elles sont aussi précoces quant aux stades : première feuille simple ($r=0,540^{**}$), deuxième feuille simple ($r=0,844^{***}$) ;

deuxième feuille composée ($r=0,749^{***}$), troisième feuille composée ($r=0,731^{***}$), rosette ($r=0,729^{***}$), mi-végétatif ($r=0,704^{***}$), stade végétatif tardif ($r=0,684^{***}$), premier bouton floral ($r=0,609^{***}$), début de floraison ($r=0,416^*$), début de maturité ($r=0,478^*$) et pleine formation des gousses ($r=0,375^*$). Ces populations présentent une vitesse de croissance en largeur faible ($r=0,433^*$), un axe portant la première inflorescence ($r=-0,514^*$) bien développé et une première feuille longue ($r=-0,395^*$).

Les populations les plus précoces quand au stade deuxième feuille composée, sont aussi précoces pour les stades phénologiques suivants : levée ($r=0,374^*$), première feuille simple ($r=0,381^*$), deuxième feuille simple ($r=0,733^{***}$), troisième feuille simple ($r=0,749^{***}$), troisième feuille composée ($r=0,916^*$), stade rosette ($r=0,817^{***}$), mi-végétatif ($r=0,777^{***}$), stade végétatif tardif ($r=0,797^{***}$), premier bouton floral ($r=0,696^{***}$), début de floraison ($r=0,546^{**}$) et pleine floraison ($r=0,485^{**}$). Ces populations présentent un axe qui porte la première inflorescence long ($r=-0,401^*$), une première feuille longue : longueur du limbe ($r=-0,412^*$) ; longueur totale ($r=-0,425^*$), un développement printanier en largeur important ($r=-0,416^*$) et un poids de mille grain élevé ($r=-0,522^{**}$).

Le stade troisième feuille composée est corrélé positivement avec les stades ; levée ($r=0,538^{**}$), stade première feuille simple « ($r=0,509^{**}$) ; deuxième feuille simple ($r=0,685^{***}$) ; troisième feuille simple ($r=0,731^{***}$), stade deuxième feuille composée ($r=0,916^{***}$), stade rosette ($r=0,935^{***}$), mi-végétatif ($r=0,876^{***}$), stade végétatif tardif ($r=0,851^{***}$), premier bouton floral ($r=0,697^{***}$), début de floraison ($r=0,502^{**}$) et stade pleine floraison ($r=0,483^{**}$). En revanche, ce stade est corrélé négativement avec le développement en largeur « hivernal ($r=-0,476^{**}$) ; printanier ($r=-0,483^{**}$) », les dimensions de la première feuille « longueur totale ($r=-0,614^{***}$) ; longueur du pétiole ($r=-0,504^{**}$) ; longueur du limbe ($r=-0,548^{**}$) » et la longueur de l'axe qui porte la première inflorescence ($r=-0,483^{**}$).

Les populations à stade rosette précoce sont caractérisées par une première feuille longue : longueur de pétiole ($r=-0,564^{**}$), longueur de limbe ($r=-0,627^{***}$) et longueur totale ($r=-0,681^{***}$).

Chez les populations à stade mi-végétatif tardif, l'axe qui porte la première inflorescence présente un nombre de feuille réduit ($r=-0,384^*$). En outre, ces populations atteignent d'autres stades végétatifs tardivement : première feuille simple ($r=0,507^{**}$), troisième feuille simple ($r=0,704^{***}$), troisième feuille composée ($r=0,876^{***}$), stade

rosette ($r=0,926^{***}$) et pleine floraison ($r=0,549^{**}$) et présentent un PMG relativement faible ($r=-0,534^{**}$).

Les populations ayant achevé le stade végétatif tardif précocement, atteignent aussi d'autres stades de la période végétative hâtivement : levée ($r=0,403^*$), deuxième feuille simple ($r=0,519^{***}$), troisième feuille simple ($r=0,684^{***}$), deuxième feuille composée ($r=0,797^{***}$), troisième feuille composée ($r=0,851^{***}$), stade rosette ($r=0,852^{***}$), mi-végétatif ($r=0,890^{***}$) et pleine floraison ($r=0,543^{**}$). Ces populations développent une longue première feuille « longueur du limbe ($r=-0,456^*$), longueur du pétiole ($r=-0,470^*$), longueur totale ($r=-0,531^{**}$) » et présentent un PMG ($r=-0,398^*$) élevé.

Les formes précoces (apparition du premier bouton floral) sont aussi précoces pour les stades : deuxième feuille simple ($r=0,468^*$), troisième feuille simple ($r=0,609^{***}$), deuxième feuille composée ($r=0,696^{***}$), deuxième feuille composée ($r=0,697^{***}$), troisième feuille composée ($r=0,697^{***}$), stade rosette ($r=0,692^{***}$), mi-végétatif ($r=0,789^{***}$), stade végétatif tardif ($r=0,898^{***}$), début floraison ($r=0,757^{***}$) et pleine floraison ($r=0,695^{***}$). De même, ces populations sont caractérisées par une première feuille ayant une longueur du pétiole ($r=-0,391^*$) et une longueur totale ($r=-0,433^*$) élevée.

Le début de floraison va de même sens avec les stades de la période végétative : deuxième feuille simple ($r=0,376^*$), troisième feuille simple ($r=0,416^{***}$), troisième feuille composée ($r=0,502^{**}$), stade rosette ($r=0,437^*$), mi-végétatif ($r=0,553^{**}$), stade végétatif tardif ($r=0,571^*$) et avec les stades de la période reproductrice : premier bouton floral ($r=0,757^{***}$) et pleine floraison ($r=0,930^{***}$).

Les populations ayant atteint le stade pleine floraison précocement ont aussi atteint le stade troisième feuille composée ($r=0,483^{**}$) et le stade rosette ($r=0,416^{**}$) précocement. De plus, les populations qui ont achevé leur floraison (stade fin floraison) hâtivement, ont aussi accompli le stade deuxième feuille composée ($r=0,411^*$) précocement et sont caractérisées par une long durée de floraison ($r=-0,798^{***}$).

Les populations qui arrivent les premières à maturité, manifestent des stades levée ($r=0,413^*$), premier feuille simple ($r=0,399^*$), troisième feuille simple ($r=0,478^{**}$), stade rosette ($r=0,368^*$), première gousse ($r=0,408^*$), pleine formation des gousses ($r=0,715^{***}$), fin maturité ($r=0,584^{**}$) rapides et sont tardives dans la formation de la première feuille composée ($r=-0,411^*$).

Les populations ayant une fin de maturité précoce, présentent un nombre de feuille élevé au niveaux de l'axe qui porte la première inflorescence ($r=-0,400^*$) et un poids de mille grain élevé ($r=-0,487^{**}$).

Les populations ayant un début de dessèchement précoce sont caractérisées par un début de maturité ($r=0,559^{**}$), première gousse ($r=0,523^{**}$), fin de maturité ($r=0,375^*$) et fin de dessèchement ($r=0,779^{***}$) précoces et présentent un nombre d'axes plagiotropes élevé ($r=-0,382^*$). Les populations ayant une fin de dessèchement rapide présentent un nombre d'axe plagiotrope élevé ($r=-0,430^*$).

Les populations caractérisées par un recouvrement hivernal en largeur appréciable, sont caractérisées aussi par un recouvrement printanier en hauteur appréciable ($r=0,932^{***}$), une première feuille ayant une longueur du limbe ($r=0,397^*$) élevé ; longueur du pétiole ($r=0,430^*$) élevé ; longueur totale ($r=0,472^{**}$) élevée, Elles sont précoces pour les stades : levée ($r=-0,429^*$), première feuille simple ($r=-0,495^{**}$), troisième feuille simple ($r=-0,419^{**}$), stade rosette ($r=-0,502^{**}$), mi-végétatif ($r=-0,534^{**}$) et stade végétatif tardif ($r=-0,480^{**}$), Apparemment, chez le genre *Hedysarum* le développement végétative faible est généralement associé à une floraison et une formation de gousses tardives (Berrekia et Abdelguerfi, 1988). Certes, chez *Medicago orbicularis* les populations à développement en largeur plus important, sont les plus précoces à la floraison (Sanhadri-Maameri, 2000).

Chez les populations à développement printanier en largeur important sont caractérisés par des stades phénologiques précoces : levée ($r=-0,511^{***}$), premier feuille simple ($r=-0,556^{**}$), troisième feuille simple ($r=-0,502^{**}$), troisième feuille composée ($r=-0,483^{**}$), stade rosette ($r=-0,489^{**}$), mi-végétatif ($r=-0,542^*$), stade végétatif tardif ($r=-0,457^*$), ont une croissance hivernal en hauteur faible ($r=0,657^{***}$) et produisent une première feuille à longueur de pétiole ($r=0,571^{**}$) important et ayant une longueur totale ($r=0,424^*$) élevée.

Par ailleurs, les populations caractérisées par un développement hivernal en hauteur important, présentent aussi un développement hivernal ($r=0,676^{***}$) et printanier ($r=0,522^{**}$) en largeur important, une première feuille longue du point de vue longueur du pétiole ($r=0,403^*$), longueur totale ($r=0,415^*$) et longueur du limbe ($r=0,409^*$). Les populations à hauteur végétative réduite en hiver sont tardives pour le stade mi-végétatif ($r=-0,376^*$), présentent un axe plagiotrope long ($r=-0,410^*$) et une vitesse de croissance en hauteur faible ($r=0,369^*$). Issolah (2007) a montré que les populations performantes

quant au développement final en hauteur chez *Hedysarum coronarium*, sont caractérisées par un bon développement printanier en hauteur, un bon recouvrement du sol et sont tardives quand à l'apparition de la première inflorescence. Les populations de *Medicago polymorpha* originaires des basses altitudes ont une vigueur printanière forte, Les caractères vigueur printanière et précocité de floraison sont corrélés entre eux, Les populations les plus vigoureuses au printemps et les plus précoces sont originaires des zones sèches et inversement a rapporté Si-Ziani (1992), Bensalem *et al.*, (1989), signalent que le meilleur développement en hauteur n'est pas toujours associé à un bon développement en largeur chez le genre *Scorpiurus*. Chez *S. muricatus subsp sulcatus* les populations ayant un faible développement hivernal en hauteur semblent parvenir des régions les plus arrosés, alors que celles ayant un faible développement hivernal en largeur semblent être originaires des régions à forte altitude (Younsi, 1996).

Les populations qui présentent un nombre élevé d'axes plagiotropes sont caractérisées par une long durée de floraison ($r=0,392^*$) et arrivent au fin dessèchement rapidement ($r=-0,430$), ces populations portent des axes très ramifiés ($r=0,609^{***}$) et un long axe qui porte la première inflorescence ($r=0,415^{**}$).

Les populations ayant une première feuille caractérisée par un long limbe présentent aussi un long pétiole ($r=0,905^{***}$), une longueur totale remarquable ($r=0,884^{***}$), un PMG élevé ($r=0,388^*$) et sont caractérisées par des stades rosette ($r=-0,627^{***}$) et mi-végétatif ($r=-0,539^{***}$) précoces,

Les populations qui comportent de nombreuses fleurs au niveau de l'axe portant la première inflorescence sont peu ramifiées (ramifications au niveau de l'axe plagiotrope ($r=-0,470^*$); ramifications secondaires ($r=-0,445^*$) et un nombre total de ramifications ($r=-0,418^*$ faibles) et présentent des articles ($r=0,438^*$) et gousses ($r=0,433^*$) lourds, Les populations présentant de nombreuses ramifications au niveau de l'axe qui porte la première inflorescence, présentent une date de levée précoce ($r=-0,415^*$) et une vitesse de croissance en longueur élevée ($r=0,417^*$).

Les populations ayant un nombre de ramifications secondaire élevé présentent aussi un nombre total de ramifications élevé ($r=0,992^{***}$), un faible nombre de fleurs au niveau de l'axe qui porte la première inflorescence ($r=-0,470^{**}$) et atteignent le stade première feuille composée précocement ($r=-0,481^{**}$).

Les populations dont l'axe qui portant la première inflorescence est allongé, sont caractérisées par une vitesse de croissance en longueur élevée ($r=0,388^{**}$), une vitesse

de croissance en hauteur faible ($r=-0,557^{**}$) et présentent un développement printanier en hauteur faible ($r=-0,527^{**}$), un nombre d'axes plagiotropes réduit ($r=-0,415^{**}$), très peu de ramification totales ($r=-0,426^{**}$) et atteignent les stades : levée ($r=-0,560^{**}$), troisième feuille simple ($r=-0,514^*$), troisième feuille composée ($r=-0,483^{**}$), stade rosette ($r=-0,406^*$) précocement.

Les populations à nombre de grains par gousse élevé, présentent un faible rapport poids d'article sur poids de gousse ($r=-0,472^{**}$), un poids des articles élevé ($r=0,623^{***}$).

Les populations dont les gousses sont longues, présentent des gousses lourdes ($r=0,545^{***}$), un nombre de grains par gousse élevé ($r=0,546^{**}$), un faible rapport poids d'article sur poids des gousses ($r=-0,610^{**}$) et un nombre d'articles par gousses élevés ($r=0,705^{***}$). Les populations à rapport poids d'articles sur poids des gousses élevé présentent un poids de gousses faible ($r=-0,594^{**}$).

Les populations qui présentent plus d'articles par gousse possèdent les plus longues gousses ($r=0,705^{***}$), un nombre de grain par gousse élevé ($r=0,623^{***}$), elles sont tardives pour le stade fin floraison ($r=0,422^*$) et précoces quant au stade pleine floraison ($r=-0,370^*$). Chez *Medicago truncatula*, les populations qui présentent les articles lourds, sont caractérisés par des gousses lourdes (Meziani, 1994).

2.2.4. Régressions :

La droite de régression met en évidence certains éléments d'information qui semblent très intéressants.

En effet, l'altitude du milieu d'origine a un effet déterminant sur les dix caractères suivants : stade levée, deuxième feuille simple, troisième feuille simple, deuxième feuille composée, troisième feuille composée, stade rosette, le début de maturité, développement printanier en hauteur, vitesse de croissance en hauteur et le poids de mille grains.

Plus l'altitude augmente plus les populations sont précoces pour le stade levée ($y=-0,00x+12,7$; $R^2=0,207$). Le modèle linéaire explique à 20% la corrélation établie (Fig.11a).

L'altitude est corrélée négativement aux stades deuxième feuille simple ($y=-0,002x+47,8$; $R^2=0,459$), troisième feuille simple ($y=-0,006x+71,87$; $R^2=0,344$), deuxième feuille composée ($y=-0,006x+111,7$; $R^2=0,202$), troisième feuille composée

($y=-0,006x+122,4$; $R^2=0,198$) et le stade rosette ($y=-0,006x+135,2$; $R^2=0,240$). Le modèle linéaire explique à 45,9% ; 34,4% ; 20,20% ; 19,8% et 24% respectivement la variabilité de ces caractères, (Fig.11_{b ; c ; d ; e ; f}).

La droite entre le stade début de maturité et l'altitude montre que les populations à début de maturité précoce sont originaires des régions à forte altitude ($y=-0,003x+180,6$; $R^2=0,217$). Le modèle linéaire explique à 21,7% la corrélation observée (Fig.11_g).

Le développement printanier en hauteur est lié négativement à l'altitude du milieu d'origine. Plus l'altitude augmente, plus le développement printanier en hauteur est faible ($y=-0,005x+24,36$; $R^2=0,184$). Le modèle linéaire explique à 18% la variation pour ce caractère (Fig.11_h).

Quant à la vitesse de croissance en hauteur, elle diminue avec l'augmentation de l'altitude ($y=-0,005x+0,311$; $R^2=0,196$). Le modèle linéaire explique 19,6% la corrélation constatée (Fig.11_i).

Par contre, l'altitude semble agir positivement sur le poids de mille grains. Ce dernier augmente avec l'augmentation de l'altitude ($y=0,001x+4,84$; $R^2=0,457$). La variation du PMG est expliquée à de 45,7% (Fig.11_j) par le modèle linéaire.

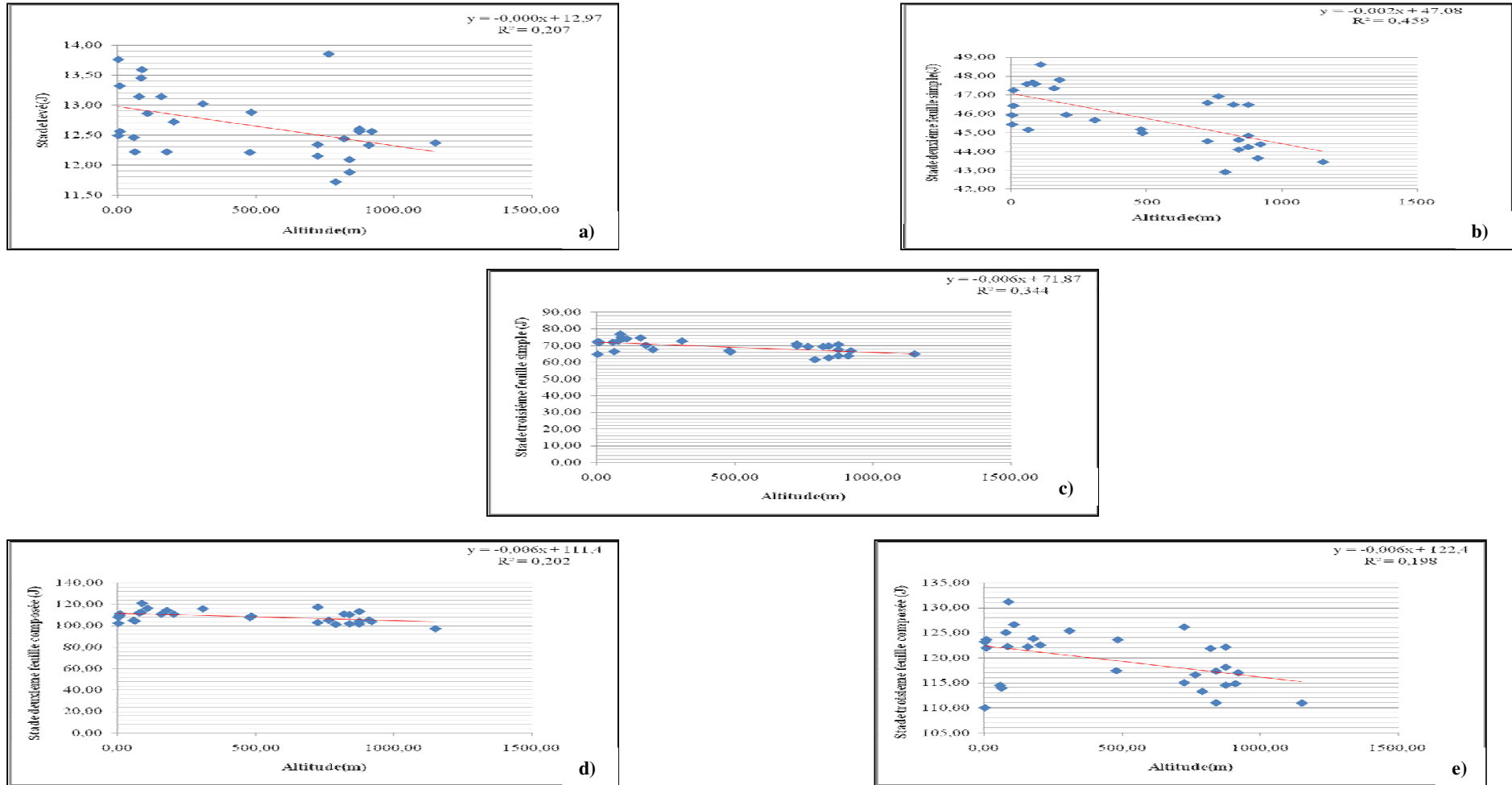


Figure 11. Relation entre quelques caractères et le facteur écologique (altitude) du milieu d'origine des 29 populations Algériennes d'*H. coronarium*
 a) Levée x Altitude, b) Stade deuxième feuille simple x altitude, c) Stade troisième feuille simple x altitude, d) Deuxième feuille composée x altitude, e) Troisième feuille composée x altitude.

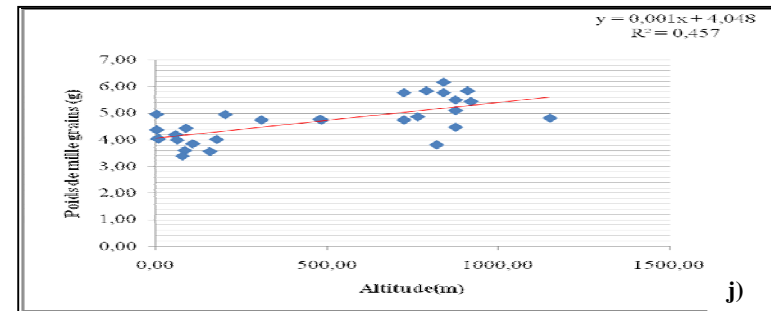
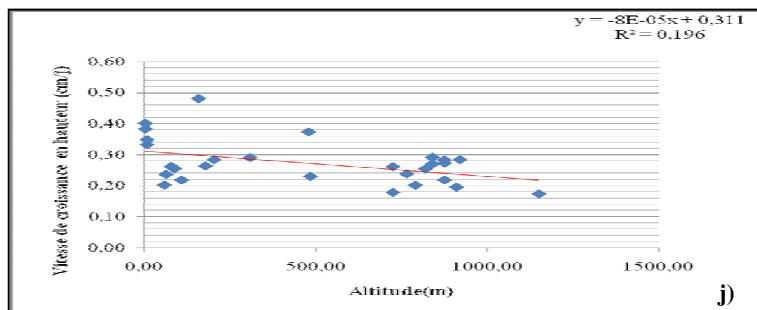
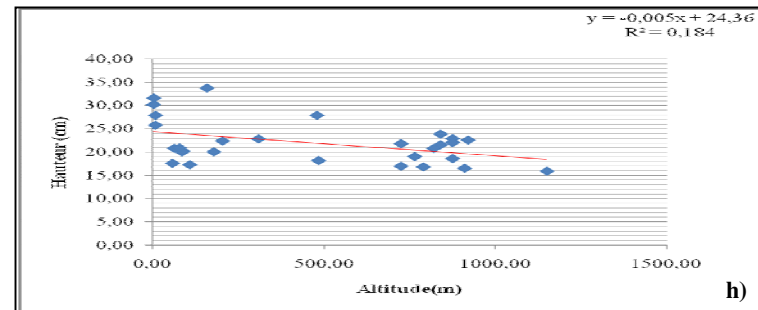
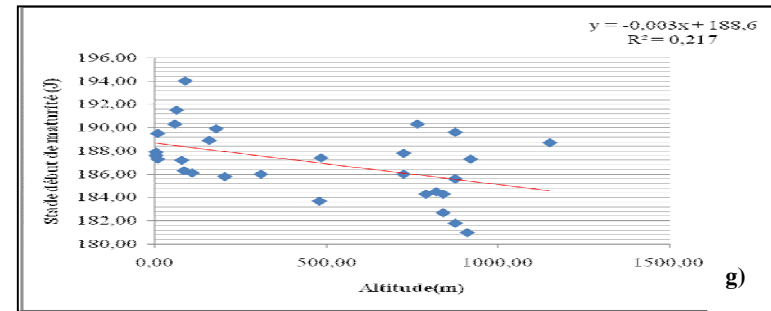
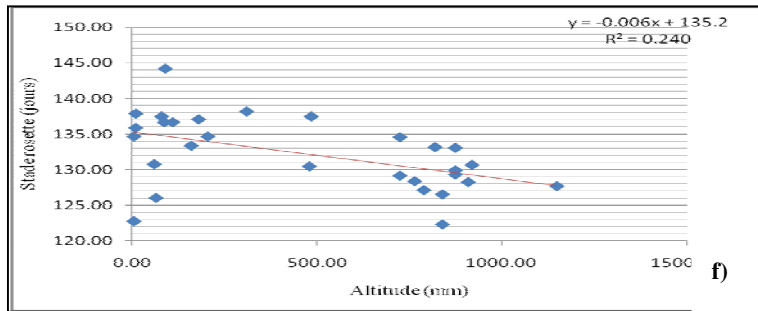


Figure 11 (suite). Relation entre quelques caractères et le facteur écologique (altitude) du milieu d'origine des 29 populations Algériennes d'*H.coronarium* L, f) stade rosette x altitude, g) Début de maturité x altitude, h) Développement printanier en hauteur x altitude, i) Vitesse de croissance en hauteur x altitude, j) PMG x altitude.

2.2.5. Analyse en composantes principales (ACP)

L'analyse en composantes principales a été réalisée sur la matrice des corrélations obtenue à partir des 19 variables centrées réduites prises deux à deux (voir tableau en annexe 3). L'altitude et la pluviométrie sont considérées comme variables supplémentaires,

Seulement les cinq premiers axes (05) ont été retenus, leurs valeurs propres étant supérieures à 1. Le plan 1-2 représenté par l'axe 1 avec un pourcentage de variation expliqué de 27,22 % et l'axe 2 ayant 16,43 % de variation expliquée. Ces deux axes expliquent ensemble 43,66 %, Il est donc intéressant d'étudier le plan 1-2.

Tableau 29. Valeurs propres, pourcentage expliqué et pourcentage cumulé des cinq premiers axes.

Paramètres	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5
Valeur propre	04,629	2,794	2,128	1,961	1,386
Pourcentage expliqué (%)	27,228	16,435	12,518	11,537	8,154
Pourcentage cumulé (%)	27,228	43,662	56,180	67,717	75,871

La figure 12 présente d'une part l'histogramme des valeurs propres en fonction des rangs et d'autre part, le graphique du pourcentage cumulé de la variation expliquée en fonction des axes principaux.

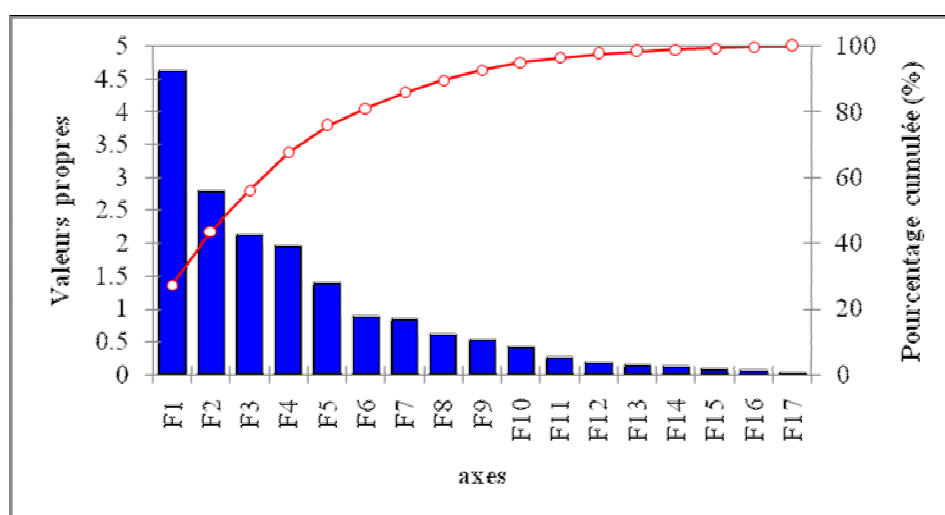


Figure 12. Histogramme des valeurs propres en fonction des rangs des axes principaux

• Etude des variables : Cercle de corrélations

Le tableau 30 met en évidence d'une part, que l'axe 1 traduit bien le développement végétatif en général. En effet, il est corrélé positivement avec les variables relatives au développement printanier en largeur (DPL), développement hivernal en largeur (DHL), le développement hivernal en hauteur (DHH), et la longueur totale de la première feuille (LTF), Il est corrélé négativement avec les variables faisant intervenir les stades phénologiques suivants: Troisième feuille simple (TFS), deuxième feuille simple (DFS), stade levée (LEV), premier bouton floral (BFL) et pleine floraison (PFL). D'autre part, l'axe 2 est défini positivement par les variables ; la longueur moyenne d'une gousse (LMG), le nombre d'articles par gousse (ARG) et le nombre de grains par gousse (NGG) et négativement par le développement printanier en hauteur (DPH), le nombre total de ramifications (NTR) et le nombre de grains par infrutescence (NGI).

Tableau 30. Valeurs des corrélations et corrélations carrées des variables initiales avec les deux premiers composantes principales et information prise en compte par le plan factoriel 1-2.

Variables	Axe 1		Axe 2		Plan 1-2
	Corrélation	Corr. Carré (%)	Corrélation	Corr. Carré (%)	Corr. Carré (%)
LEV	-0,686	47,00	-0,303	09,2	56,2
DFS	-0,727	52,9	-0,027	00,1	53,0
TFS	-0,749	56,2	-0,108	01,2	57,3
DHL	0,808	65,3	-0,385	14,8	80,1
DPL	0,834	69,6	-0,326	10,6	80,2
ARG	0,323	10,4	0,660	43,6	54,0
LMG	0,036	00,1	0,751	56,4	56,6
NGG	0,083	00,7	0,480	23,1	23,8
NGI	0,204	0,41	-0,307	09,4	13,6
PGS	-0,236	0,55	-0,047	00,2	05,8
NTR	0,083	00,7	-0,527	27,8	28,5
LTF	0,681	46,4	0,100	01,0	47,3
BFL	-0,677	45,9	-0,227	05,2	51,0
NAP	0,166	0,28	-0,235	05,5	08,3
DHH	0,555	30,8	-0,441	19,5	50,3
DPH	0,133	0,18	-0,545	29,7	31,4
PFL	-0,477	22,7	-0,472	22,3	45,0
ALT	0,374	18,7	0,277	10,3	29,0
PVL	-0,032	00,2	-0,253	11,0	11,2

Les variables : DHL, DPL, LEV, DHH, BFL, LMG, NGI, NTR, ARG, TFS, DFS, LTF, NGG, DPH et PFL sont proches du cercle de corrélations et sont donc bien représentées par le plan factoriel 1-2. Les autres variables (PGS, NAP) sont proches de l'origine et sont par conséquent mal représentés dans ce plan (Fig.13).

Etude des populations : Graphique des individus

Le tableau 31 donne pour les deux premiers axes, les coordonnées, et les cosinus carrés correspondants, et pour le plan 1-2 la somme des cosinus carrée des deux premiers axes.

D'après la figure 14 nous observons que vingt deux (22) populations sont bien représentées dans le plan factoriel 1-2. Ces populations (01/08 ; 02/08 ; 03/08 ; 04/08 ; 05/08 ; 09/08 ; 08/08 ; 14/08 ; 16/08 ; 23/08 ; 25/08 ; 31/08 ; 35/08 ; 10/08 ; 11/08 ; 15/08 ; 17/08 ; 18/08 ; 36/08 ; 27/08 ; 34/08 ; 32/08) ont des cosinus carré variant de 22,2% à 80,9%.

Les autres populations (06/08 ; 12/08 ; 13/08 ; 24/08 ; 29/08 ; 30/08 ; 33/08) ont des valeurs de \cos^2 faible de 0,4 % à 13,3 %, et sont donc mal représentés sur le plan 1-2.

Tableau 31. Valeurs des 2 premiers axes, valeurs des cosinus carrés correspondants et valeurs des cosinus carrés du premier plan 1-2.

Populations	Axe 1		Axe 2		Plan 1-2
	Coordonnés	Cos ² . (%)	Coordonnés	Cos ² . (%)	Cos ² . (%)
01/08	-0,843	4,22	-2,503	36,9	41,1
02/08	-1,862	38,1	-1,847	37,5	75,6
03/08	4,560	53,3	-2,947	22,2	75,5
04/08	-1,350	6,40	-4,381	67,5	73,9
05/08	-3,824	44,5	-0,834	02,1	4,66
06/08	0,945	7,73	-0,812	05,7	13,3
08/08	-3,658	48,9	0,229	00,2	49,1
09/08	-2,403	33,0	1,610	14,8	47,8
10/08	-3,166	36,9	2,843	29,7	66,6
11/08	-3,937	63,3	2,071	17,5	80,9
12/08	-1,453	11,4	-0,486	01,3	12,7
13/08	-1,064	04,8	-1,464	09,0	80,9
14/08	0,979	19,4	-0,582	06,9	26,2
15/08	2,061	29,6	1,932	26,0	55,6
16/08	1,530	19,8	0,521	02,3	22,2

Tableau 31(suite). Valeurs des 2 premiers axes, valeurs des cosinus carrés correspondants et valeurs des cosinus carrés du premier plan 1-2.

Populations	Axe 1		Axe 2		Plan 1-2
	Coordonnés	Cos ² . (%)	Coordonnés	Cos ² . (%)	Cos ² . (%)
17/08	1,441	17,9	1,830	28,9	46,8
18/08	2,005	19,7	2,002	19,7	39,4
23/08	2,598	41,6	-0,630	02,4	44,0
24/08	-0,419	01,6	-1,098	10,7	12,2
25/08	1,644	26,2	-0,385	01,4	27,6
27/08	1,556	15,2	2,198	30,3	45,5
29/08	-0,120	00,1	-0,297	0,90	1,00
30/08	0,724	03,4	-0,020	0,00	03,4
31/08	2,499	45,7	0,058	0,00	45,7
32/08	0,787	25,3	0,277	03,1	28,5
33/08	-0,195	00,4	-0,050	0,00	00,4
34/08	0,302	0,08	1,712	25,8	26,6
35/08	2,630	31,0	1,704	13,0	44,0
36/08	-1,965	28,00	-0,651	03,1	31,1

Etude variables-populations :

Le plan 1-2 de la figure15 montre que les populations situées vers des valeurs positives élevées de l'axe 1 : 03/08 (Bejaïa), 14/08 ; 15/08 ; 16/08 (Sétif), 23/08 ; 25/08 (Souk-Ahras), 31/08 ; 32/08 (Guelma) et 35/08 (El-Tarf) sont formées en moyenne d'individus présentent un développement végétatif important (DPL ; DHL ; DHH et LTF), Néanmoins, les populations situées à l'opposé : 05/08 ; 08/08 ; 09/08 ; 10/08 et 11/08 (Bejaïa) sont composées d'individus précoces pour les stades phénologiques : LEV ; TFS ; DFS ; BFL et PFL.

Les populations situées sur la partie positive de l'axe 2 : 17/08 ; 18/08 (Sétif), 27/08 (Souk-Ahras) et 34/08 (El-Tarf) sont constituées d'individus ayant de longues gousses (LMG), un nombre d'articles par gousse élevé (ARG) et un nombre de grains par gousse (NGG) également élevé. Par contre, les populations situées à l'opposé (01/08 : Alger ; 04/08 : Bejaïa) présentent un développement printanier en hauteur réduit (DPH), un faible nombre total de ramification (NTR) et un nombre faible de grains par infrutescence (NGI).

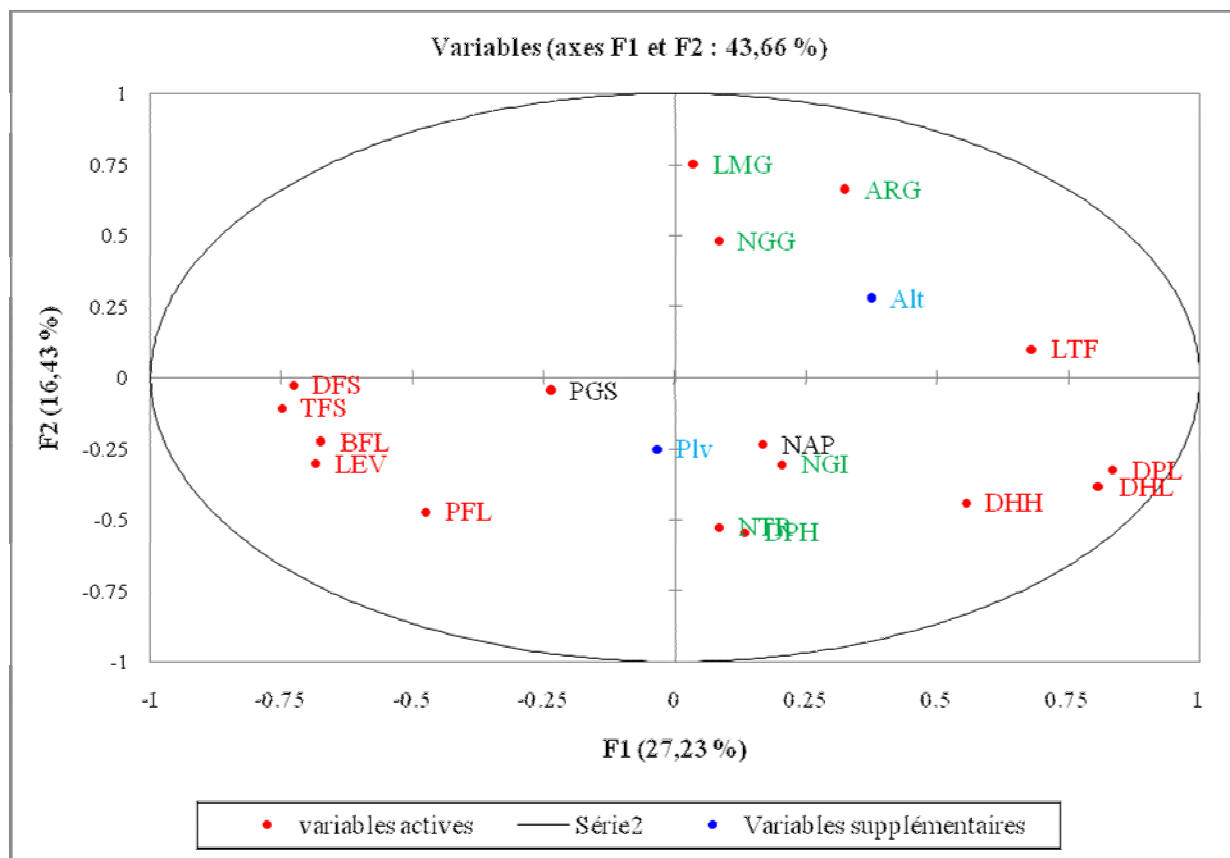


Figure 13. Représentation graphique des 19 variables à l'intérieur du cercle de corrélations du plan factoriel 1-2.

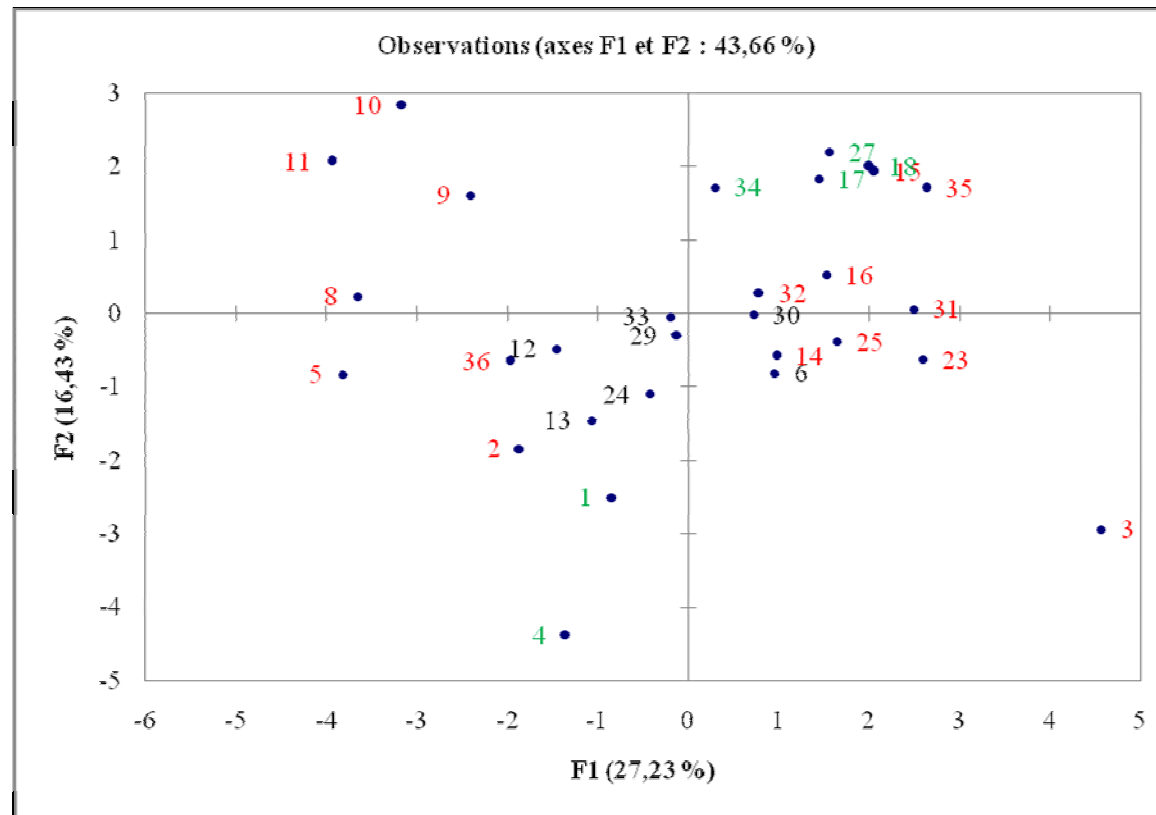


Figure 14. Représentation graphique des points populations dans le plan factoriel 1-2

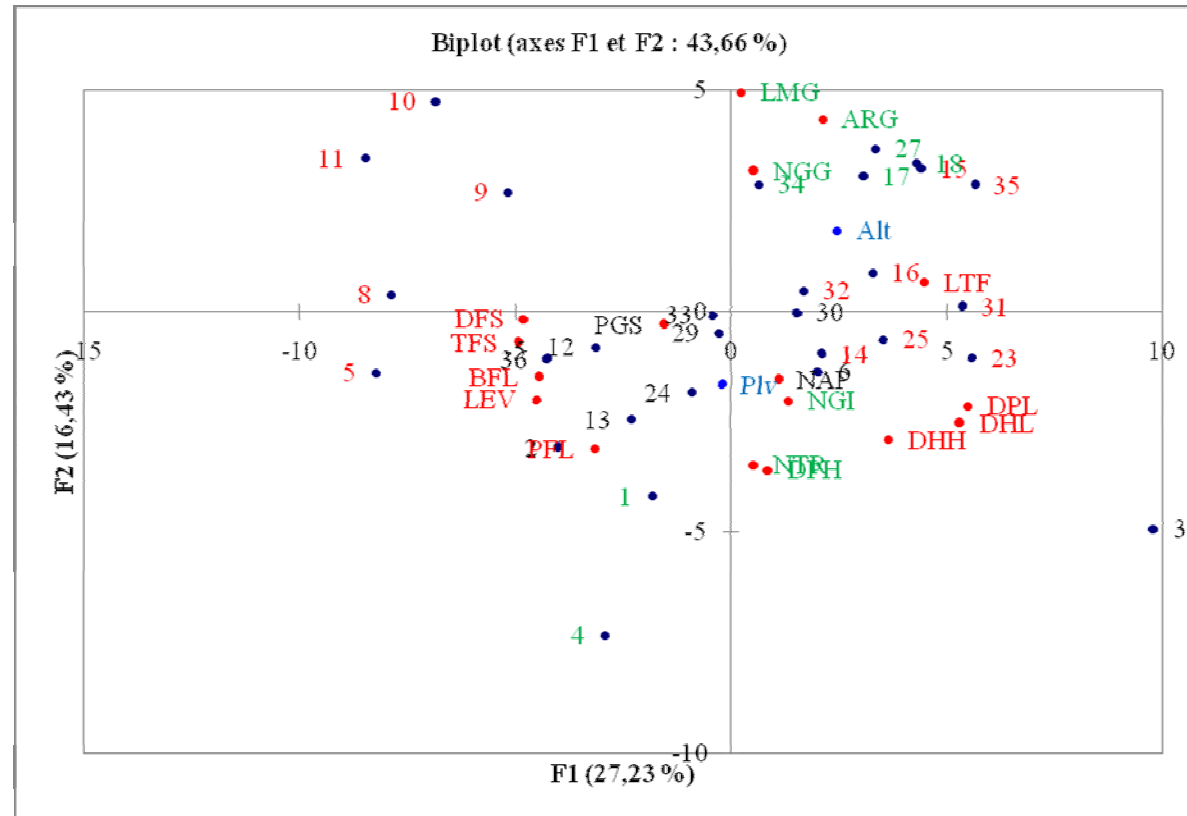


Figure 15. Analyse en composantes principales sur les moyennes de 29 populations de l'espèce *H. coronarium* L : Représentant dans le plan 1-2.

Conclusion générale

Les ressources phytogénétiques constituent un patrimoine inestimable nécessaire au maintien de l'équilibre écologique qu'il faut préserver. Toutefois, cette diversité se retrouve en continuelle dégradation en relation avec les changements climatiques, l'urbanisation, l'industrialisation et l'extension des populations humaines et la destruction des écosystèmes. Dans ce contexte, l'espèce *Hedysarum coronarium* L., appelée couramment Sulla (Fabacées), constitue un patrimoine d'un grand intérêt agronomique qui peuvent être exploités en particulier pour la valorisation des jachères.

En effet, cette légumineuse méditerranéenne à vocation fourragère présente une large aire de répartition géographique et pousse sur des sols variés, dont elle permet la protection contre l'érosion et l'enrichissement en azote assimilable. D'autres usages alternatifs caractérisent le Sulla. C'est à la fois une plante mellifère et ornementale.

Au terme de cette étude, que nous avons entamée sur vingt neuf (29) populations de l'espèce *Hedysarum coronarium* L. un certain nombre de résultats nous paraissent intéressants.

Ainsi, l'analyse de variance a mis en évidence une variabilité phénotypique importante pour certains caractères : stade levée (LEV), stade deuxième feuille simple (DFS), stade troisième feuille simple (TFS), puis, les deux caractères liés au développement végétatif : développement hivernal en largeur (DHL) et développement printanier en largeur (DPL) et certains caractères liés à la production : nombre moyen de gousse par infrutescence (NGS), la longueur moyenne d'une gousse (LMG), nombre moyen d'articles par gousse (ARG) et nombre moyen de grains par gousse (NGS). A noter que, les populations qui manifestent un certain retard pour les trois stades phénologiques, un développement végétatif réduit (hivernal et printanier) et exprimant des valeurs faibles pour les caractères liés à la production sont pour la plupart originaires de la région de Bejaia.

Les paramètres statistiques appliqués à certaines variables (PMG, NGI, PDG, PAT), montrent que les populations issues des régions de Bejaia et de Guelma, présentent souvent des faibles valeurs pour le poids de mille grains, poids de 50 gousses et le poids de 100 articles, alors que, celles de Sétif, Souk-Ahras et El-Tarf ont généralement des valeurs élevées pour ces mêmes variables.

Ce travail a montré aussi l'existence de très fortes corrélations entre certains caractères liés aux stades phénologiques (levée, première feuille simple, deuxième feuille simple, troisième feuille simple, deuxième feuille composée, troisième feuille composée, stade rosette, stade mi-végétatif, stade végétatif tardif, premier bouton floral et fin floraison). En effet, ces caractères pris deux à deux évoluent positivement. De même que, les caractères liés aux performances du végétal (vigueur printanière et hivernal, nombre de ramifications et dimension de la première feuille) qui manifestent autant de corrélations positives entre eux.

A noter, que de fortes corrélations négatives sont aussi enregistrées entre certains caractères liés au pouvoir reproducteur du végétal (plus particulièrement le poids de mille grains) et certains caractères de la période végétative (Stade deuxième feuille simple, troisième feuille simple et stade rosette). Ainsi, les populations précoces pour ces stades, présentent un poids de mille grains élevé.

Le modèle linéaire montre que l'altitude semble avoir exercé un effet déterminant sur certains caractères de développement végétatif (stade levée, stade deuxième feuille simple, stade troisième feuille simple, stade deuxième feuille composée, stade troisième feuille composée, stade rosette, développement printanier en hauteur, vitesse de croissance en hauteur) et sur des caractères liés à la production (début de maturité, poids de milles grains).

L'examen du plan 1-2 relatif à l'analyse en composantes principales (ACP), montre que les 15 variables (DHL, DPL, LEV, DHH, BFL, LMG, NGI, NTR, ARG, TFS, DFS, LTF, NGG, DPH et PFL) sont bien représentées sur ce plan, et seulement deux (PGS, NAP) ont une faible représentation. Cette analyse a montré aussi que les populations précoces pour certains caractères phénologiques, présentent un développement végétatif important qui les oppose aux populations tardives caractérisées par un faible développement végétatif.

Compte tenu des résultats obtenus, il serait intéressant, dans le cadre de la création variétale, d'envisager la mise au point de cultivars adaptés. Pour mieux exploiter la diversité de l'espèce, une étude approfondie relatives à d'autres aspects : physiologiques, enzymatiques, cytogénétique et moléculaire sont indispensable.

Par ailleurs l'étude de ces populations dans leur milieu d'origine « *in situ* » serait d'une très grande importance. Cela permettra de déterminer dans quelle mesure les conditions du milieu d'origine définissent l'expression des caractères morphologiques.

Les résultats obtenus sont d'un grand intérêt pour la connaissance d'*H.coronarium* qui est appelée à jouer un rôle déterminant dans l'amélioration de la production fourragère, par sa capacité d'adaptation et de production d'un fourrage de qualité supérieur.

Références bibliographiques

1. **Abdelguerfi A., 1976.** Contribution à l'étude de la répartition des espèces locales de luzernes annuelles en fonction des facteurs du milieu (200 stations), liaison entre les caractères étudiés à Béni-Slimane et leurs milieux d'origine. Thèse Ingénieur, INA. El-Harrach. 74p.
2. **Abdelguerfi A., 1978.** Contribution à l'étude écologique des luzernes annuelles en Algérie. Thèse Magister, INA. El-Harrach.105p.
3. **Abdelguerfi A., 1987.** Quelques réflexions sur la situation des fourrages en Algérie. *Céréaliculture*, N°16 : 5-7.
4. **Abdelguerfi A., 2001.** Ressources génétiques d'intérêt pastoral et/ou fourrager : Distribution et variabilité chez les légumineuses spontanées (*Medicago-Trifolium-Scorpiurus-Hedysarum et Onobrychis*) en Algérie. Thèse Doctorat d'Etat en sciences Agronomiques. INA. Alger ,433p.
5. **Abdelguerfi-Berrekia R., 1985.** Contributions à l'étude du genre *Hedysarum* en Algérie. Thèse Magister, INA. El-Harrach. 131 p.
6. **Abdelguerfi A. et Laouar M., 2000.** Autoécologie des légumineuses spontanées d'intérêt fourrager et/ou pastoral en Algérie. In Sulas L. (ed.). *Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses = Légumineuses pour cultures fourragères, pâturages et autres usages en région méditerranéenne*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ .Proceeding of the 10 meeting of the Mediterranean sub-network of the FAO-CIHEAM International Cooperative Research and Development network on Pasture and Fodder Crops 04-09/04/2000, Sassari (Italy). *Cahiers Options Méditerranéennes*, vol.45: 97-101.
7. **Abdelguerfi A. et Abdelguerfi-Laouar M., 2002.** Les ressources génétiques d'intérêt fourrager et/ou pastoral: Diversité, collecte et valorisation au niveau méditerranéen. *Option Mediterraneennes*, Vol. 30 : 29-41.
8. **Abdelguerfi A., Laouar M., Tazi M., Gaddes N.E., 2000.** Présent et future des pâturages et des légumineuses fourragères en région méditerranéennes : cas du nord de l'Afrique et de l'Ouest de l'Asie. *Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses = Légumineuses pour cultures fourragères, pâturages et autres usages en région méditerranéenne*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ. Proceeding of the 10 meeting of the Mediterranean sub-network of the FAO-CIHEAM International Cooperative Research and Development Network on Pasture and Fodder Crops 04-09/04/2000, Sassari (Italy). *Cahiers Options Méditerranéennes*, vol.45: 461-467.
9. **Abdelguerfi-Berrekia R., Abdelguerfi A., Bounaga N., Guittoneau G.C., 1988.** Contribution à l'étude des espèces spontanées du genre *Hedysarum* en Algérie : Dénombrements chromosomiques chez 29 populations de 8 espèces. *Annales de l'institut national d'agronomie*, Vol.12 : 233-247.
10. **Abdelguerfi-Berrekia R., Abdelguerfi, A., Bounaga N., Guittoneau G.C., 1991.** Répartition des espèces spontanées du genre *Hedysarum* en relation avec certains facteurs de milieu en Algérie. *Fourrages*, Vol.126 :187-207.
11. **Addis, M., Cabiddu A., Pinna G., Decandia M., Piredda G., Pirisi A., Molle G., 2005.** Milk and cheese fatty acid composition in sheep fed mediterranean forages with reference to conjugated linoleic acid cis-9, trans-11. *J. Dairy Sci.* Vol.88, pp:3443–3454.
12. **Adem F., 2002.** Les ressources fourragères en Algérie : Déficit structurel et disparités régionales. (Analyse du bilan fourrager pour l'année 2001). <http://désertification.wordpress.com/2007/03/31/.gredaal.com/>.

13. **Aeschmann D., Lamber K., Moser S.M., Theurillat J.P., 2004.** Flora Alpina. Ed. Lycopodia-Apiacene, Paris, Vol.1, 1159p.
14. **Ait Aissa A., 1993.** Contribution à l'étude de la variabilité morphologique chez quelques populations spontanées de *Trifolium squarrosum* L. Thèse Ingénieur, INA. El-Harrach. 46 p.
15. **Anastasié R., 1999.** Phosphorus fertilization and seeding rate effects on Sulla (*Hedysarum coronarium* L.) forage production. In Sulas L. (ed.). *Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses = Légumineuses pour cultures fourragères, pâturages et autres usages en région méditerranéenne*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ. Proceeding of the 10 meeting of the Mediterranean Sub-Network of the FAO-CIHEAM, Inter-Regional Cooperative Research and Development Network on Pastures and Fodder Crops, 2000/04/04-09, Sassari (Italy). *Cahiers Options Méditerranéennes*, vol.45: 141-145.
16. **ANRH., 1993.** Carte pluviométrique de l'Algérie du nord. Moyennes annuelles ramenées à la période 1922/1960-1969/1989. Echelle 1/500 000. Cartes dressées par l'ANRH avec la collaboration scientifique de Jean-Pierre Laborde (URA 1476 du CNRS).
17. **Annicchiarico P., Abdelguerfi A., Ben Younes M., Bouzerzour H., Carroni A.M., Pecetti L., Tibaoui G., 2008.** Adaptation of Sulla cultivars to contrasting mediterranean environments. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol.59: 702-706.
18. **Azcon-Aguilar J.M., Barea R., Azcon R., Diaz-Rodriguez R.M., 1986.** Assessment of field situations for the feasibility of vesicular-arbuscular mycorrhizal, using a forage legume as test plant. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Vol.15: 241-282.
19. **Baatout H., Combes D., Marrakchi M., 1991.** Reproductive system and population structure in two *Hedysarum* subspecies: Genetic variation with and between populations. *Genome*, Vol.34: 396-406.
20. **Baatout H., Boussaid M., Combes D., Espagnac H., Figier J., 1976.** Contribution a la connaissance du genre *Hedysarum* en Tunisie. *Bulletin société Tunisienne*, Vol.11: 87-95.
21. **Baptist-Lamarck A.P., Pynus A., 1805.** Flores Françaises. Ed. Agasse, 955p.
22. **Bazzoffig P., Chisci C., Pagliai M., Papini R., Pellegrini S., Vignozzi N., 2001.** Association of Sulla and Atriplex shrub for the physical improvement of clay soils and environmental protection in central Italy. *Agriculture Ecosystems & Environment*, Vol. 84: 45-53.
23. **Beale P.E., Lahlou A., Bounejmate 2008.** Distribution of wild annual legume species in Morocco and relationship with soil and climatic factors. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol.59: 72-76.
24. **Beck et Reed J.D., 2001.** Tannins: anti-quality effects on forage protein and fiber digestion. *Bulletin of the Idaho forest, Wildlife and Range Experiment station*. pp.18-22.
25. **Belarbi A., 1998.** Comportement et évaluation de quelque espèce fourragère dans la région du Sétif. Thèse Ingénieur. INA. El-Harrach. 144p.
26. **Bell L., Llyod D., Bell K., Jonhson B., Teasdale K., 2003.** Seed softening in *Hedysarum spp.* New temperate forage legumes with great potential. The Australian Society of Agronomy, Proceeding of the 11th Australian Agronomy Society Conference.
27. **Bell L., Llyod D., Jonhson B., Teasdale K., 2005.** First year seed softening in three *Hedysarum spp.* in southern Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Vol.43: 1303-1310.

- 28. Ben Fadhel N., Zaouali Y., Boussaid M., 2000.** Aptitude de deux légumineuses pastorale *H.carnosum* et *A.uniflorum* jaub et spach a la réhabilitation des parcours en milieu aride de la Tunisie. *Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses = Légumineuses pour cultures fourragères, pâturages et autres usages en région méditerranéenne*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ. Proceeding of the 10 meeting of the Mediterranean sub-network of the FAO-CIHEAM international cooperative research and development network on pasture and fodder crops 04-05/04/2000.Sassari Italy. *Cahiers Options Méditerranéennes*, vol.45: pp 95-98.
- 29. Bendjilas A., 1989.** Contribution à l'étude de la variabilité morphologique chez quelques espèces spontanées du genre *Hedysarum* en Algérie. Thèse Ingénieur, INA. El-Harrach.80p.
- 30. Benguedouar A., Squartini A., 2006.** Caractérisation d'une nouvelle espèce du *Rhizobium* nodulant la légumineuse fourragère *Hedysarum coronarium* in Workshop international sur diversité des Fabacées fourragères et de leurs symbiotes : Applications biotechnologique, agronomique et environnementales. Alger ,19-22 février 2006, Ed. Abdelgeurfi A. pp.130-134.
- 31. Benguedouar A., Corich V., Giacomini A., Squartini A., Nuti M.P., 1997.** Characterization of symbiotic bacteria from the Mediterranean legume crop (*Hedysarum coronarium*) by multilocus enzyme electrophoresis. *Options Méditerranéennes*, Vol.127: 173-177.
- 32. Bennett S.J., 2003.** New perennial legumes for sustainable agriculture. University of Western Australia, p. 224.
- 33. Bensalem K., Berrekia R., Abdelguerfi A., 1989.** Contribution a l'étude des espèces spontanées du genre *Scorpiurus* en Algérie: Comportement en milieu expérimentale de 120 populations de 3 espèces. *Annales Institut. Agronomique*. Vol.12 : 220-231.
- 34. Benyounes R., 1991.** Etude de comportement de populations spontanées de neuf espèces du genre *Trifolium*. Thèse Ingénieur, INA. El-Harrach. 126 p.
- 35. Bermingham E., McNabb W.C., Sutherland Ian A., Sinclair R., Treloar B., Nicole C.R., 2006.** Whole-body valine and cysteine kinetics and tissue fractional protein synthesis rates in lambs fed Sulla (*Hedysarum coronarium*) and infected or not infected with adult *Trichostrongylus colubriformis*. *British Journal of Nutrition*, Vol. 96, n° 1, pp: 28–38.
- 36. Bermingham E.N., McNabb W.C., Sutherland Ian A., Sinclair R., Treloar B., Nicole C.R., 2007.** Intestinal, hepatic, splanchnic and hindquarter amino acid and metabolite partitioning during an established *Trichostrongylus colubriformis*, infection in the small intestine of lambs fed fresh Sulla (*Hedysarum coronarium*). *British Journal of Nutrition*, Vol. 98, n° 6, pp:1132–1142.
- 37. Berrekia R. et Abdelguerfi A., 1988.** Contribution à l'étude des espèces spontanées de genre *Hedysarum* en Algérie : Comportement en culture expérimentale de 113 populations appartenant a 6 espèces annuelles. *Annales de l'institut national d'agronomie*, vol.12 : 220-232.
- 38. Berrekia R., Abdelgeurfi A., Bounaga N., Guittonneau G.C., 1989.** Contribution à l'étude des espèces spontanées du genre *Hedysarum* en Algérie : IV. Etude biométrique de quelque populations d'*Hedysarum coronarium* et *Hedysarum flexuosum*, en essai de comportement et dans leurs milieu d'origine. *Annales de l'institut national d'agronomie*, Vol.13 :506-531.
- 39. Bojanusky W., Forgaxva A., 2007.** Atlas of seed and fruit of central and east European flora. Ed. Springer, 1046 p.

- 40. Bonanno A., Di Grigoli A., Stringi L., Di Miceli G., Giambalvo D., Tornambè G., Vargetto D., Alicata M.L., 2007.** Intake and milk production of goats grazing Sulla forage under different stocking rates. *Italian Journal of Animal Science*, Vol. 6 (Suppl. 1) : 605-607.
- 41. Borget M., 1989.** Les légumineuses vivrières. Ed. Maison Neuve et Laros, Paris, 161 p.
- 42. Borreani G., Cavaltarin L., Peretti P.G., Re G.A., Roggero P.P., Sargenti P., Sulas L., Tabacco E., 2000.** Quantifying Morphological Stage to improve crop management and enhance yield and quality of Sulla and Lucerne. In Sulas L. (ed.). *Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses = Légumineuses pour cultures fourragères, pâturages et autres usages en région méditerranéenne*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ. Proceeding of the 10 meeting of the Mediterranean sub-network of the FAO-CIHEAM international cooperative research and development network on pasture and fodder crops 04-05/04/2000.Sassari Italy. *Cahiers Options Méditerranéennes*, vol.45: 135-145.
- 43. Borreani G., Roggero P.P., Sulas L., Eugenia V.M., 2003.** Quantifying Morphological Stage to Predict the Nutritive Value in Sulla (*Hedysarum coronarium*). *Agronomy journal*, Vol. 95, n° 6, pp : 1608-1617.
- 44. Bouillet M.N., 1857.** Dictionnaire universelle des sciences et des lettres et des arts. Ed. Hachette, Paris, 1750 p.
- 45. Bousbaa F., 1996.** Etude de la symbiose, *Rhizobium-Hedysarum coronarium*, et essai de fabrication d'un inoculum. Thèse Magister. Univ. Constantine, 88p. +annexes.
- 46. Boussaid M., Ben Fadhel N., Trifi-Farah N., Marrakchi M., 1995.** Mediteranean species of *Hedysarum* genus. In genetic ressources of forage and grass plants. Ed. INRA. France, pp: 115-130.
- 47. Bravi R., Cazzola V., Sommovigo A., 2000.** Certification and production of Sulla seed in central and southern Italy. In *légumes for Mediterranean forage crops pastures and alternatives uses*. Proceeding of the 10 meeting of the Mediterranean sub-network of the FAO-CIHEAM international cooperative research and development network on pasture and fodder crops 04-05/04/2000.Sassari Italy. *Options Méditerranéennes*, Vol. 45: 385-386.
- 48. Bullitta S., Buillitta P., Saba P., 1995.** Seed production and its components in Sardinia; gérmplasmе of *Hedysarum coronarium* and *Hedysarum spinosissimum*. In *legumes for Mediterranean forage crops pastures and alternatives uses*. Proceeding of the 10 meeting of the Mediterranean sub-network of the FAO-CIHEAM international cooperative research and development network on pasture and fodder crops 04-05/04/2000.Sassari Italy. *Options Méditerranéennes*, Vol.45: 355-358.
- 49. Burke J.M., Waghorn G.C., McNabb W.C., Brookes I.M., 2004.** The potential of Sulla in Pasture-based Systems. *Animal Production in Australia*, Vol. 25 : 25-28.
- 50. Cabiddu A., Addis M., Pinna G., Decandia M., Sitzia M., Piredda G., Pirisi A., Molle G., 2006.** Effect of corn and beet pulp based concentrates on sheep milk and cheese fatty acid composition when fed Mediterranean fresh forages with particular reference to conjugated linoleic acid cis-9, trans-11. *Animal Feed Science and Technology*, Vol.131: 292-311.
- 51. Cabiddu A., Molle G., Decandia M., Spada S., Fiori M., Piredda G., Addis M., 2009.** Responses to condensed tannins of flowering Sulla (*Hedysarum coronarium* L.) grazed by dairy sheep .Part 2: Effects on milk fatty acid profile. *Livestock Science*, Vol. 123: 230-240.

- 52. Casella S., Gault R.R., Kenneth C., Reynolds K.C., Dyson J.R., Brockwell J., 1984.** Nodulation studies on legume exotic to Australia *Hedysarum coronarium*. *FEMS Microbiology Letters*, Vol.22: 37-45.
- 53. Chebouti A., 1993.** Comportement de 81 populations de *Medicago aculeata* et *Medicago orbicularis* dans deux zones agro-écologiques. Thèse Ingénieur, INA. El-Harrach, 111p.
- 54. Chehat F., 2001.** La question des fourrages en Algérie ; Actes de l'atelier national sur la stratégie de développement des cultures fourragères en Algérie : 10-12 Juin. Ed. Bellah, Amran, Djennadi Kheldoun. Alger.27-28p.
- 55. Chennaoui-Kourda H., Marghali S., Marrakchi M., Trifi-Farah N., 2007.** Genetic diversity of Sulla genus (*Hedysarum*) and related species using Inter-simple Sequence Repeat (ISSR). *Biochemical Systematic and Ecology*, Vol. 35:682-688.
- 56. Choi et Ohashi. 2003.** Infra generic system for *Hedysarum*. *Taxon*, Vol.52 :567-576.
- 57. Chriki A., Combes D., Marrakchi M., 1982.** Hérité et analyse chromatographique de la pigmentation des fleurs chez l'espèce *Hedysarum coronarium* L. *Agronomie*, Vol.10 : 915-922.
- 58. Chriki A., Combes D., Marrakchi M., 1984.** Etude de la compétition pollinique chez le Sulla (*Hedysarum coronarium* L., Légumineuse-Papilionacée). *Agronomie*, Vol.4 :155-159.
- 59. Christou P., 1992.** Engineering and in vitro culture of crop legume. Ed.CRC Presse, 307p.
- 60. Combes D., Espagnac H., Figuiet J., 1975.** Etude de populations naturelle d'*Hedysarum coronarium* L. du nord de la Tunisie. *Bulletin Société et Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, Vol. 66 :107-122.
- 61. Corich V., Giacomini A., Alessio C., Reinhard S., Tichy H.V., Squartini A., Nuti M., 2001.** Comparative strain typing of *Rhizobium Léguminosae* naturel populations. *Canadian Journal of Microbiology*, Vol.47 : 580-584.
- 62. Croker G. et Hackney B., 2008.** Sulla. [www.dpi.nsw.gov.au], Primefact 745.NSW.Département de l'industrie primaire.
- 63. Croker G. et Sanson P., 2008.** New Pasture Legumes for Grazing, Forage and Crop Rotations. [www.dpi.nsw.gov.au].
- 64. De koning C., Croker G., Schutz P., 2008.** Developing production systems for the newly released varieties of the biennial forage legume Sulla (*Hedysarum coronarium* L.). Australian Society of Agronomy. [www.regional.org.au/au/asa/dekoning.htm].
- 65. De Mei M. et Di Mauro M., 2006.** Study of some characteristic Mediterranean vegetation species best suited for renaturalization of terminal-phase municipal solid waste (MSW) landfills in Puglia (Southern Italy). *Acta Oecologica*, Vol.30: 78-87.
- 66. Decondolle A., 2008.** Origin of cultivated plant. Ed. Read Books, 492 p.
- 67. Dhan S., Zribi K., Jeddi F., Aouani M.E., Zouaghi M., 2006.** Enquête sur la nodulation de *Hedysarum coronarium* (variété Bikra 21) en Tunisie in Workshop international sur diversité des Fabacées fourragères et de leurs symbiotes: Applications biotechnologique, agronomique et environnementales. Alger, 19-22 février 2006, Ed. Abdelgeurfi A. pp.249-252.
- 68. Dilworth M.J. et Evank J., 2008.** Nitrogen fixing leguminous symbioses. Ed. Springer, 402 p.
- 69. Dixon R.A. et Sumner L.W., 2003.** Legume Natural Products: Understanding and Manipulating Complex Pathways for Human and Animal Health. *Plant Physiology*, Vol.131: 878-885.

70. **Djilali S., 1993.** Contribution a l'étude de la biologie florale chez quelque espèces annuelle spontanées de genre *Hedysarum* Thèse Ingénieur. INA. El-Harrach 100 p. +Annexes.
71. **Dommergues Y. et Manggno T., 1970.** •cologie microbienne du sol. Ed. Masson, Paris, 796 p.
72. **Doree A., 2000.** Flore pastorale de montagne ; les graminées et d'autre plante fourragères : clé de détermination au stade végétative ; description et qualités fourragères. Ed. Quae, Paris. 227p.
73. **Douglas G.B., Donkers P., Foote A.G., Barry T.N., 1993.** Determination of extractable and bound condensed tannins in forage species. Proceedings of the XVII International Grassland Congress, Palmerstone North, *New Zealand Grassland Association*. Vol.1: 206-210.
74. **Douglas G.B., Steinezen M.C., Waghorn C., Foote A.G., 1999.** Effects of condensed tannins in birds foot Trefoil (*Lotus corniculatus*) and Sulla (*Hedysarum coronarium* L) on body weight, carcass fat, depth and wool growth of lambs in New Zealand. *New Zealand journal of Agricultural Research*, Vol.42: 55-64.
75. **El-Gazzah M. et Chalabi N., 1993.** Conséquences des échanges géniques entre deux types morphologiques «érigé » et «prostré » chez le Sulla (*Hedysarum coronarium* L.) In Le progrès génétique passe-t-il après le repérage de l'inventaire des gènes. Ed. John Libbey .Paris, pp. 333-345.
76. **Engel C., 2003.** Wild health: Lessons in natural wellness from the animal kingdom. Ed. Houghton Mifflin Harcourt.288p.
77. **Ewing M., Poole C., Skinner P., Bennett A., 2001.** Sulla and other forage species for southern Australia. A report rural industries research and Development Corporation. RIRDC Publication No 01/41. RIRDC Project No UWA-30A. 32p.
78. **Ferdinaud J., 1850.** Dictionnaire de Botanique pratique. Ed. Librairie de ferming Didot. Paris.726p.
79. **Figier J., Espagnac H., Combes D., 1977.** Etude des populations naturelles d'*Hedysarum coronarium* L. dans le nord de la Tunisie, comparaison en milieu expérimental. *Bulletin société botanique*, Vol.124 :529-541.
80. **Figier J., Espagnac H., Gombes D., Franillon G., 1978.** Mise en évidence de deux types morphologiques dans les populations naturelles d'*Hedysarum coronarium* en Tunisie par une analyse multi variable. *Revue générale de botanique*, Vol.85 : 21-62.
81. **Flores F., Gutierrez J.C., Lopez J., Moren M.T., Cubero J.I., 1997.** Multivariate analysis approach to evaluate a gérmplasm collection of *Hedysarum coronarium* L. *Genetic Resources and Crop Evolution*, Vol.44: 545-555.
82. **Foote A.G., 1988.** Local cultivar adaptation of Mediterranean Sulla. *New Zealand journal of Agriculture*, Vol.153: 25-27.
83. **Foster B., Yates, Nichelos H., 2000.** A new variety of Sulla (*Hedysarum coronarium*) for forage production in southern Australia. www.clima.uwa.edu.au. CLIMA/sulla.doc
84. **Genier G., 1985.** Evolution de la culture des légumineuses en France.in *Nutrition Azoté des légumineuses*. Ed. INRA. Paris, 258p.
85. **Gen-Stat 2003.** Logiciel statistique, version 3.
86. **Ghoubay A. et Abdelguerfi A., 1989.** Contribution à l'étude des espèces spontanées du genre *Trifolium* L. en Algérie. 3. •tude comparative de quelques caractères se rapportant aux graines et aux infrutescences chez 13 espèces. *Annals de l'Institut National Agronomique*, vol.13 n°2: 343-353.

- 87. Giovannetti M. et Hepper C.M., 1985.** Vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in *Hedysarum coronarium* and *Onobrychis viciifolia*: Host-endophyte specificity. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol.17: 899-900.
- 88. Glatzle A., Schulte-Batenbrock T., Brockwell J., 1986.** Symbiotic incompatibility between two forage species of *Hedysarum*, grown in Morocco, and their homologous *Rhizobia*. *FEMS Microbiology Letters*, Vol.37 : 39-43.
- 89. Goumiri R., 1987.** Contribution à la détermination de la qualité fourragère de quelques légumineuses spontanées en Algérie des genres : *Hedysarum* L., *Medicago* L., *Onobrychis* Adan, *Scorpiurus* L. et *Trifolium*. Thèse Ingénieur. INA : El-Harrach, 105p.
- 90. Goumiri R. et Abdelgeurfi A., 1991.** Contribution à l'étude des espèces spontanées de la tribu des *Hedysarées* en Algérie : Analyse chimique du fourrage au stade végétatif. In Actes du quatrième congrès international sur les terres de parcours. 22-26 Avril, Montpellier (France), pp : 379-380.
- 91. Guy R. et Betoutain B., 1971.** Culture fourragères tropicale. Ed. CIRAD, 370 p.
- 92. Halila M.H., Dahmane A.B.K., Salkani A.K., 1988.** The role of legume in the farming system of Tunisia. In legumes for Mediterranean forage crops pastures and alternatives uses. Proceeding of the 10 meeting of the Mediterranean sub-network of the FAO-CIHEAM international cooperative research and development network on pasture and fodder crops 04-09/04/2000. Sassari Italy. *Options Méditerranéennes*, Vol.45: 146-154.
- 93. Hamadache A., 2000.** Les ressources fourragères en Algérie. Ed. ITGC. Alger. Bulletin de vulgarisation agricole. Document en langue arabe. 35p.
- 94. Hamallt P., 2001.** Mansfield's encyclopedia of agriculture and horticultural crops. Ed. IPGR, 3380p.
- 95. Hannachi-Salhi A., Combes D., Baatout H., Figier J., Marrakchi M., Boussaid M., Trifi-Farah N., 2009.** Evaluation des ressources génétique des espèces du genre *hedysarum* dans le bassin méditerranéen. *PGR newsletter*, Issue n°130, Ed. Bioversity international-FAO. pp : 65-72.
- 96. Haudricourt A.G. et Hédin L., 1987.** L'homme et les plantes cultivés. Ed. Metailié, 281p.
- 97. Hommel R. et Rejnont P., 1947.** Apiculture. Ed. J.B. Bailier. Paris. 301p.
- 98. Hoskin O.S., Barry T.N., Wilson P.R., Charleston W.A.G., Kemp P.D., 1999.** Growth and carcass production of young farmed deer grazing Sulla (*Hedysarum coronarium*), Chicory (*Chicorium intybus*), perennial Ray gras (*Lolium perenne*) and White clover (*Trifolium repens*) pastures in new Zealand. *New Zealand of Agriculture Research*, Vol.42: 83-92.
- 99. Huyghe C., 2005.** Un point sur la flore des prairies et culture fourragères en France entre logique de production et enjeux territoriaux. Ed. Quae, Paris. 202p.
- 100. Iannucci A., Terribile M.R., Martiniello P., 2008.** Effects of temperature and photoperiod on flowering time of forage legumes in a Mediterranean environment. *Field Corps Research*, Vol.106:156-162.
- 101. Issolah R., 2007.** Analyse de la variabilité morphologique et caryologique de populations Algérienne de l'espèce *Hedysarum coronarium*. Thèse Doctorat, INA. El-Harrache, 76p.
- 102. Issolah R., 2008.** Les fourrages en Algérie: Situation et perspectives de développement et d'amélioration. *Recherche Agronomique*, Vol.22 :34-47.
- 103. Issolah R. et Abdelguerfi A., 1998.** Etude de la variabilité de 31 populations spontanées de *Trifolium compestre* Schreb. Relation avec les facteurs du milieu d'origine. *Recherche Agronomique*, INRAA n° 2 :43-54.

- 104. Issolah R. et Abdelguerfi A., 1999.** Variability within 31 spontaneous populations of *Trifolium scabrum* L. Nature of relations with factors of the site of origin. At the conference « *Dynamics and sustainability of Mediterranean pastoral systems* ». IX Meeting of the Mediterranean Sub-Network of the FAO-CIHEAM Inter-Regional Cooperative Research and Development Network on Pastures and Fodder Crops, 1997/11/26-29, Badajoz (Spain). *Cahiers Options Méditerranéennes*. Vol.39:123-127.
- 105. Issolah R. et Abdelguerfi A., 2004.** Variabilité morphologique chez plusieurs trèfles spontanés en Algérie. *Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens = Rangeland and pasture rehabilitation in Mediterranean areas*. Zaragoza (Spain) : CIHEAM-IAMZ, 11^{ème} Réunion du sous-réseau ressources fourragères méditerranéennes du réseau coopératif interrégional FAO-CIHEAM de recherche et développement sur les pâturages et les cultures fourragères, 2002/10/29-2002/11/01, Djerba (Tunisia). *Cahiers Options Méditerranéennes*, Vol.62 : 81-84.
- 106. Issolah R., and Abdelguerfi A., 2010.** Morphological study within some Algerian populations of *Trifolium bocconeii* Savi. 13th Meeting of the FAO-CIHEAM Sub-Network on Mediterranean pastures and fodder crops. Alicante (Spain). April 2010. *Options Méditerranéennes*. Série A : Mediterranean Seminars. Number 92 : 109-111.
- 107. Issolah R. and Khalfallah N., 2006.** Analyses of the morphophysiological variation within some Algerian populations of *Sulla* (*Hedysarum coronarium* L.). *Journal of Biological Science*, Vol.7:1082-1091.
- 108. Issolah R. and Khalfallah N., 2010.** Variation of the bloom and fruiting within fourteen Algerian populations of *Sulla*. 13th Meeting of the FAO-CIHEAM Sub-Network on Mediterranean pastures and fodder crops. Alicante (Spain). April 2010. *Options Méditerranéennes*. Série A : Mediterranean Seminars. Number 92 : 135-138.
- 109. Issolah R. et Yahiaoui S., 2008.** Phénological variation within several Algerian populations of *Sulla* (*Hedysarum coronarium* L., Fabaceae). Tavares de Sousa M.M. (ed.). *Sustainable Mediterranean grasslands and their multi-functions = Les pâturages méditerranéens durables et leur multi-fonctionnalité*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ / FAO / ENMP / SPPF. The 12 Meeting of the Sub-Network on Mediterranean Forage Resources of the FAO-CIHEAM Inter-regional Cooperative Research and Development Network on Pastures and Fodder Crops, 2008/04/09-12, Elvas (Portugal). *Options Méditerranéennes*, séries A (Séminaires Méditerranéens) n° 79: 385-388.
- 110. Issolah R., Benhizia H., and Khalfallah N., 2006.** Karyotype variation within some natural populations of *Sulla* (*Hedysarum coronarium* L., Fabaceae) in Algeria. *Genetic Resources and Crop Evolution*, Vol.53:1653-1664.
- 111. Issolah R., Yahiaoui S., Yassa S., Beloued A., Kerkouche R., Makhlouf A., Kherraz R., Terki N., Mansour B., Hamdaoui A., 2001.** Comportement de vingt populations spontanées de *Sulla* (*Hedysarum coronarium*) en Algérie. Les actes des 3^{ème} journées de l'INRAA sur l'Agriculture de montagne. Développement régional et régionalisation de la recherche. Bejaia, les 11-12 Avril 2001, pp : 209-222.
- 112. Julier B., Hugghe J.C., Emile 2003.** Variation pour la dégradation des protéines de quatre espèces de légumineuse fourragères. *Fourrage*, Vol.175 : 367-371.
- 113. Khaber D., 1992.** Caractérisation de 3 populations de *Trifolium stellatum* à partir de données biométriques et caryologiques. Thèse Ingénieur, INA. El-Harrach, 74p. +Annexes.
- 114. Khaldoun A., Amroun R., Djennadi F., 2001.** Développement des fourrages en Algérie dans le cadre du plan national de développement agricole (PNDA). *Céréaliculture*, Vol.34 :46 p.
- 115. Khedim A., Abdelguerfi-Louar M., M'hammedi-Bouzina M., Bellague A., Chedjerat A., Abbas K., Huguet T., Aouani M.E., Abdelguerfi A., 2006.**

Caractérisation morphologique des quatre espèces de la section des intertexta du genre *Medicago* in Workshop international sur diversité des Fabacées fourragères et de leurs symbiotes : Applications biotechnologique, agronomique et environnementales. Alger ,19-22 février 2006, Ed. Abdelguerfi A. pp.84-86.

116.Khelil-Zoghalmi A. et Hassen H., 2006. •cologie et distribution des légumineuses fourragères et pastorales en Tunisie in Workshop international sur diversité des Fabacées fourragères et de leurs symbiotes : Applications biotechnologique, agronomique et environnementales. Alger ,19-22 février 2006, Ed. Abdelguerfi A. pp.21-25.

117.Labidis S., Tissernt B., Hadj Sahnoun A., Jeddi F., Sanaa M., Ben el Hadj S., Grandomongin Ferjani A., 2008. Intérêt de l'endomycorhization dans le développement d'une fabacée (*Hedysarum coronarium*) sur un sol de Tunisie riche en calcaire actif : Journée francophone mycorhize. Djon, France, 4-5 Septembre, poster 22 pp : 43

118.Lacoste Y. et Salanon R., 1999. Eléments de biogéographie et d'écologie: Une compréhension de la biosphère par l'analyse des composantes majeurs des écosystèmes. Ed. Nathan, Paris, 2e édition, 318p.

119.Laouar M., 1998. Phénologie et biométrie de quelque population de *Medicago intertexta*. Thèse Ingénieur, INA. El-Harrach, 111p.

120. Laouar M. et Abdelguerfi A., 2000. •tude de complexe d'espèces *Medicago-Oculaiaris-M intertexta* : Caractérisation des différents types d'infrutescence. In legumes for Mediterranean forage crop pasture and alternatives uses. Proceeding of the 10 meetings sub network of FAO-CHEAM inter-regional cooperative research and development network and fodder crop. 04-09/04/2000. Sassari (Italy). *Options Méditerranéennes*, Vol.45: 39-42.

121.Lapeyronie A., 1982. Les productions fourragères méditerranéennes: *Généralités, caractères botaniques et biologiques*. Ed. Maison neuve et laros, 425p.

122.Lassey K.R., Woodward S.L. Waghorn, G.C. Laboyrie, P.G. 2006. On feeding legume forage containing condensed tannins to dairy cows to reduce methane emissions. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, Vol.62 : 227-230.

123.Latham L.J. et Jones R.A.C. 2005. Alfalfa mosaic and pea seed-borne mosaic viruses in cool season crop, annual pasture, and forage legumes: Susceptibility, sensitivity, and seed transmission. *Australasian Plant Pathology*, Vol. 34, n° 2:265-267.

124.Le Houerou H.N., 1995. Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique: Diversité biologique, Développement durable et désertification. *Options Méditerranéennes*, Série B:Etude et Recherche, Vol .10 :396-407.

125.Le Houerou H.N., 2006. Les légumineuses fourragères dans la flore de la zone isoclimatique méditerranéenne in Workshop international sur diversité des Fabacées fourragères et de leurs symbiotes : Applications biotechnologique, agronomique et environnementales. Alger ,19-22 février 2006, Ed. Abdelguerfi A. pp.15-20.

126.Lees G., Gruber M.Y., Suttill N.H., 1995. Condensed tannins in Sainfoin: Occurrence and changes during leaf development. *Canadian Journal of Botany*, Vol. 73:1540-1457.

127.Lemery N. et Morelot S., 1847. Nouveau dictionnaire des drogues et composés. Ed.IMP de Valade, 678 p.

128.Letourmy p. 1999. Expérimentation agronomique planifié (support de cours). Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), 50p.

- 129.Lombardi P., Stagliano N., Talamucci P., 2000.** Role of some legume in the restoration of burned forest areas. *In legumes for Mediterranean forage crops pastures and alternatives uses. The proceeding of the 10 meeting of the Mediterranean sub-network of the FAO- CHEAM inter-regional Cooperative Research and Development network and fodder crop. 04-09/04/2000.Sassari (Italy). Options Méditerranéennes, Vol.45: 423-425.*
- 130.Lombardi P., Argenti G., Sabatini S., Pardini A., 2000.** Productive and eco physiological characteristics of some varieties of Sulla (*Hedysarum coronarium*) in Mediterranean area of Tuscany. *In legumes for Mediterranean forage crop pasture and alternatives uses. The proceeding of the 10 meeting of the Mediterranean sub-network of the FAO- CHEAM inter-regional cooperative research and development network and fodder crop. 04-09/04/2000.Sassari (Italy). Options Méditerranéennes, Vol.45:281-285.*
- 131.Louati-Namouchi I., Louati M., Chriki A., 2000_a.** A quantitative study of some agronomic characters in Sulla (*Hedysarum coronarium* L.). *Agronomy, Vol.20, n°2, pp : 223-231.*
- 132.Louati-Namouchi I., Louati M., Chriki A., 2000_b.** Mating system and multiple paternity in Sulla (*Hedysarum coronarium* L.). *Agronomy, Vol.20, n°6, pp:655-663.*
- 133.Loveau J. et Abed L., 1984.** Les miels d'Afrique du nord et leur spectre pollinique . *Apidologie, Vol.15 :145-170.*
- 134.M'hammedi-Bouzina M., 1989.** Contribution à l'étude des graines de certaines légumineuses fourragères spontanées en Algérie. Thèse Ingénieur, INA. El-Harrach, 71p.
- 135.Maameri F., 1989.** Contribution à l'étude biométrique des gousses et des graines de huit espèces (81 populations) des luzernes annuelles spontanées en Algérie. Thèse Ingénieur, INA. El-Harrach, 124p. +annexes.
- 136.Marghali S., Panaud O., Lamy F., Ghariani S., Sarr A., Marakchi M., Trifi-Farah N., 2005.** Exploration of intra and inter populations genetic diversity in *Hedysarum coronarium* L. by AFLP markers. *Genetic Resources and Crop Evolution, Vol.52: 277-284.*
- 137.Martiniello P., 1998.** Influence of agronomic factors on the relationship between forage production and seed yield in perennial forage grasses and legumes in a mediterranean environment. *Agronomy, Vol.18:591-601.*
- 138.Martiniello P. et Ciola A., 1994.** The effect of agronomic factors on seed and forage production in perennial legume Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) and French honeysuckle (*Hedysarum coronarium* L.). *Grass and forage science, Vol.49: 121-129.*
- 139.Martiniello P., Laudadio V., Pinto V., Giruzzi B., 2000.** Influence des techniques de culture sur la production du Sulla et du Sainfoin en milieu méditerranéen. *Fourrage, Vol.161:53-59.*
- 140.Massini D., 2006.** Study of some characteristic Mediterranean vegetation species best suited for renaturalization of terminal phase principal solid waste (MSW) landfills in Puglia (Southern Italy). *Acta Oecologica, Vol.30: 78-87.*
- 141.Masson P. et Gintzbutger G., 2000.** Les légumineuses fourragères dans le système de production méditerranéens ; utilisation alternatives. *In legumes for Mediterranean forage crops pastures and alternatives uses. Proceeding of the 10 meeting of the Mediterranean sub-network of the FAO-CIHEAM international cooperative research and development network on pasture and fodder crops 04-09/04/2000.Sassari (Italy). Options Méditerranéennes.Vol.45:395-406.*
- 142.Maxted N. et Bennett J.S. 2001.** Plant genetic resources of legume in the Mediterranean. Ed. Springer. 378 p.

- 143. Mckirdy S.J., Jones R.A.C., Latham J., Coutts B.A., 2000.** Bean yellow mosaic virus infection of alternative annual pasture, forage and cool season: susceptibility and senility seed transmission. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol.51:325-346.
- 144. Mefti M., 1993.** Comportement de 112 populations de *Medicago polymorpha* et *Medicago truncatula* dans deux zones agro écologiques. Thèse Ingénieur : INA. El-Harrach, 118 p.
- 145. Meziani M., 1994.** Comportement et évaluation de quelques populations du genre *Medicago* dans la région de Sétif. Thèse Ingénieur: INA. El-Harrach, 156p.
- 146. Meziani M., Louar M., Abbas K., Mebarkia A., Madani T., Abdelguerfi A., 2006.** •tude de comportement de quelques populations d'une Luzerne annuelle: *Medicago aculeata*, dans une zone semi aride d'Algérie in Workshop international sur diversité des Fabacées fourragères et de leurs symbiotes: Applications biotechnologique, agronomique et environnementales. Alger, 19-22 février 2006, Ed. Abdelguerfi A. pp.270-273.
- 147. Microsoft Office Excel 2007.** Partie de Microsoft office Professional Plus 2007. © 2006 Microsoft Corporation
- 148. Min B.R. et Hart S.P., 2003.** Tannins for suppression of internal parasite. *Journal of Animal Science*, Vol. 81:102-109.
- 149. Min B.R. Barry T.N., Atwood G.T., McNabb W.C., 2003.** The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. *Animal Feed Science and Technology*, Vol.106: 3-19.
- 150. Ministère de l'Agriculture et de Développement Rurale, 2002.** Statistiques Agricoles. 2001/2002.Série B.
- 151. Ministère de l'Agriculture et de Développement Rurale, 2007.** Statistiques Agricoles. 2006/2007.Série B
- 152. Mokrani M., 1996.** Phénologies et biométrie de quelques populations spontanées de *Scorpiurus verticillatus* L. Thèse Ingénieur, INA. El-Harrach, 115p.
- 153. Molle C., 1980.** Fourrage. Ed. La maison Rustique. Paris, p. 302.
- 154. Molle G., Decandia M., Cabbidu A., Loudou S.Y., Cannas 1990.** The Sulla (*Hedysarum coronarium* L.) as a complement of a grass-based farming system: Effect of time allowance of Sulla pasture upon intake and performance of dairy ewes. pp.35-40.
- 155. Molle G., Decandia N., Fois S., Lougios A., Cabiddu C., Sitzia M., 2003.** The performance of Mediterranean dairy sheep given access to Sulla (*Hedysarum coronarium* L.) and annual ryegrass (*Lolium rigidum* Gaudin) pastures in different time proportions. *Small Ruminant Research*, Vol.49: 319-328.
- 156. Molle G., Decandia M., Cabiddu S.Y., Landau A., Cannas 2008.** An update of the nutrition of dairy sheep grazing Mediterranean pastures. *Small Ruminant Research*, Vol.77: 93-112.
- 157. Molle G., Decondia M., Giovanetti V., Cabiddu A., Fois N., Sitzia M.A., 2009.** Responses to condensed tannins of flowering Sulla (*Hedysarum coronarium* L.) grazed by dairy sheep: Part 1: Effects on feeding behavior, intake, diet digestibility and performance. *Livestock Science*, Vol.123 : 230-240.
- 158. Molle G., Sitzia M., Decandia M., Fois N., Cabiddu A., Scane G., Ligio S., 2009.** Responses to condensed tannins of flowering Sulla (*Hedysarum coronarium* L.): Part 1: Effects on feeding behavior, intake, and diet digestibility. *Livestock Science*, Vol.123: 138-146.

- 159. Mozo T., Cabrera E., Ruiz-Argueso T., 1988.** Diversity of plasmid profiles and conservation of symbiotic nitrogen fixation gene in newly isolated *Rhizobium* strain nodulating Sulla (H.C). *Applied and environmental Microbiology*. Vol.54 :1262-1267.
- 160. Murchex Fleurit A., Allumend C.J., 2005.** Les composés phénologiques des végétaux: Un exemple de métabolite secondaire. Ed. PPVR Presses Polytechnique, 191p.
- 161. Nichols P.G.H., Loi A., Nutt B.J., Craig A.D., Pengelly B.C., Dear B.S., Liyod D.L., Revell C.K., 2007.** New annuals and short lived perennial pasture legume for Australian Agriculture: 15 years of revolution. *Field Crop Research*, Vol.104: 10-23.
- 162. Nichols P.G.H., Rogers M.E., Craig A.D., Albertsen T.O., Miller S.M., McClemnts D.R., Hughes S.J., D'antuono M.F., Dear B.S., 2008.** Production and persistence of temperate perennial grasses and legumes at five saline sites in southern Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Vol.48: 536-552.
- 163. Niezen J.H., Waghorn T.S., Charleston W. A. G., Waghorn G. C., 1995.** Growth and gastrointestinal nematode parasitism in lambs grazing Either Lucerne (*Medicago sativa*) or Sulla (*Hedysarum coronarium*) which contains condensed Tannins. *Journal of Agricultural Science*, Vol.125: 281-289.
- 164. Niezen J.H., Charleston W.A.G., Robertson H.A., Shelton D., Waghorn G.C., Green R., 2002.** The effect of feeding Sulla (*Hedysarum coronarium*) or Lucerne (*Medicago sativa*) on lamb parasite burdens and development immunity to gastrointestinal parasites. *Veterinary Parasitology*, Vol. 105, n°3, pp:229-245
- 165. Niezen J.H., Robertson H.A., Warghorn G.C., Charleston W.A.G., 1998.** Production, faecal egg counts and worm burdens of ewe lambs which grazed six contracting forages. *Veterinary Parasitology*. Vol.80: 15-27.
- 166. Nouad N.A., 2001.** Alternatives fourragères en zones semi arides. Actes de l'atelier national sur la stratégie de développement des cultures fourragères en Algérie : 10-12 Juin. Ed. Bellah, Amrani, Djennadi, Khaldoun. Alger pp : 12-17.
- 167. Noutfia A., 2008.** Sulla. Tawassol : Bulletin trimestriel d'information du centre régionale de la recherche agronomique de Tanger. Ed. INRAM, 18 p.
- 168. Oddo P.L., Baldi M., Accorti M., 1990.** Diastic activity in some unifloral honey *Apidologie*, Vol.21:17-24.
- 169. Oddo P., Piazza M.C., Pulcini P., 1999.** Invertase activity in honey. *Apidologie*, Vol.30: 57-65.
- 170. Oddo P., Piazza M.G., Sabatini A.G., Accorti M., 1995.** Characterization of unifloral honeys. *Apidologie*, Vol.26: 453-465
- 171. Office National Interprofessionnel du lait 2009.** Données sur la filière lait en Algérie. Rapport annuel de l'ONIL, 10p.
- 172. Oumata S., 1994.** Phénologie et biométrie de quelques populations de *Medicago scutellata*. Thèse Ingénieur, INA. El-Harrach, Alger, 78p. +Annexes.
- 173. Ouzzane A., 1988.** Contribution à l'étude du développement du système racinaire chez quelques légumineuses spontanées d'intérêt fourragères en Algérie. Thèse Ingénieur, INA. El-Harrach, 60 p.
- 174. Ouzzane A. et Abdelguerfi A., 1989.** •tude de développement du système racinaire en Minirhizotron chez quatre légumineuses spontanées en Algérie. *Annales de l'Institut National d'Agronomie*, Vol.13 : 568-580.
- 175. Patene C., 2000.** Influence of temperature on seed germination of a Sulla sweetvetch (*Hedysarum coronarium* L.) population collected in a hilly area of Southern Italy. *Seed science and technology*, vol. 28, n° 3, pp. 887 – 890.
- 176. Peiretti P.G., 2005.** Prediction of the gross energy value of Mediterranean forages. *Journal of Food, Agriculture & Environnement*, Vol.3:102 - 104.

- 177. Pesson P. et Leveau, 1984.** Pollinisation et production végétale. Ed. QUAE, 663p.
- 178. Piluzza G., Bullitta S., Deroma M., Odoardi M., 2000.** The accumulation of condensed tannins in local populations of Sulla. *Légumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses = Légumineuses pour cultures fourragères, pâturages et autres usages en région méditerranéenne*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, 2000. The 10 Meeting of the Mediterranean Sub-Network of the FAO-CIHEAM Inter-Regional Cooperative Research and Development Network on Pastures and Fodder Crops, 2000/04/04-09, Sassari (Italy). *Cahiers Options Méditerranéennes*, Vol.45: 199-202.
- 179. Pomoroy W.E. et Adlington B.A., 2006.** Efficacy of short-term feeding of Sulla (*Hedysarum coronarium*) to young goats against a mixed burden of gastrointestinal nematodes. *Veterinary parasitology*, Vol.136: 363-366.
- 180. Popanastasis V.D. et Papchristou T.G., 2000.** Agronomic aspect of forage legumes management and forage quality in legumes for Mediterranean forage crops pastures and alternatives uses. Proceeding of the 10 meeting of the Mediterranean sub-network of the FAO-CIHEAM international cooperative research and development network on pasture and fodder crops 04-05/04/2000.Sassari (Italy). *Options Méditerranéennes*, Vol.45:113-126
- 181. Priolo A., Bella M., Lanza M., Galofaro V., Biondi L., Barbagallo D., Ben Salem H., Pennisi P., 2005.** Carcass and meat quality of lambs fed fresh Sulla (*Hedysarum coronarium*) with or without polyethylene glycol or concentrate. *Small Ruminant Research*, Vol.59: 281-288.
- 182. Pullauht T., 2006.** Encyclopedia of world medicinal plants. Ed. Health fitness, 242 p.
- 183. Quezel P. et Santa C., 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie. Et des régions désertiques méridionales. Ed .CNRS. France, 178p.
- 184. Rahmann G. et Seip H., 2008.** Bioactive forage and phytotherapy to cure and control endo-parasite diseases in sheep and goat farming systems – a review of current scientific knowledge. Institute of Organic Farming, *Agricultural Research Centre (FAL)* 16p.
- 185. Ramirez-Restrepo C.A. et Barry T.N., 2005.** Alternative temperate forages containing secondary compound for improving sustainable productivity in grazing ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, Vol.120: 179-201.
- 186. Reyley M.J., Lioyd D.L., Johnson B., Teasdale K.C., Mackie J.M., 2005.** Rhizoctonia crown and root rot of the pasture legume, Sulla (*Hedysarum coronarium*). *Australian Plant Pathology*, Vol.33: 183-188.
- 187. Rezig M., Sahli A., Benjeddi-Harbaoui Y., 2008.** Système du culture intercalaire et possibilités d'amélioration de l'utilisation de l'eau d'irrigation a l'échelle de la parcelle: cas de la pomme de terre. Communication personnelle.
- 188. Rodriguez-Navarro D.N., Temprano F., Orive R., 1991.** Survival of *Rhizobium* sp. (*Hedysarum coronarium* l.) on peat-based inoculants and inoculated seed. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 23:375-379.
- 189. Randia et Araba A., 1986.** Utilisation des productions fourragères. Ed. J.Labby, Paris, pp.321-377.
- 190. Roy N.C., Sinclair B.R., Treloar B., Kirk A., Peters J., Tavendale M., McNabb W.C., 2004.** The effects of condensed tannins in Sulla (*Hedysarum coronarium*) On Valine Kinetics in the Ovine Mammary Gland. *Animal Production in Australia*, Vol.25: 148-151.
- 191. Rozier F., chipte J.A., Thai A., 1796.** Cours d'agriculture, théorique, pratique et économiques. Tome 9. Ed. Delain fils librairie, 560p.

192.Saaidia A., 1981. •tude de la fixation biologique de l'azote atmosphérique chez trois espèces de légumineuse. Thèse Ingénieur. INA, El-Harrach, 43p.

193.Sanchez-Diaz M., Diaz M., Hekneby M., Antolin M.C., 1999. Cold tolerance of forage legume growing in controlled Mediterranean condition. *In legumes for Mediterranean forage crops pastures and alternatives uses*. Proceeding of the 10 meeting of the Mediterranean sub-network of the FAO-CIHEAM international cooperative research and development network on pasture and fodder crops 04-05/04/2000.Sassari (Italy). *Options Méditerranéennes*, Vol.45:265-270

194.Saouali A., 1992. Contribution a l'étude de système de reproduction de quatre espèces spontanés du genre *Hedysarum*: *H.coronarium*; *H.flexuosum*, *H.carnosum* et *H.spinossissimum*. Thèse Ingénieur. INA. El-Harrach, Alger. 94p.

195.Satta A., Acciaro M., Floris L., Lentini A., Sulas L., 2000. Insect pollination of Sulla (*Hedysarum coronarium*) and its effect on seed production in Mediterranean environment. *Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses = Légumineuses pour cultures fourragères, pâturages et autres usages en région méditerranéenne*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ: The 10 Meeting of the Mediterranean Sub-Network of the FAO-CIHEAM Inter-Regional Cooperative Research and Development Network on Pastures and Fodder Crops, 2000/04/04-09, Sassari (Italy). Cahiers *Options Méditerranéennes*, Vol.45: 373-377.

196.Senhadri-Maamri F., Rahal Bouziane H., Rahmani D.H., Abdelguerfi A., 2000. •tude biométrique des gousses et des graines de populations de deux générations de *Medicago truncatula* Gaert. *Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses = Légumineuses pour cultures fourragères, pâturages et autres usages en région méditerranéenne*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ. (10.Meeting of the Mediterranean Sub-Network of the FAO-CIHEAM Inter-Regional Cooperative Research and Development Network on Pastures and Fodder Crops, 2000/04/04-09, Sassari (Italy). Cahiers *Options Méditerranéennes*, Vol.45:249-253.

197. Si-Ziani Y., 1992. •valuation de 112 populations de deux espèces de *Medicago* dans deux zones agro-écologiques. Thèse Ingénieur, INA. Alger, 131p.

198. Si-Ziani et Bouleberhan 2001. Bilan fourrager : Comparaison offre/besoins. Premier atelier national sur le développement des cultures fourrager en Algérie. Alger, pp. 20-26.

199.Southwell R.I. et Crocker G.J., 2005. *Hedysarum*-a new susceptible host for *Phytophthora medicagnis*. *Australasian Plant Pathology*, Vol. 34:265-267.

200. Spichiger R.E., Figeat M., Savolaine W., 2004. Botanique systématique des plantes a fleurs : une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des régions tempéré et tropicale. Ed. Presse polytechnique et universitaire normandes.3^{ème} édition. 245p.

201.Squartini A., Struffi P., Do Ring H., Selenska-Pobel S., Tola E., Giacomini A., Vendramin E., Velaziquez E., Mateos Pedro F., Eustoquio M-M., Dazzo F.B., Casella S., Nuti P.M., 2002. *Rhizobium sullae* sp.nov. (Formally "*Rhizobium hedysari*" the root-nodule micro symbiotic of *Hedysarum coronarium* L. *International journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, Vol.52:1267-1276.

202.Steinezen M., Wachorn G.C., Douglas G.B., 1996. Digestibility and effect of condensed tannins on digestion of Sulla (H.C) when fed to sheep. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Vol.39: 215-221.

203.Sulas L., Re G.A., Caredda S., 1999. Hard seed breakdown pattern of Sulla (H.C) in relation of its regeneration capacity and persistence. *Options Mediterraneennes*, Vol.39 :79-82.

- 204. Sulas L., Ledda M., 2008.** Sulla (*Hedysarum coronarium*) seed production at different sowing rates. Tavares de Sousa M.M. (ed.) *Sustainable Mediterranean grasslands and their multi-functions = Les pâturages méditerranéens durables et leur multi-fonctionnalité*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ / FAO / ENMP / SPPF, 2008. 12 Meeting of the Sub-Network on Mediterranean Forage Resources of the FAO-CIHEAM Inter-regional Cooperative Research and Development Network on Pastures and Fodder Crops, 2008/04/09-12, Elvas (Portugal). *Options Méditerranéennes* n°79 (Série A). Séminaires Méditerranéens ,pp : 483-486.
- 205. Sulas L., RE., G.A. Stangani A.P., Ledda L., 2000.** Growing cycle of *Hedysarum coronarium*; relationship between plant density, stem length, forage yield and phytomas partitioning. *Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses = Légumineuses pour cultures fourragères, pâturages et autres usages en région méditerranéenne*. Zaragoza, CIHEAM-IAMZ: The proceeding of the 10 Meeting of the Mediterranean Sub-Network of the FAO-CIHEAM Inter-Regional Cooperative Research and Development Network on Pastures and Fodder Crops, 2000/04/04-09, Sassari (Italy). *Cahiers Options Méditerranéennes*, Vol.45:147-151
- 206. Terrill T.H., Douglas G.B., Foote A.G., Purchas R.W., Wilson G.F., Barry T.N., 1992.** The effect of condensed tannins upon body growth, wool growth and rumen metabolism in sheep grazing Sulla (*Hedysarum coronarium*) and perennial pasture. *Journal of Agricultural Science*, Vol.119: 265-273
- 207. Thami-Alami et El-Mazouri E.H., 1999.** •tude de l'efficacité de la persistance des souches de Rhizobium de Sulla. *Légumineuses pour cultures fourragères, pâturages et autres usages en région méditerranéenne*.Zaragoza: CIHEAM-IAMZ. Proceeding of the 10 Meeting of the Mediterranean Sub-Network of the FAO-CIHEAM Inter-Regional Cooperative Research and Development Network on Pastures and Fodder Crops, 2000/04/04-09, Sassari (Italy). *Cahiers Options Méditerranéennes*, Vol.45: 321-325.
- 208. Tibaoui G., 2003.** Influence de la fertilisation phosphaté et soufré sur la production des légumineuses fourragères. : Fixation symbiotique de l'azote et développement durable dans le besoin méditerranéen Carthage(Tunisie). Ed. QUAE, 418p.
- 209. Toussaint J.P., Arnoud-St M., Charest C., 2004.** Nitrogen transfer and assimilation between the arbuscular mycorrhizal fungus *Glumus interadices* Schenck & Smith and in vitro compartmented system. *Canadian Journal of Microbiology*, Vol.50: 251-260
- 210. Trawali S.A., Trawali G., Larbi A., Hanson J., 1995.** Methods for the evaluation of forage legumes, grasses and fodder tree for use as livestock feed. Ed. ILRI. Nairobi, 51 p.
- 211. Trifi-Farah N. et Marrakchi M., 2000.** Genetic variability of *Hedysarum coronarium* L. using molecular markers. *Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, 2000. Proceeding of the 10 Meeting of the Mediterranean Sub-Network of the FAO-CIHEAM Inter-Regional Cooperative Research and Development Network on Pastures and Fodder Crops, 2000/04/04-09, Sassari (Italy). *Cahiers Options Méditerranéennes*, Vol.45:85-89
- 212. Trifi-Farah N., Trifi-Farah M., Marakchi M., 1983.** •tude de la variabilité des estérases carboxylique chez quelque population naturelles des deux espèces du genre *Hedysarum*. *Agronomie*, Vol.5 :423-427.
- 213. Trifi-Farah N., Chatti W.S., Marakchi M., Pernes J., 1989_a.** Analyse de la variabilité morphologique et enzymatique des formes cultivés et spontanées d'*Hedysarum coronarium* L. en Tunisie. *Agronomie*, Vol. 9 : 591-598.

- 214. Trifi-Farah N., Chatti, W.S., Marrakchi, M., Pernes J., 1989_b.** Déterminisme génétique de dix systèmes enzymatiques chez *Hedysarum coronarium* L. *Agronomie*, Vol.09 :503-510.
- 215. Tzamaloukas O., Athanasiadou S., Kyriazakis I., Jackson F., Coop R.L., 2005.** The consequences of short-term grazing of bioactive forages on established adult and incoming larvae populations of *Teledorsagia circumcincta* in lambs. *International Journal for Parasitology*, Vol.35:329-335.
- 216. Vignau-Loustau L., 2005.** Stratégie fourragère : pâturage, ensilage, foin. Ed. France Agricole, 336p.
- 217. Waghorn G.C.** Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production. Progress and challenges. *Animal feed science and technology*. Vol.147:116-139.
- 218. Waghorn G.C. Warren C. MaNabb W., 2003.** Consequences of plant phenolic compound for productivity and health ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society*. Vol.62:383-392.
- 219. Wils B., 1984.** Soil conservation plants for the semis and high country and rangelands of New Zealand: a resources' under siege. Proceeding of the second international congress. Cambridge University Press, 634 p.
- 220. Wojciechowski M.F., Lavin M., Sanderson M.J., 2004.** A phylogeny of legumes (leguminosae) based on analysis of the plastid MATK gene. *American Journal of Botany*, Vol.91:1846-1862.
- 221. Woodward S.L., Chaves A.V., Waghorn G.C., Brookes I.M., Burk J.L., 2006.** Supplementing fresh pasture with Maize, Lotus, Sulla and pasture silages for dairy cows in summer. *Journal of the science of food and Agriculture*. Vol.86:1263-1270.
- 222. XI-STAT 2010.** Logiciel statistique, version 6.1.
- 223. Yagoubi N. et Chriki A., 2000_a.** Estimation of mating system parameters in *Hedysarum coronarium* L. (Leguminosea Fabaceae). *Agronomy*, Vol.20: 933-942.
- 224. Yagoubi N. et Chriki A., 2000_b.** Heritabilities and genetic correlations between floral and reproductive traits in *Hedysarum coronarium* L. (Fabaceae). *Agronomie africaine*, vol.12: 91 -103.
- 225. Yates R., Foster F., Nichols P., G.H., Ewing M.A., 2006.** Flaminco: a new variety of Sulla for southern Australia. Preceding of the 13 the Australian Agronomy Conference. Perth (Australia), September 2006. Australien Society of Agronomy. 2p.
- 226. Younes A. 1990.** •tude biométrique de quelques descendances issues de populations de *Trifolium stellatum*. Thèse Ingénieur, INA. El-Harrach, 102p.
- 227. Younsi F., 1996.** Variabilité des gousses et des grains de genre *Scorpirus* en relation avec les facteurs de milieu. Thèse Ingénieur, INA. El-Harrach, Alger.244p.
- 228. Yousfi N., Badri M., Abdelguerfi A., Aouani M.E., 2006.** Effect of water stress on phenology and the production of pods and seed for some populations of *M.truncatula* and *M.laciniata*; the behavior relationship of populations with bioclimatic factors of the environment of origin in Workshop international sur diversité des Fabacées fourragères et de leurs symbiotes: Applications biotechnologique, agronomique et environnementales. 19-22 février 2006, Ed. Abdelguerfi A. pp.107-114.
- 229. Zoghlami A. et Hassen H., 2004.** Ressources génétiques des espèces spontanées de légumineuses fourragères et pastorales en Tunisie. *Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens*. Zaragoza (Spain) : 11^{ème} Réunion du Sous-réseau Ressources Fourragères Méditerranéennes du Réseau Coopératif Interrégional FAO-CIHEAM de Recherche et Développement sur les Pâturages et les Cultures Fourragères,2002/10/29-2002/11/01,Djerba(Tunisia).*CahiersOptionsMéditerranéennes*, Vol.62 : 375-377.

Annexe 01. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L.

1-PFS (jours)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	21.57	21.82	21.59	22.17	21.99	21.60	21.67	22.67	22.15	22.64	21.74	22.10	21.50	21.64	21.72
Minimale	21.30	21.53	21.14	21.57	21.44	21.20	21.13	21.74	21.63	21.29	21.00	21.83	21.13	21.40	21.00
Maximale	21.97	22.20	21.83	22.66	22.38	21.83	22.47	23.27	22.50	23.56	22.64	22.33	22.07	22.07	22.73
E.T	0.35	0.34	0.39	0.55	0.49	0.35	0.71	0.82	0.46	1.20	0.83	0.26	0.50	22.07	0.91
CV(%)	1.63	1.58	1.81	2.48	2.21	1.61	3.26	3.60	2.08	5.29	3.82	1.16	2.32	0.37	4.17
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	21.24	21.13	21.18	21.37	21.64	21.46	22.14	21.39	21.42	22.01	21.70	21.48	21.51	22.04	
Minimale	21.00	21.00	21.13	21.13	21.27	21.28	21.53	21.14	21.13	21.00	21.47	21.00	21.14	21.28	
Maximale	21.59	21.27	21.27	21.53	21.89	21.69	22.71	21.62	21.62	22.60	22.00	22.09	21.83	22.60	
E.T	0.31	0.13	0.08	0.21	0.33	0.21	0.59	0.24	0.26	0.88	0.27	0.56	0.35	0.68	
CV(%)	1.46	0.63	0.36	0.97	1.53	0.99	2.67	1.11	1.19	3.99	1.25	2.59	1.63	3.11	
2-PFC (jours)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	102.02	91.97	86.58	91.29	18.13	93.11	95.87	89.64	99.14	96.34	96.22	92.95	88.20	84.92	84.46
Minimale	72.96	68.17	71.33	73.10	86.81	70.72	78.40	72.17	91.96	77.54	74.71	70.97	68.00	68.03	68.17
Maximale	118.07	111.00	105.21	105.48	131.90	106.65	118.27	99.07	107.57	108.32	107.58	105.43	104.81	99.70	92.97
E.T	25.21	21.81	17.19	16.55	22.64	19.53	20.39	15.14	7.88	16.49	18.64	19.10	18.67	15.94	14.11
CV(%)	24.71	23.72	19.85	18.13	20.48	20.97	21.27	16.90	7.95	17.12	19.37	20.55	21.17	18.77	16.71
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	91.28	83.74	84.20	91.23	93.04	96.73	99.01	109.17	97.48	94.95	94.89	89.35	88.47	92.79	
Minimale	67.50	70.60	66.77	70.37	69.97	89.03	77.90	90.04	68.63	76.54	72.52	72.78	75.38	80.92	
Maximale	105.22	101.03	98.63	109.00	111.15	106.63	128.50	128.03	114.69	121.86	112.94	102.36	102.33	105.00	
E.T	20.70	15.63	16.14	19.50	21.04	9.01	26.32	19.00	25.14	23.82	20.55	15.11	13.49	12.04	
CV(%)	22.67	18.67	19.17	21.38	22.61	9.31	26.59	17.40	25.79	25.09	21.66	16.91	15.25	12.98	

Annexe 3. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L. (suite)

3-DFC (jours)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	115.75	109.49	102.35	108.00	120.80	111.08	114.22	105.03	112.36	116.20	110.73	108.92	103.91	101.67	97.28
Minimale	85.30	82.47	83.73	89.10	96.76	87.41	95.80	87.10	101.75	99.07	87.46	83.28	78.43	80.20	75.72
Maximale	133.85	133.71	121.52	121.04	139.00	125.42	136.73	119.46	124.81	127.04	124.08	122.12	122.30	117.15	110.40
E.T	26.53	25.74	18.90	16.75	21.71	20.65	20.77	16.46	11.64	15.01	20.22	22.21	22.77	19.19	18.82
CV(%)	22.92	23.51	18.46	15.91	17.98	18.59	18.18	15.67	10.36	12.91	18.26	20.39	21.92	18.87	19.34
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	105.25	101.31	101.88	104.18	102.93	110.26	113.26	117.27	107.69	110.69	110.80	105.04	104.29	111.88	
Minimale	77.07	89.03	79.27	86.70	78.70	97.90	90.17	100.81	82.00	90.29	84.72	85.63	90.38	93.20	
Maximale	120.77	116.30	114.97	117.23	124.39	123.67	141.46	133.40	120.69	136.36	125.62	122.45	113.71	130.93	
E.T	24.45	13.83	19.66	15.74	22.97	12.92	26.03	16.30	22.25	23.48	22.66	18.49	12.30	18.87	
CV(%)	23.23	13.66	19.30	15.11	22.31	11.72	22.98	13.90	20.66	21.21	20.45	17.61	11.79	16.86	
4-TFC (jours)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	125.41	123.67	110.06	123.20	131.2	121.99	123.84	116.64	122.25	126.66	122.22	123.62	117.04	118.15	110.99
Minimale	94.30	92.43	92.67	103.31	107.0	102.34	105.20	100.17	111.58	102.64	96.46	100.28	86.90	93.37	92.28
Maximale	148.04	149.71	126.79	135.57	145.3	133.27	145.37	131.04	134.29	143.92	135.77	136.93	142.07	131.23	124.70
E.T	27.86	28.99	17.07	17.40	21.1	17.07	20.24	15.54	11.41	21.45	22.31	20.29	27.94	21.47	16.78
CV(%)	22.21	23.44	15.51	14.12	16.06	14.00	16.34	13.32	09.32	16.94	18.26	16.41	23.87	18.18	15.12
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	114.86	113.31	111.04	114.55	115.05	117.35	122.16	126.17	117.44	122.57	121.90	114.52	113.98	125.06	
Minimale	88.47	94.97	88.33	97.80	90.20	104.66	100.33	108.46	92.83	101.64	95.40	97.85	99.62	105.48	
Maximale	131.35	124.80	123.83	128.10	137.58	129.53	147.93	145.23	129.87	147.54	137.29	130.54	122.45	144.72	
E.T	23.09	16.05	19.72	15.40	23.77	12.45	24.04	18.42	21.31	23.21	23.05	16.36	12.50	19.62	
CV(%)	20.11	14.17	17.76	13.45	20.66	10.61	19.68	14.60	18.15	18.94	18.91	14.28	10.97	15.69	

Annexe 3. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L. (suite)

5-ROS (jours)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	138.2	135.9	122.81	134.7	144.2	137.9	137.1	128.42	136.7	136.7	133.4	137.5	130.7	129.95	127.74
Minimale	111.8	105.4	104.33	117.5	122.6	112.9	116.1	111.17	125.2	108.9	106.4	116.3	103.1	104.63	110.00
Maximale	156.2	159.6	141.62	143.9	159.0	156.7	153.3	142.68	145.5	156.5	149.6	150.4	154.1	143.40	139.87
E.T	23.4	27.7	18.65	14.9	19.2	22.5	19.0	15.97	10.4	24.8	23.6	18.4	25.8	21.94	15.70
CV(%)	16.90	20.41	15.18	11.08	13.29	16.39	13.89	12.43	7.59	18.14	17.66	13.42	19.72	16.88	12.29
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	128.3	127.17	122.37	129.36	129.2	126.58	133.1	134.6	130.5	134.7	133.2	130.8	126.08	137.5	
Minimale	105.3	105.77	100.33	110.93	103.6	113.83	112.8	116.6	104.1	114.0	108.5	111.9	108.10	118.8	
Maximale	146.7	139.83	139.73	141.07	147.1	135.70	155.2	150.3	144.7	156.6	147.5	148.5	135.71	157.5	
E.T	21.0	18.64	20.11	16.15	22.7	11.38	21.3	16.9	22.8	21.3	21.5	18.4	15.58	19.4	
CV(%)	16.41	14.66	16.43	12.48	17.58	8.98	15.97	12.59	17.50	15.82	16.14	14.03	12.36	14.10	
6-MVG (jours)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	150.7	143.7	134.3	145.0	150.3	145.6	147.0	141.0	145.8	150.5	142.8	147.2	141.9	139.8	139.9
Minimale	132.4	115.7	119.5	125.9	138.1	122.4	125.6	125.2	132.4	133.4	116.1	128.2	117.5	116.0	121.0
Maximale	165.9	166.1	148.8	157.9	156.6	164.6	162.0	156.3	156.2	162.6	156.8	158.4	161.2	152.6	153.5
E.T	16.9	25.6	14.6	16.9	10.6	21.4	19.0	15.6	12.2	15.2	23.1	16.6	22.3	20.6	16.9
CV(%)	11.24	17.84	10.89	11.64	7.02	14.72	12.93	11.03	8.34	10.11	16.16	11.26	15.69	14.79	
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	140.5	139.9	135.0	141.9	142.8	137.9	144.1	144.7	138.9	142.1	145.3	141.3	138.0	146.2	
Minimale	119.8	119.6	117.7	129.7	122.4	123.7	124.7	129.8	116.2	122.8	121.8	125.5	119.2	129.6	
Maximale	153.0	151.1	150.1	151.7	156.3	145.1	160.9	158.1	153.9	160.6	157.4	155.9	148.6	164.3	
E.T	18.1	17.6	16.3	11.2	17.9	12.3	18.3	14.2	20.0	18.9	20.4	15.2	16.3	17.4	
CV(%)	12.87	12.60	12.10	7.89	12.55	8.93	12.68	9.81	14.41	13.29	14.02	10.78	11.80	11.90	

Annexe 3. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L. (suite)

7-FVG (jours)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	157.8	152.6	142.0	155.4	159.4	152.2	156.3	150.6	154.9	154.1	150.8	154.9	150.4	147.4	149.7
Minimale	141.7	130.3	128.9	136.9	146.6	132.5	137.0	136.3	140.8	130.3	126.0	139.1	128.4	125.1	129.3
Maximale	172.3	171.1	152.7	171.4	169.0	168.8	166.9	165.6	166.0	170.0	164.0	163.8	166.3	160.7	165.3
E.T	15.4	20.6	12.1	17.4	11.5	18.4	16.7	14.7	12.9	21.0	21.5	13.7	19.7	19.4	18.5
CV(%)	9.74	13.52	8.48	11.18	7.23	12.06	10.68	9.75	8.31	13.62	14.28	8.83	13.06	13.19	11.04
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	148.9	150.0	145.6	151.6	153.0	151.1	153.9	158.9	149.1	152.3	154.2	151.0	147.8	154.5	
Minimale	130.0	131.2	134.1	142.5	136.0	137.2	139.4	144.4	126.0	139.6	134.4	137.4	129.6	141.3	
Maximale	159.3	161.9	157.2	158.4	166.1	159.3	165.7	176.3	163.7	163.7	165.1	164.4	157.5	169.7	
E.T	16.5	16.5	11.5	8.2	15.4	12.1	13.4	16.1	20.2	12.1	17.2	13.5	15.8	14.3	
CV(%)	11.04	11.00	7.92	5.40	10.08	8.017	8.68	10.16	13.55	7.93	11.16	8.93	10.67	9.24	
8-BFL (jours)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	167.4	162.0	153.0	165.0	169.8	159.4	164.5	159.7	161.7	165.1	158.5	162.3	157.2	154.1	159.2
Minimale	153.7	144.3	144.2	150.9	154.2	144.6	147.6	147.5	151.6	139.6	135.6	151.0	137.5	133.0	144.1
Maximale	179.8	174.8	162.4	177.1	187.2	175.0	174.0	172.2	168.7	178.8	171.2	171.1	172.0	166.8	170.5
E.T	13.1	15.8	9.1	13.2	16.6	15.2	14.7	12.4	9.0	22.1	19.9	10.3	17.7	18.4	13.6
CV(%)	7.80	9.77	5.97	8.02	9.76	9.56	8.93	7.75	5.54	13.39	12.57	6.34	11.28	11.95	8.55
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	156.8	158.9	157.5	165.3	162.4	160.0	159.9	167.5	156.7	160.8	164.8	161.4	158.1	161.2	
Minimale	141.9	143.9	147.5	153.8	150.1	151.7	150.4	153.5	137.5	152.6	148.6	148.3	142.5	153.2	
Maximale	164.3	169.6	166.0	178.9	173.7	164.8	170.3	185.2	168.4	168.8	176.4	177.7	167.6	174.5	
E.T	12.9	13.4	9.3	12.7	11.8	7.2	10.0	16.1	16.7	8.1	14.5	15.0	13.6	11.6	
CV(%)	8.24	8.41	5.92	7.68	7.27	4.49	6.25	9.63	10.68	5.03	8.78	9.27	8.60	7.19	

Annexe 3. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L. (suite)

9-DFL (jours)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	177.5	175.6	172.3	175.8	176.3	169.6	176.0	170.9	169.9	177.8	170.6	172.1	169.2	165.2	169.6
Minimale	163.1	163.6	165.4	163.7	163.8	159.8	163.0	162.9	161.1	160.5	158.7	163.8	155.4	154.6	161.4
Maximale	188.7	185.1	182.4	191.0	190.5	182.6	184.5	179.9	175.6	187.2	177.7	182.7	178.5	170.6	176.9
E.T	13.1	11.0	8.9	13.9	13.4	11.7	11.4	8.5	7.8	15.0	10.4	9.6	12.2	9.2	7.8
CV(%)	7.80	9.77	5.97	8.02	9.76	9.56	8.93	7.75	5.54	13.39	12.57	6.34	11.28	11.95	
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	168.3	171.9	172.7	172.8	171.9	170.3	168.7	176.5	170.9	169.2	173.2	170.5	167.5	169.9	
Minimale	157.8	159.3	163.8	166.4	163.3	162.9	162.6	166.9	160.6	162.5	162.0	160.6	157.2	164.0	
Maximale	178.2	180.9	179.1	184.2	182.9	177.3	176.1	192.7	178.4	177.6	182.9	183.0	175.2	181.0	
E.T	10.2	11.2	8.0	9.9	10.0	7.2	6.9	14.1	9.2	7.7	10.5	11.5	9.3	9.6	
CV(%)	8.24	8.41	5.92	7.68	7.27	4.49	6.25	9.63	10.68	5.03	8.78	9.27	8.60	7.19	
10-PFL (jours)															
Population	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	186.9	185.3	180.2	185.9	186.8	179.9	186.7	181.2	176.7	187.6	180.3	180.7	182.5	176.0	179.3
Minimale	172.0	173.5	171.4	173.7	172.5	171.7	171.8	174.5	167.8	171.5	170.6	174.2	172.7	169.9	173.5
Maximale	197.3	194.6	193.3	201.9	204.3	194.2	196.3	191.5	184.0	197.9	185.4	192.7	187.9	179.1	187.8
E.T	13.2	10.7	11.5	14.4	16.1	12.4	13.1	9.1	8.3	14.1	8.4	10.4	8.4	5.2	7.5
CV(%)	7.08	5.79	6.40	7.76	8.63	6.89	6.99	4.99	4.67	7.52	4.66	5.73	4.63	2.97	4.17
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	178.8	182.4	183.2	182.8	181.9	178.8	180.3	185.2	180.9	178.1	183.5	178.6	177.2	179.8	
Minimale	170.5	169.1	171.3	173.4	172.7	168.4	171.4	174.0	170.2	173.2	172.9	170.5	170.5	173.8	
Maximale	188.7	195.8	190.6	198.3	195.8	188.2	185.4	205.3	190.9	184.4	194.2	190.5	183.9	188.9	
E.T	9.2	13.4	10.4	13.6	12.2	9.9	7.8	17.5	10.4	5.7	10.7	10.6	6.7	8.0	
CV(%)	5.14	7.33	5.67	7.41	6.73	5.53	4.30	9.43	5.73	3.19	5.82	5.91	3.79	4.46	

Annexe 3. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L. (suite)

11-FFL (jours)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	199.3	196.9	193.3	199.9	200.2	191.7	199.9	194.7	189.4	200.7	192.2	194.1	192.6	189.7	190.9
Minimale	183.7	185.3	183.1	186.3	185.0	184.6	186.5	187.3	180.5	183.6	181.1	187.5	182.5	182.9	186.5
Maximale	209.7	206.6	209.9	222.1	217.9	203.1	206.9	205.4	198.6	215.8	200.5	206.2	199.1	197.4	197.3
E.T	13.8	10.8	14.5	19.4	16.6	9.9	11.7	9.5	9.0	16.2	10.0	10.6	8.9	7.3	5.7
CV(%)	6.89	5.47	7.51	9.69	8.29	5.18	5.83	4.86	4.77	8.08	5.18	5.43	4.61	3.86	2.96
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	193.6	194.4	197.7	197.0	192.1	190.0	192.4	194.5	194.2	189.5	195.2	190.8	188.1	193.1	
Minimale	183.0	181.0	183.4	184.8	185.9	181.7	183.7	184.6	182.0	184.0	183.0	183.1	181.6	185.2	
Maximale	203.3	206.8	206.0	214.0	204.7	199.3	196.8	213.8	205.7	197.5	207.0	206.0	193.3	201.3	
E.T	10.2	13.0	12.5	15.2	10.9	8.9	7.5	16.7	11.9	7.1	12.0	13.1	6.0	8.0	
CV(%)	5.24	6.66	6.30	7.71	5.65	4.66	3.91	8.58	6.12	3.74	6.15	6.87	3.18	4.16	
12-DFO (jours)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	21.90	21.31	20.99	24.15	24.01	22.00	24.04	23.85	19.55	22.87	21.64	21.93	23.45	24.56	21.39
Minimale	20.67	20.70	17.72	18.68	21.24	20.40	22.23	21.44	15.84	16.96	19.42	17.54	20.63	18.35	16.34
Maximale	24.07	21.70	27.52	31.14	27.41	25.14	26.47	25.64	23.05	28.62	23.05	24.69	27.13	28.27	27.41
E.T	1.88	0.54	5.65	6.37	3.14	2.72	2.18	2.17	3.61	5.83	1.95	3.84	3.33	5.41	5.60
CV(%)	8.60	2.51	26.92	26.38	13.06	12.35	9.07	9.08	18.45	25.49	9.00	17.52	14.21	22.04	26.18
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	25.25	22.67	25.02	24.15	20.24	19.69	23.66	18.04	23.17	20.35	21.53	20.39	20.53	23.39	
Minimale	25.07	19.83	19.60	16.89	16.33	18.21	20.46	14.79	20.83	19.63	19.47	15.61	18.10	20.31	
Maximale	25.46	25.97	28.60	29.77	22.57	22.03	29.45	21.07	27.35	21.46	24.12	23.00	24.31	29.17	
E.T	0.20	3.09	4.78	6.59	3.40	2.05	5.02	3.15	3.63	0.98	2.37	4.15	3.32	5.01	
CV(%)	0.78	13.64	19.08	27.29	16.80	10.42	21.22	17.44	15.65	4.79	11.01	20.33	16.17	21.43	

Annexe 3. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L. (suite)

13-PGS (jours)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	177.0	180.0	181.7	184.0	181.2	177.5	184.9	184.3	179.5	180.0	176.5	175.9	178.0	176.9	179.2
Minimale	170.0	170.8	177.0	172.1	172.6	170.9	171.5	171.1	174.4	171.4	165.2	172.1	165.3	170.0	167.8
Maximale	189.1	185.6	190.5	198.0	195.2	186.1	204.8	204.5	189.1	190.9	194.2	179.9	195.2	182.9	195.4
E.T	10.5	8.0	7.6	13.1	12.2	7.8	17.6	17.7	8.3	9.9	15.6	3.9	15.5	6.5	14.4
CV(%)	5.92	4.44	4.18	7.09	6.74	4.37	9.49	9.61	4.63	5.52	8.82	2.22	8.68	3.66	8.05
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	178.0	180.2	179.2	181.2	176.7	179.8	184.6	180.2	175.2	178.9	181.5	176.9	185.8	181.3	
Minimale	170.1	175.2	170.7	174.6	170.1	175.2	171.4	168.4	165.2	170.0	173.9	169.5	175.5	172.9	
Maximale	185.2	186.0	187.0	193.1	185.1	187.0	202.0	198.1	183.8	192.2	191.4	186.4	205.0	186.5	
E.T	7.6	5.4	8.2	10.3	7.6	6.4	15.7	15.7	9.4	11.7	9.0	8.6	16.6	7.3	
CV(%)	4.26	3.00	4.57	5.68	4.31	3.53	8.50	8.73	5.36	6.55	4.94	4.86	8.94	4.04	
14-FGS (jours)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	201.7	202.7	200.4	201.7	206.3	205.0	203.3	204.4	200.9	201.5	201.2	195.7	202.3	199.0	202.1
Minimale	198.0	198.0	198.0	198.0	198.0	198.0	198.0	198.0	198.0	198.0	198.0	191.0	198.0	198.0	198.0
Maximale	209.0	212.0	205.1	209.0	223.0	219.0	214.0	217.1	206.6	208.4	207.5	198.0	211.0	201.0	210.3
E.T	6.4	8.1	4.1	6.4	14.4	12.1	9.2	11.0	5.0	6.0	5.5	4.0	7.5	1.7	7.1
CV(%)	3.14	3.98	2.03	3.14	6.99	5.91	4.54	5.39	2.47	2.99	2.72	2.06	3.70	0.87	3.50
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	197.3	203.7	199.0	200.9	202.7	199.0	203.8	203.7	195.7	200.9	201.7	205.0	204.5	200.4	
Minimale	196.0	198.0	198.0	198.0	198.0	198.0	198.0	198.0	191.0	198.0	198.0	198.0	198.0	198.0	
Maximale	198.0	215.0	201.0	206.6	212.0	201.0	215.5	215.0	198.0	206.8	209.0	219.0	217.6	205.3	
E.T	1.2	9.8	1.7	5.0	8.1	1.7	10.1	9.8	4.0	5.1	6.4	12.1	11.3	4.2	
CV(%)	0.58	4.81	0.87	2.47	3.98	0.87	4.95	4.81	2.06	2.52	3.14	5.91	5.51	2.09	

Annexe 3. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L. (suite)

15-DMT (jours)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	186.0	187.3	187.9	187.6	194.0	189.5	189.9	190.3	186.3	186.1	188.9	187.4	187.3	181.8	188.7
Minimale	175.0	177.0	176.0	180.0	183.0	177.0	180.0	177.1	177.4	176.9	180.0	179.1	178.2	175.0	180.0
Maximale	201.0	203.0	200.8	201.0	215.0	210.0	209.6	213.8	200.2	201.0	202.8	203.0	203.7	192.0	204.0
E.T	13.5	13.8	12.4	11.6	18.2	17.9	17.1	20.4	12.2	13.1	12.1	13.5	14.2	9.0	13.3
CV(%)	7.23	7.36	6.61	6.20	9.37	9.44	9.00	10.71	6.55	7.01	6.42	7.22	7.59	4.95	7.05
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	181.0	184.3	182.7	185.6	187.8	184.3	189.6	186.0	183.7	185.8	184.5	190.3	191.5	187.2	
Minimale	177.0	175.0	175.0	177.3	180.0	179.0	177.0	177.0	180.2	175.6	175.6	175.4	177.0	179.4	
Maximale	187.0	201.0	192.0	199.5	203.0	192.0	211.2	201.0	187.0	201.8	201.0	210.0	213.7	202.6	
E.T	5.3	14.5	8.6	12.1	13.2	6.8	18.8	13.1	3.4	14.1	14.3	17.8	19.6	13.3	
CV(%)	2.92	7.84	4.71	6.53	7.02	3.70	9.91	7.03	1.86	7.56	7.72	9.36	10.21	7.12	
16-FMT (jours)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	201.3	197.7	197.7	200.3	196.0	201.3	201.6	200.3	198.3	199.3	199.1	197.3	200.3	194.7	201.5
Minimale	187.0	187.0	187.0	189.0	191.0	187.0	187.0	187.0	187.5	189.0	187.0	188.9	187.0	187.0	187.0
Maximale	223.0	212.0	210.0	215.9	203.0	223.0	221.9	224.9	211.5	215.0	216.2	212.0	224.8	210.0	223.5
E.T	19.1	12.9	11.6	13.9	6.2	19.1	18.1	21.3	12.2	13.8	15.2	12.8	21.3	13.3	19.4
CV(%)	9.48	6.52	5.86	6.95	3.18	9.48	8.99	10.65	6.15	6.93	7.64	6.48	10.61	6.82	9.60
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	193.0	202.0	195.2	196.1	201.0	197.7	200.7	199.0	194.3	198.0	197.7	201.3	203.0	197.7	
Minimale	189.0	189.0	187.0	187.3	189.0	189.0	187.0	189.0	191.0	187.0	187.0	187.0	192.2	189.0	
Maximale	201.0	223.0	210.0	210.0	223.0	210.0	221.1	212.0	201.0	213.0	215.0	223.0	223.0	210.1	
E.T	6.9	18.4	12.9	12.2	19.1	11.0	18.0	11.8	5.8	13.5	15.1	19.1	17.4	11.0	
CV(%)	3.58	9.08	6.59	6.21	9.49	5.54	8.97	5.92	2.97	6.79	7.66	9.48	8.55	5.57	

Annexe 3. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L. (suite)

17-DDS (jours)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	202.5	200.6	202.3	202.4	205.2	201.2	206.8	209.6	200.5	199.2	205.0	202.3	207.7	200.2	208.3
Minimale	196.0	191.0	201.0	196.6	198.0	194.8	196.0	200.9	196.0	194.0	201.0	193.8	196.0	191.0	195.6
Maximale	208.0	210.0	203.0	210.0	214.7	205.8	218.6	223.4	203.0	203.2	209.0	210.0	222.1	206.1	224.2
E.T	6.1	9.5	1.2	6.9	8.6	5.7	11.3	12.1	3.9	4.7	4.0	8.1	13.2	8.1	14.6
CV(%)	2.99	4.73	0.57	3.39	4.18	2.84	5.48	5.76	1.95	2.36	1.95	4.01	6.37	4.03	7.00
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	200.2	199.0	200.5	201.4	200.0	202.8	208.2	202.3	201.5	205.9	204.8	200.7	208.7	204.2	
Minimale	191.0	191.0	196.0	196.0	198.0	197.3	194.0	196.0	196.4	197.6	199.8	196.0	201.0	198.0	
Maximale	205.0	205.0	204.4	207.2	201.0	210.0	222.1	210.0	210.0	217.1	210.0	203.0	221.3	210.0	
E.T	8.0	7.2	4.2	5.6	1.7	6.5	14.1	7.1	7.4	10.1	5.1	4.0	11.0	6.0	
CV(%)	3.99	3.62	2.10	2.79	0.86	3.22	6.75	3.50	3.69	4.88	2.49	2.01	5.28	2.94	
18-FDS (jours)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	214.7	212.0	210.3	208.0	210.5	210.3	219.4	217.3	211.2	213.0	219.2	213.6	220.8	211.7	217.6
Minimale	207.8	205.3	209.1	204.0	208.1	209.8	210.5	209.5	207.3	210.0	213.5	210.2	211.8	210.1	208.1
Maximale	218.4	216.6	211.3	215.0	212.2	211.3	228.7	232.6	216.3	218.2	225.2	215.6	232.9	213.6	233.0
E.T	6.0	5.9	1.1	6.1	2.2	0.8	9.1	13.3	4.6	4.5	5.8	3.0	10.9	1.8	13.5
CV(%)	2.78	2.80	0.54	2.92	1.02	0.39	4.15	6.11	2.19	2.12	2.66	1.38	4.92	0.82	6.18
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	211.1	206.9	210.7	211.8	208.7	212.3	220.0	216.6	215.8	217.3	215.1	213.0	217.9	217.0	
Minimale	208.5	203.5	206.9	206.4	204.5	209.1	208.0	214.3	210.9	210.0	212.0	210.7	211.2	212.7	
Maximale	214.1	212.0	214.9	215.5	211.7	216.0	233.1	217.8	218.7	225.1	216.7	217.5	229.0	220.2	
E.T	2.8	4.5	4.1	4.8	3.8	3.5	12.6	2.0	4.3	7.6	2.7	3.9	9.7	3.9	
CV(%)	1.33	2.16	1.92	2.25	1.80	1.64	5.71	0.92	1.97	3.48	1.23	1.84	4.46	1.79	

Annexe 3. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L. (suite)

19-VCL (cm/jours)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	1.2108	1.370	1.359	1.330	1.326	1.403	1.3031	1.2384	1.1797	1.2462	1.307	1.532	1.462	1.431	1.370
Minimale	0.8993	1.286	1.285	1.019	1.284	1.307	1.2097	0.8282	0.7019	1.1465	1.083	1.428	1.378	1.256	1.266
Maximale	1.5404	1.458	1.417	1.574	1.407	1.542	1.3930	1.5400	1.4442	1.4004	1.458	1.704	1.602	1.579	1.550
E.T	0.3209	0.086	0.067	0.284	0.070	0.123	0.0917	0.3681	0.4146	0.1354	0.198	0.150	0.122	0.164	0.157
CV(%)	26.50	6.28	4.95	21.33	5.27	8.78	7.03	29.72	35.14	10.86	15.12	9.75	8.33	11.42	11.46
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	1.297	1.398	1.377	1.313	1.425	1.342	1.2492	1.498	1.309	1.395	1.322	1.490	1.434	1.2027	
Minimale	0.928	1.360	1.316	0.998	1.351	1.069	1.0517	1.420	1.241	1.316	1.070	1.375	1.364	0.8903	
Maximale	1.605	1.441	1.460	1.500	1.531	1.511	1.4161	1.559	1.414	1.466	1.479	1.620	1.548	1.4472	
E.T	0.343	0.041	0.074	0.275	0.094	0.239	0.1841	0.071	0.093	0.075	0.221	0.124	0.100	0.2846	
CV(%)	26.42	2.93	5.40	20.93	6.62	17.78	14.73	4.74	7.07	5.40	16.68	8.29	6.96	23.66	
20-DHH (cm)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	5.390	5.846	7.210	7.547	4.934	7.004	4.300	4.790	4.698	4.262	4.888	4.455	5.562	5.924	5.542
Minimale	3.548	3.364	4.124	2.114	3.379	4.225	3.630	2.389	2.510	2.121	2.825	3.475	3.359	3.848	3.550
Maximale	8.870	9.503	10.350	12.138	6.757	11.983	5.477	6.383	7.342	6.996	8.161	5.104	9.800	9.267	8.283
E.T	3.016	3.234	3.113	5.064	1.705	4.322	1.022	2.116	2.448	2.491	2.866	0.863	3.671	2.923	2.454
CV(%)	55.94	55.32	43.18	67.10	34.54	61.70	23.77	44.17	52.11	58.46	58.64	19.37	66.00	49.34	44.27
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	4.852	4.803	5.388	5.536	6.359	6.385	5.709	6.143	5.487	5.398	5.566	5.487	6.649	5.218	
Minimale	4.223	3.400	4.357	4.417	3.796	5.207	4.597	5.027	3.531	3.767	3.900	2.655	4.724	3.765	
Maximale	5.740	7.480	7.273	6.657	9.467	7.976	7.590	8.173	8.017	7.639	7.664	8.393	8.866	8.020	
E.T	0.791	2.319	1.635	1.120	2.874	1.430	1.638	1.761	2.297	2.007	1.919	2.870	2.086	2.427	
CV(%)	16.30	48.27	30.35	20.22	45.19	22.39	28.69	28.67	41.87	37.17	34.46	52.30	31.37	46.51	

Annexe 3. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L. (suite)

21-DPH (cm)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	22.84	25.78	30.20	31.59	20.23	27.89	20.06	19.06	20.05	17.32	33.72	18.20	22.59	22.89	15.92
Minimale	17.47	16.71	14.97	10.03	13.38	15.46	18.64	12.29	17.11	11.41	22.28	16.96	17.89	17.56	12.54
Maximale	31.67	41.35	51.28	51.48	25.06	34.27	21.34	22.63	22.85	22.07	51.58	20.09	29.23	31.78	19.67
E.T	7.71	13.55	18.85	20.78	6.10	10.77	1.35	5.87	2.87	5.42	15.67	1.66	5.92	7.75	3.58
CV(%)	33.74	52.54	62.42	65.77	30.14	38.60	6.75	30.77	14.32	31.30	46.48	9.13	26.20	33.84	22.49
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	16.55	16.85	21.57	18.62	17.00	23.87	22.07	21.81	27.89	22.39	20.80	17.61	20.83	20.93	
Minimale	13.09	14.43	16.79	16.30	13.62	20.80	15.14	18.37	16.06	15.58	13.62	9.91	18.96	16.71	
Maximale	20.20	19.01	28.50	19.81	22.26	28.82	31.93	27.46	51.40	26.18	24.45	22.08	24.50	29.12	
E.T	3.56	2.30	6.14	2.01	4.62	4.33	8.77	4.93	20.36	5.91	6.22	6.69	3.19	7.09	
CV(%)	21.49	13.64	28.46	10.78	27.15	18.15	39.76	22.59	72.99	26.39	29.91	38.02	15.29	33.87	
22-VCH (cm/jours)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	0.29	0.33	0.38	0.40	0.25	0.34	0.26	0.23	0.25	0.21	0.48	0.23	0.28	0.28	0.17
Minimale	0.23	0.33	0.18	0.13	0.16	0.17	0.24	0.16	0.21	0.15	0.31	0.19	0.24	0.22	0.15
Maximale	0.38	0.53	0.68	0.65	0.30	0.50	0.29	0.27	0.29	0.25	0.81	0.27	0.32	0.37	0.19
E.T	0.07	0.17	0.26	0.26	0.07	0.16	0.02	0.06	0.04	0.05	0.28	0.04	0.04	0.08	0.01
CV(%)	26.98	52.57	68.97	65.34	29.95	46.61	10.45	26.44	15.78	25.17	59.71	18.36	14.78	28.52	11.41
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	0.19	0.20	0.27	0.21	0.17	0.29	0.27	0.26	0.37	0.28	0.25	0.20	0.23	0.26	
Minimale	0.14	0.18	0.20	0.19	0.13	0.23	0.17	0.21	0.18	0.19	0.16	0.12	0.20	0.21	
Maximale	0.26	0.22	0.35	0.23	0.21	0.38	0.40	0.32	0.72	0.34	0.32	0.25	0.26	0.35	
E.T	0.06	0.02	0.07	0.01	0.04	0.07	0.11	0.05	0.30	0.07	0.08	0.07	0.02	0.07	
CV(%)	32.74	11.12	27.75	8.96	23.48	26.80	43.42	20.52	81.11	27.10	32.16	35.55	11.01	29.61	

Annexe 3. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L. (suite)

23-NRP															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	31.70	29.71	32.41	27.55	35.11	25.85	8.00	28.40	23.24	25.07	27.39	26.27	29.49	6.47	27.36
Minimale	28.96	24.50	26.90	24.42	25.88	16.55	27.20	18.25	19.83	18.40	25.41	25.96	26.76	22.88	25.79
Maximale	34.86	34.89	37.51	33.48	44.42	30.51	28.43	33.90	25.89	28.86	31.32	26.54	31.37	29.23	28.53
E.T	2.970	5.19	5.32	5.13	9.27	8.05	0.69	8.80	3.10	5.79	3.39	0.29	2.41	3.25	1.41
CV(%)	9.369	17.48	16.41	18.62	26.39	31.16	2.47	31.00	13.34	23.12	12.40	1.10	8.18	12.28	5.16
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	27.26	25.87	24.68	30.89	31.20	25.69	28.29	24.45	29.36	29.26	30.90	28.54	26.68	28.39	
Minimale	21.19	23.23	22.53	30.56	24.60	22.55	27.07	17.30	27.46	22.83	29.88	22.22	23.20	25.79	
Maximale	33.40	30.83	25.96	31.46	37.88	29.79	30.40	33.00	32.23	39.39	32.84	34.78	30.13	31.12	
E.T	6.10	4.29	1.87	0.49	6.64	3.71	1.83	7.93	2.52	8.87	1.67	6.28	3.46	2.66	
CV(%)	22.40	16.59	7.60	1.59	21.29	14.45	6.47	32.45	8.60	30.33	5.41	22.00	12.98	9.38	
24-NRS															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	32.11	29.85	33.46	28.95	35.51	25.97	28.2	28.46	23.43	25.46	27.63	26.36	29.85	26.57	27.42
Minimale	28.9	24.66	29.83	24.42	25.88	16.55	27.66	18.35	20.12	18.40	25.41	26.25	27.6	22.88	25.79
Maximale	34.89	34.89	37.51	34.52	44.85	30.75	28.56	33.96	25.89	29.86	32.03	26.54	31.37	29.46	28.70
E.T	2.98	5.11	3.85	5.12	9.48	8.16	0.47	8.76	2.97	6.18	3.81	0.15	1.99	3.35	1.48
CV(%)	9.29	17.13	11.53	17.69	26.71	31.42	1.67	30.79	12.70	24.27	13.78	0.5840	6.67	12.64	5.42
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	27.95	25.95	24.87	31.03	31.38	25.76	28.95	24.56	29.71	29.55	31.82	28.94	27.95	28.45	
Minimale	21.19	23.46	22.90	30.56	24.6	22.24	27.07	17.57	28.39	23.36	29.88	23.14	23.4138	25.93	
Maximale	35.48	30.83	26.16	31.46	37.88	29.79	32.36	33.03	32.23	39.71	34.48	34.78	31.86	31.16	
E.T	7.17	4.22	1.73	0.44	6.64	3.80	2.96	7.83	2.17	8.87	2.37	5.81	4.25	2.61	
CV(%)	25.66	16.27	6.98	1.449	21.18	14.75	10.23	31.90	7.32	30.01	7.47	20.09	15.23	9.20	

Annexe 3. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L. (suite)

25-NTR															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	49.35	43.97	47.38	44.91	51.72	39.26	40.21	40.14	35.98	39.14	41.79	42.40	43.83	41.81	39.58
Minimale	46.11	40.43	45.93	40.82	42.03	30.00	38.33	31.67	31.7083	33.04	39.08	40.72	40.56	38.88	38.24
Maximale	53.06	50.46	48.75	51.92	62.14	46.38	43.23	44.60	38.6667	44.10	45.07	43.70	47.81	43.66	42.10
E.T	3.502	5.62	1.41	6.09	10.07	8.40	2.64	7.33	3.74314	5.619	3.03	1.52	3.67	2.56	2.17
CV(%)	7.09	12.79	2.98	13.56	19.47	21.39	6.57	18.26	10.4021	14.35	7.25	3.60	8.38	6.13	5.50
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	41.97	42.06	38.90	44.72	47.23	41.17	43.00	37.90	45.45	43.52	46.79	42.58	43.25	41.77	
Minimale	35.46	37.36	33.93	41.50	40.87	38.00	41.42	29.23	44.08	38.06	45.41	38.00	36.55	39.13	
Maximale	52.96	49.36	42.76	47.28	52.25	45.13	44.63	48.70	47.03	51.78	47.84	45.39	50.51	43.89	
E.T	9.57	6.40	4.518	2.95	5.81	3.63	1.60	9.90	1.48	7.27	1.244	4.00	6.99	2.41	
CV(%)	22.80	15.23	11.61	6.59	12.30	8.82	3.72	26.13	3.27	16.72	2.65	9.40	16.17	5.79	
26-NFI															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	26.99	33.89	36.53	34.51	32.35	25.76	37.26	34.21	33.90	33.02	30.99	38.12	30.17	37.13	32.33
Minimale	12.58	24.03	24.16	26.65	26.44	23.30	31.53	26.96	28.14	27.41	25.54	31.68	27.00	28.46	27.86
Maximale	37.96	45.42	56.65	42.60	38.95	27.17	41.83	44.85	43.36	39.07	35.83	46.08	35.00	43.56	39.06
E.T	13.03	10.79	17.57	7.97	6.28	2.13	5.24	9.41	8.25	5.84	5.17	7.31	4.24	7.794	5.93
CV(%)	48.28	31.84	48.09	23.10	19.42	8.27	14.08	27.50	24.35	17.68	16.68	19.18	14.08	20.98	18.35
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	29.03	33.64	39.42	32.65	29.71	38.72	33.32	32.26	39.31	35.21	34.62	29.55	33.64	33.56	
Minimale	26.69	25.96	26.93	32.28	13.11	35.53	29.65	23.86	34.60	28.03	28.52	23.90	25.89	29.41	
Maximale	32.74	40.43	53.83	32.90	44.44	43.93	37.07	39.92	45.91	45.76	37.87	35.82	38.37	35.65	
E.T	3.247	7.27	13.55	0.32	15.74	4.543	3.70	8.056	5.88	9.33	5.28	5.98	6.76	3.59	
CV(%)	11.18	21.62	34.37	0.98	52.99	11.73	11.13	24.96	14.97	26.49	15.27	20.24	20.10	10.72	

Annexe 3. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L. (suite)

27-NRI															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	4.12	4.71	4.22	3.91	4.80	4.88	4.58	3.88	3.83	4.37	3.85	4.79	5.13	4.36	5.14
Minimale	3.10	3.8	3.03	2.28	3.88	4.75	2.6	2.55	2.28	2.51	2.25	3.66	3.73	3.96	3.33
Maximale	5.74	6.1	6.37	4.88	5.42	5.07	5.73	6.23	5.00	5.92	5.50	6.17	6.20	4.56	6.48
E.T	1.41	1.21	1.86	1.42	0.81	0.17	1.72	2.04	1.39	1.72	1.62	1.27	1.26	0.34	1.62
CV(%)	34.41	25.84	44.11	36.26	16.88	3.49	37.67	52.59	36.43	39.44	42.15	26.55	24.69	7.86	31.63
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	3.86	4.31	4.28	4.93	4.72	5.46	4.47	5.59	5.54	4.06	4.91	5.15	4.30	4.83	
Minimale	3.07	3.73	2.96	3.53	3.65	4.72	3.24	4.70	5.30	2.36	3.70	3.21	2.75	3.31	
Maximale	5.4	5.43	5.30	6.06	6.10	6.03	5.26	6.19	5.66	5.57	6.12	6.54	5.31	5.96	
E.T	1.33	0.97	1.19	1.28	1.25	0.67	1.08	0.78	0.20	1.61	1.20	1.73	1.35	1.37	
CV(%)	34.47	22.54	27.91	26.06	26.53	12.28	24.22	14.11	3.70	39.64	24.59	33.56	31.54	28.32	
28-NFF															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	16.70	25.28	17.91	26.84	21.46	21.90	22.08	20.58	25.33	22.87	24.90	20.96	21.86	24.37	30.91
Minimale	12.37	23.96	13.48	23.00	18.38	14.42	15.63	16.22	24.21	17.71	22.95	16.24	19.33	18.53	23.03
Maximale	20.81	27.13	23.43	30.48	23.40	26.37	27.70	25.50	27.04	26.08	27.75	27.08	24.83	30.03	46.53
E.T	4.22	1.64	5.06	3.74	2.70	6.51	6.07	4.66	1.50	4.51	2.52	5.55	2.77	5.75	13.52
CV(%)	25.27	6.52	28.26	13.95	12.59	29.76	27.51	22.65	5.94	19.72	10.12	26.49	12.69	23.60	43.75
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	20.19	25.14	23.32	23.31	18.50	27.12	21.45	22.53	18.18	22.51	22.37	20.4881	28.81	19.98	
Minimale	12.14	24.33	18.96	20.33	12.34	24.34	15.86	18.20	11.07	15.50	20.36	11.0435	25.86	15.92	
Maximale	26.06	26.40	27.66	25.13	26.22	29.58	25.46	25.57	27.86	35.70	24.75	29.2727	33.04	25.28	
E.T	7.211	1.10	4.350	2.59	7.06	2.63	4.99	3.85	8.68	11.42	2.218	9.1325	3.75	4.80	
CV(%)	35.70	4.38	18.65	11.15	38.21	9.71	23.27	17.10	47.78	50.72	9.91	44.57	13.02	24.02	

Annexe 3. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L. (suite)

29-LAI (cm)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	50.34	48.86	58.96	48.94	50.96	56.12	60.25	54.36	56.07	57.21	48.63	56.86	55.65	57.78	61.67
Minimale	43.44	43.46	52.00	43.85	43.82	51.00	55.93	49.21	50.53	51.16	41.41	49.20	52.66	49.56	55.6
Maximale	55.55	54.33	62.73	54.31	54.95	61.69	67.40	57.01	59.41	66.50	53.03	70.00	60.86	73.08	66.10
E.T	6.22	5.43	6.03	5.23	6.19	5.35	6.23	4.46	4.83	8.16	6.30	11.42	4.52	13.26	5.44
CV(%)	12.37	11.12	10.23	10.68	12.15	9.54	10.34	8.20	8.61	14.26	12.95	20.09	8.13	22.95	8.82
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	58.28	55.14	58.15	57.88	55.92	53.56	51.47	59.03	51.81	56.99	54.37	57.63	57.48	51.06	
Minimale	52.92	46.36	52.03	50.96	48.15	47.68	47.92	53.15	47.08	48.85	52.20	47.54	53.18	46.68	
Maximale	65.20	65.93	65.16	69.20	60.55	63.18	55.56	70.50	54.70	62.10	57.80	63.39	60.93	56.88	
E.T	6.28	9.93	6.61	9.87	6.77	8.39	3.84	9.93	4.12	7.12	3.00	8.76	3.93	5.24	
CV(%)	10.77	18.02	11.36	17.06	12.10	15.67	7.47	16.82	7.96	12.49	5.51	15.20	6.85	10.27	
30-LTF (cm)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	15.26	13.32	16.93	14.70	13.19	15.40	13.91	15.06	15.01	14.62	14.99	12.89	15.64	15.05	14.95
Minimale	14.78	11.28	13.57	13.67	11.80	12.60	11.26	12.51	13.70	11.60	13.50	11.01	13.31	11.32	11.86
Maximale	16.04	15.14	19.82	15.94	14.13	18.35	17.11	18.10	17.00	17.25	15.76	14.97	18.44	17.55	17.77
E.T	0.68	1.94	3.15	1.15	1.23	2.87	2.96	2.826	1.74	2.84	1.29	1.98	2.59	3.29	2.96
CV(%)	4.48	14.56	18.62	7.82	9.35	18.68	21.33	18.76	11.62	19.45	8.62	15.38	16.61	21.89	19.82
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	14.59	16.42	16.35	16.09	15.77	15.92	15.10	16.31	15.86	15.33	13.28	14.95	15.78	14.27	
Minimale	10.40	14.47	14.54	11.71	14.34	14.84	14.08	15.60	12.90	13.59	13.05	13.56	13.46	13.68	
Maximale	17.06	18.25	17.45	18.39	17.37	16.57	16.78	17.52	19.11	17.84	13.58	15.78	17.22	14.85	
E.T	3.65	1.89	1.58	3.79	1.51	0.94	1.46	1.05	3.11	2.23	0.27	1.21	2.02	0.58	
CV(%)	25.00	11.52	9.69	23.57	9.62	5.95	9.71	6.46	19.64	14.54	2.07	8.09	12.85	4.08	

Annexe 3. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L. (suite)

31-LLF (cm)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	10.07	8.39	11.54	10.48	8.36	9.78	8.43	9.58	10.12	9.95	10.12	8.26	10.34	10.01	9.65
Minimale	9.63	6.27	8.84	10.02	7.71	7.78	6.30	7.60	9.316	7.31	8.60	6.49	8.62	6.86	6.36
Maximale	10.42	10.59	14.37	11.30	9.19	11.89	11.67	12.49	11.19	11.82	11.25	10.57	12.26	12.72	12.32
E.T	0.40	2.16	2.76	0.71	0.75	2.05	2.85	2.57	0.96	2.35	1.37	2.08	1.82	2.95	3.02
CV(%)	3.98	25.76	23.93	6.78	9.04	21.03	33.80	26.80	9.51	23.646	13.54	25.26	17.65	29.51	31.33
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	9.13	11.76	11.14	10.58	10.64	10.58	9.84	10.94	10.78	8.68	9.00	10.09	10.35	9.87	
Minimale	5.45	10.72	10.04	6.58	9.62	10.10	8.39	9.50	9.53	5.94	8.08	9.02	8.38	9.12	
Maximale	11.10	12.87	11.87	13.66	11.72	11.03	11.67	12.20	12.58	11.70	9.78	10.68	12.09	10.35	
E.T	3.18	1.07	0.96	3.62	1.05	0.46	1.67	1.35	1.59	2.88	0.85	0.92	1.86	0.65	
CV(%)	34.91	9.11	8.66	34.26	9.87	4.37	17.02	12.39	14.82	33.24	9.53	9.18	18.01	6.65	
32-LPF (cm)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	12.18	10.38	13.23	11.68	10.42	12.42	10.79	11.27	11.93	11.72	11.77	9.77	12.39	11.75	11.32
Minimale	11.66	8.15	10.34	11.01	9.32	9.16	8.13	8.95	10.47	8.42	10.10	8.24	10.73	8.01	8.33
Maximale	12.98	12.37	15.62	12.59	11.31	15.40	13.66	13.99	13.73	14.35	13.24	12.37	14.27	15.12	14.03
E.T	0.70	2.11	2.67	0.81	1.00	3.12	2.77	2.54	1.65	3.01	1.58	2.26	1.77	3.57	2.86
CV(%)	5.74	20.38	20.20	6.99	9.68	25.18	25.67	22.54	13.89	25.74	13.44	23.13	14.34	30.38	25.25
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	11.13	13.34	13.03	12.45	12.15	12.32	11.81	12.68	12.77	11.94	10.33	11.71	12.57	11.51	
Minimale	6.95	12.04	11.47	7.99	10.90	11.94	10.71	12.22	10.18	10.13	10.03	10.59	10.31	10.60	
Maximale	13.60	14.21	14.01	15.21	13.20	12.56	13.70	13.33	15.30	14.46	10.85	12.54	13.80	12.05	
E.T	3.63	1.14	1.36	3.89	1.16	0.33	1.64	0.57	2.56	2.24	0.44	1.00	1.96	0.79	
CV(%)	32.69	8.60	10.49	31.29	9.55	2.70	13.91	4.53	20.05	18.83	4.34	8.59	15.58	6.89	

Annexe 3. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L. (suite)

33-LGP (cm)															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	163.0	157.2	153.6	144.1	167.6	156.5	159.6	159.6	160.2	164.1	165.3	166.2	158.4	161.8	159.1
Minimale	160.5	147.9	146.4	121.9	159.7	154.3	155.2	153.5	142.8	159.8	161.3	160.3	152.7	156.3	157.8
Maximale	164.3	169.0	160.5	163.7	173.0	159.2	163.7	166.0	179.3	171.2	170.6	171.3	164.8	167.5	160.4
E.T	2.2	10.8	7.1	21.0	7.0	2.5	4.2	6.3	18.3	6.2	4.8	5.5	6.1	5.6	1.3
CV(%)	1.32	6.84	4.61	14.59	4.16	1.58	2.66	3.91	11.43	3.79	2.88	3.31	3.83	3.43	0.83
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	151.0	170.1	152.5	151.2	159.2	159.6	163.1	147.7	157.4	160.7	164.8	19.0	164.1	155.5	
Minimale	146.0	165.7	144.8	145.2	150.4	140.9	160.0	133.7	155.6	152.6	143.3	155.0	158.1	134.2	
Maximale	158.6	177.2	164.1	157.3	165.2	171.5	165.7	163.8	159.6	169.4	179.6	172.3	173.4	166.8	
E.T	6.7	6.2	10.2	6.1	7.8	16.4	2.9	15.2	2.0	8.4	19.0	9.1	8.1	18.5	
CV(%)	4.43	3.63	6.68	4.00	4.87	10.29	1.79	10.27	1.28	5.24	11.54	5.59	4.96	11.87	
34-NAP															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	15.85	12.92	12.063	14.43	15.07	12.154	10.967	10.654	11.522	12.639	12.92	15.04	12.89	14.24	1.58
Minimale	14.22	8.83	8.931	10.97	14.21	9.241	9.367	9.567	10.500	11.036	11.32	13.41	8.70	12.43	9.414
Maximale	17.17	15.37	14.724	16.57	15.86	14.769	13.867	12.321	13.381	13.640	14.77	16.17	15.44	15.30	16.48
E.T	1.50	3.56	2.925	3.03	0.83	2.776	2.516	1.466	1.613	1.403	1.74	1.44	3.66	1.58	0.89
CV(%)	9.45	27.58	24.24	20.99	5.49	22.83	22.94	13.76	13.99	11.09	13.46	9.58	28.38	11.06	13.89
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	13.01	15.03	12.9	12.69	14.85	14.40	12.30	12.25	14.37	12.86	13.50	12.39	13.35	12.30	
Minimale	9.3	12.66	9.66	9.93	13.37	14.13	9.00	10.38	13.80	10.75	11.00	9.60	11.25	10.08	
Maximale	16.48	17.53	15.6	14.82	15.92	14.72	14.55	14.66	14.69	14.14	16.23	14.45	16.68	14.62	
E.T	3.597	2.43	3.00	2.50	1.32	0.29	2.92	2.19	0.49	1.84	2.62	2.50	2.91	2.27	
CV(%)	27.63	16.20	23.27	19.73	8.93	2.078	23.75	17.88	3.44	14.33	19.42	20.18	21.84	18.46	

Annexe 3. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L. (suite)

35-SFO															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	4.86	2.33	8.63	4.87	3.73	2.25	1.87	0.31	1.48	3.55	1.38	0.47	2.40	0.35	0.74
Minimale	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Maximale	14.14	4.73	21.37	8.28	5.69	5.276	3.500	0.700	2.500	8.172	4.143	1.4286	4.000	0.6667	1.3667
E.T	8.042	2.367	11.26	4.331	3.238	2.719	1.764	0.3547	1.314	4.188	2.392	0.824	2.117	0.335	0.691
CV(%)	165.3	101.5	130.5	88.85	86.63	120.4	93.94	112.0	88.55	117.7	173.2	173.2	88.19	94.37	93.02
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	6.407	0.544	2.344	2.022	1.205	2.271	5.433	1.119	2.067	5.008	3.771	3.975	3.414	1.589	
Minimale	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.483	
Maximale	19.22	1.633	4.933	6.067	3.615	6.400	16.300	2.923	6.200	12.66	9.792	6.926	8.517	3.560	
E.T	11.09	0.943	2.476	3.503	2.087	3.582	9.411	1.578	3.580	6.737	5.270	3.575	4.503	1.711	
CV(%)	173.2	173.2	105.6	173.2	173.2	157.7	173.2	141.0	173.2	134.5	139.8	89.93	131.9	107.7	
36-NFO															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	7.17	1.978	5.092	6.655	2.547	1.371	1.111	0.1706	1.194	2.676	1.179	0.107	0.8778	0.155	0.160
Minimale	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
Maximale	21.11	3.733	13.000	13.240	4.069	3.690	1.666	0.333	2.333	7.241	3.536	0.321	1.533	0.466	0.448
E.T	12.07	1.877	6.942	6.620	2.220	2.019	0.962	0.166	1.168	3.973	2.041	0.185	0.790	0.269	0.249
CV(%)	198.42	92.43	136.3	99.48	87.15	147.3	86.60	97.75	97.76	148.5	173.2	173.2	90.05	173.2	155.6
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	5.802	0.2667	1.367	1.244	1.090	2.650	6.244	0.6855	1.556	1.756	4.193	2.140	1.218	0.995	
Minimale	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.000	1.091	0.000	0.000	
Maximale	17.407	0.8000	2.167	3.733	3.269	7.467	18.733	1.9231	4.667	3.267	9.458	4.111	3.138	2.400	
E.T	10.050	0.4619	1.189	2.155	1.887	4.179	10.816	1.0739	2.694	1.647	4.820	1.708	1.682	1.251	
CV(%)	173.2	173.2	87.02	173.2	173.2	157.7	173.2	156.7	173.2	93.82	114.9	79.84	138.1	125.7	

Annexe 3. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L. (suite)

37-NRO															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	0.406	0.255	0.925	0.523	0.395	0.176	0.200	0.057	0.123	0.369	0.238	0.083	0.366	0.022	0.067
Minimale	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	0.000	00.00	00.00	00.00
Maximale	1.185	0.600	2.567	0.931	0.758	0.413	0.466	0.107	0.28	1.00	0.714	0.250	0.833	0.066	0.166
E.T	0.674	0.309	1.426	0.476	0.380	0.213	0.240	0.054	0.146	0.549	0.412	0.144	0.425	0.038	0.087
CV(%)	165.9	121.2	154.2	90.95	96.12	121.1	120.2	93.38	119.4	148.8	173.2	173.2	116.1	173.2	131.2
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	0.481	0.077	0.188	0.133	0.1667	0.1893	0.756	0.100	0.355	0.284	0.786	0.337	1.015	0.059	
Minimale	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	0.206	00.00	
Maximale	1.444	0.233	0.366	0.400	0.500	0.533	2.267	0.269	1.066	0.533	1.360	0.740	1.875	0.137	
E.T	0.833	0.134	0.183	0.230	0.288	0.298	1.309	0.146	0.615	0.268	0.704	0.374	0.835	0.070	
CV(%)	173.2	173.2	97.19	173.2	173.2	157.7	173.2	145.5	173.2	94.25	89.57	110.9	82.22	119.6	
38-NIO															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	2.187	0.911	6.385	3.693	2.935	0.9629	0.822	0.213	0.734	2.131	0.690	0.309	1.922	0.111	0.348
Minimale	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
Maximale	6.148	1.4667	16.467	9.759	6.759	1.965	1.400	0.533	1.619	4.966	2.071	0.928	5.233	0.3333	0.700
E.T	3.436	0.795	8.834	5.294	3.466	0.983	0.731	0.282	0.820	2.556	1.195	0.536	2.880	0.192	0.350
CV(%)	157.1	87.30	138.3	143.4	118.1	102.1	88.94	132.2	111.7	119.9	173.2	173.2	149.8	173.2	100.5
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	4.062	0.233	1.022	2.444	1.013	1.579	3.722	0.484	1.400	1.592	2.618	2.159	1.345	1.020	
Minimale	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	
Maximale	12.185	0.700	1.566	7.333	3.038	4.633	11.167	1.153	4.200	3.633	7.375	4.182	2.897	2.440	
E.T	7.035	0.4041	0.8859	4.234	1.754	2.646	6.447	0.5986	2.425	1.858	4.126	2.094	1.459	1.268	
CV(%)	173.2	173.2	86.66	173.2	173.2	167.6	173.2	123.5	173.2	116.7	157.6	96.98	108.5	124.3	

Annexe 3. Résultats de l'analyse de variance chez 29 populations d'*Hedysarum coronarium* L. (suite)

39-NMF															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	1.216	0.583	2.157	1.219	0.934	0.564	0.469	0.079	0.371	0.889	0.345	0.119	0.600	0.163	0.185
Minimale	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
Maximale	3.537	1.183	5.342	2.070	1.422	1.319	0.875	0.1750	0.625	2.043	1.035	0.357	1.00	0.491	0.341
E.T	2.011	0.5918	2.815	1.083	0.809	0.679	0.441	0.088	0.328	1.046	0.598	0.206	0.529	0.283	0.172
CV(%)	165.3	101.5	130.5	88.85	86.93	120.4	93.94	112.0	88.55	117.7	173.2	173.2	88.9	173.2	93.02
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	1.602	0.136	0.586	0.505	0.301	0.567	1.358	0.279	0.516	1.252	0.943	0.993	0.853	0.357	
Minimale	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	
Maximale	4.806	0.408	1.233	1.516	0.903	1.600	4.075	0.730	1.550	3.167	2.448	1.731	2.129	0.890	
E.T	2.774	0.235	0.618	0.875	0.521	0.895	2.353	0.394	0.894	1.684	1.317	0.893	1.126	0.470	
CV(%)	173.2	173.2	105.6	173.2	173.2	157.7	173.2	141.0	173.2	134.5	139.8	89.93	131.9	131.8	
40-NGS															
Populations	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	13/08	14/08	15/08	16/08
Moyenne	27.93	31.67	38.27	23.43	25.53	28.60	29.93	26.00	27.13	30.87	24.30	24.57	25.70	27.47	29.00
Minimale	15.00	16.00	16.00	12.00	14.00	15.00	15.00	12.00	13.00	8.00	11.00	8.00	15.00	8.00	14.00
Maximale	52.00	59.00	78.00	41.00	45.00	43.00	46.00	45.00	42.00	55.00	38.00	41.00	35.00	47.00	52.00
E.T	1.60	1.93	2.45	1.28	1.18	1.29	1.57	1.64	1.28	2.14	1.16	1.44	0.91	1.76	1.60
CV(%)	31.36	33.39	35.11	29.92	25.29	24.79	28.76	34.53	25.80	37.98	26.12	32.21	19.31	35.05	30.31
Populations	17/08	18/08	23/08	24/08	25/08	27/08	29/08	30/08	31/08	32/08	33/08	34/08	35/08	36/08	
Moyenne	27.03	26.07	27.40	33.53	26.87	31.30	28.60	29.83	32.23	29.70	27.47	27.33	28.50	33.03	
Minimale	13.00	15.00	13.00	14.00	12.00	7.00	15.00	15.00	18.00	18.00	15.00	10.00	15.00	15.00	
Maximale	40.00	44.00	42.00	75.00	56.00	45.00	43.00	58.00	51.00	43.00	60.00	46.00	48.00	57.00	
E.T	1.35	1.42	1.43	2.24	1.58	1.52	1.29	1.71	1.75	1.26	1.82	1.60	1.53	2.03	
CV(%)	27.35	29.78	28.63	36.62	32.25	26.60	24.79	31.35	29.79	23.21	36.39	32.04	29.44	33.68	

Annexe 02. Résultats des paramètres statistiques.

N°	Caractères	Minimales (g)	Moyennes (g)	Maximales (g)	•cart- Type	CV (%)
01	AT(g)	1.340	01.70	02.30	00.20	11.76
02	DG(g)	1.640	02.21	03.09	00.37	16.74
03	RPP	00.93	01.30	01.76	00.15	11.53
04	PMG(g)	3.392	04.64	06.14	00.72	15.51
05	GI	54.05	78.58	107.9	12.93	00.20

Annexe 03. Matrice de corrélation des caractères étudiés.

Variables	LEV	PFS	DFS	TFS	DFC	TFC	ROS	MVG	FVG	BFL	DFL	PFL	FFL	DFO	FDS	FMT	FGS
LEV	1	0.764	0.540	0.650	0.374	0.538	0.562	0.508	0.403	0.341	0.228	0.181	0.036	0.131	0.010	-0.007	0.178
PFS	0.764	1	0.605	0.540	0.381	0.509	0.473	0.507	0.362	0.276	0.173	0.133	0.187	-0.078	0.189	0.151	0.147
DFS	0.540	0.605	1	0.844	0.733	0.685	0.665	0.614	0.519	0.468	0.376	0.280	0.177	-0.031	0.240	0.517	0.397
TFS	0.650	0.540	0.844	1	0.749	0.731	0.729	0.704	0.684	0.609	0.416	0.304	0.035	0.153	0.113	0.478	0.375
DFC	0.374	0.381	0.733	0.749	1	0.916	0.817	0.777	0.797	0.696	0.546	0.485	-0.002	0.242	0.180	-0.010	0.219
TFC	0.538	0.509	0.685	0.731	0.916	1	0.935	0.876	0.851	0.697	0.502	0.483	0.047	0.205	0.158	0.916	0.182
ROS	0.562	0.473	0.665	0.729	0.817	0.935	1	0.926	0.852	0.692	0.437	0.416	0.004	0.224	0.103	0.817	0.236
MVG	0.508	0.507	0.614	0.704	0.777	0.876	0.926	1	0.890	0.789	0.553	0.549	-0.055	0.358	0.083	0.185	0.261
FVG	0.403	0.362	0.519	0.684	0.797	0.851	0.852	0.890	1	0.898	0.571	0.543	-0.026	0.275	0.112	0.202	0.316
BFL	0.341	0.276	0.468	0.609	0.696	0.697	0.692	0.789	0.898	1	0.757	0.695	0.056	0.297	0.046	0.180	0.375
DFL	0.228	0.173	0.376	0.416	0.546	0.502	0.437	0.553	0.571	0.757	1	0.930	0.178	0.340	-0.190	0.110	0.206
PFL	0.181	0.133	0.280	0.304	0.485	0.483	0.416	0.549	0.543	0.695	0.930	1	0.251	0.322	-0.082	0.930	0.200
FFL	0.036	0.187	0.177	0.035	0.002	0.047	0.004	-0.055	0.026	0.056	0.178	0.251	1	0.798	0.156	0.095	0.082
DFO	0.131	-0.078	0.031	0.153	0.242	0.205	0.224	0.358	0.275	0.297	0.340	0.322	0.798	1	0.035	-0.361	0.182
FDS	0.010	0.189	0.240	0.113	0.180	0.158	0.103	0.083	0.112	0.046	0.190	0.082	0.156	0.035	1	0.235	0.079
FMT	-0.007	0.151	0.177	0.214	-0.010	0.011	0.817	0.185	0.202	0.180	0.110	0.120	0.055	-0.361	0.235	1	0.679
FGS	0.178	0.147	0.397	0.375	0.219	0.182	0.236	0.261	0.316	0.375	0.206	0.259	0.082	-0.183	0.079	0.679	1
DPL	-0.511	-0.556	-0.464	-0.502	-0.416	-0.483	-0.489	-0.542	-0.457	0.346	0.189	0.202	0.180	0.028	0.094	0.011	-0.07
DHH	-0.089	-0.238	-0.204	-0.096	-0.244	-0.257	-0.300	-0.376	-0.269	-0.206	-0.131	-0.150	-0.106	-0.056	-0.266	0.159	0.142
DPH	0.248	-0.010	0.187	0.224	0.137	0.146	0.047	-0.139	-0.159	-0.226	0.041	0.026	-0.025	0.034	0.028	-0.077	-0.108
NAP	-0.074	-0.253	-0.366	-0.102	0.087	0.162	0.128	0.154	0.172	0.191	0.169	0.189	-0.281	0.392	-0.430	-0.171	-0.254
NRP	0.241	-0.002	0.043	0.089	0.094	0.090	0.167	0.139	0.094	0.229	0.236	0.304	-0.081	0.270	0.007	-0.086	0.204
NRS	0.243	0.002	0.042	0.082	0.087	0.075	0.140	0.118	0.069	0.212	0.233	0.299	-0.073	0.262	-0.001	0.054	0.205
NRI	-0.415	-0.332	-0.070	-0.038	0.057	0.008	0.030	-0.031	0.155	0.159	0.069	0.088	0.123	-0.190	0.156	-0.036	-0.005
NTR	0.162	0.098	-0.103	0.024	0.472	0.112	0.934	0.136	0.102	0.228	0.247	0.307	0.292	0.133	0.156	0.099	0.079
NFF	-0.051	-0.006	-0.200	-0.078	-0.251	-0.155	-0.182	-0.210	-0.102	-0.064	-0.195	-0.205	0.197	-0.363	0.021	0.222	0.143
LAI	-0.560	-0.266	-0.278	-0.514	-0.401	-0.483	-0.406	-0.327	-0.331	-0.228	-0.215	-0.259	0.109	-0.269	0.014	0.031	-0.052
LTF	-0.506	-0.476	-0.415	-0.395	-0.425	-0.614	-0.681	-0.641	-0.531	-0.433	-0.231	-0.251	-0.219	0.023	-0.120	0.115	-0.013
LLF	-0.420	-0.429	-0.368	-0.295	-0.412	-0.548	-0.627	-0.539	-0.456	-0.352	-0.104	-0.129	-0.124	0.016	-0.277	0.122	-0.044
LPF	-0.490	-0.480	-0.332	-0.315	-0.325	-0.504	-0.564	-0.542	-0.470	-0.391	-0.177	-0.185	-0.222	0.068	-0.160	0.138	0.016
ARG	-0.315	-0.185	-0.015	-0.057	-0.038	-0.200	-0.299	-0.326	-0.241	-0.252	-0.274	-0.370	-0.152	-0.126	-0.076	-0.142	-0.031
LMG	-0.219	-0.012	0.044	0.032	0.066	-0.006	-0.086	-0.057	-0.034	-0.065	-0.226	-0.245	-0.073	-0.160	0.015	0.183	0.705
NGG	-0.077	-0.055	0.119	0.174	0.187	0.023	-0.011	-0.026	0.088	0.109	-0.212	-0.235	-0.140	-0.063	-0.033	0.004	0.415
PMG	-0.500	-0.520	-0.812	-0.710	-0.522	-0.581	-0.611	-0.534	-0.398	-0.287	-0.157	-0.067	-0.038	0.029	-0.339	-0.269	-0.288
NGI	-0.015	0.002	0.053	-0.080	0.004	-0.006	-0.010	-0.090	-0.008	-0.063	0.039	-0.007	-0.040	0.010	0.040	0.052	0.086
PAT	-0.253	-0.326	-0.224	-0.295	-0.305	-0.229	-0.183	-0.244	-0.248	-0.147	0.002	0.038	0.092	-0.061	-0.031	0.000	0.025
RPP	0.116	0.143	-0.135	-0.152	-0.137	-0.008	0.111	0.037	0.023	-0.047	0.044	0.041	0.115	-0.012	0.191	-0.236	-0.397
ALT	-0.455	-0.325	-0.678	-0.587	-0.450	-0.445	-0.490	-0.351	-0.207	-0.208	-0.307	-0.147	-0.021	-0.064	0.117	-0.192	-0.239
PLV	0.083	0.023	0.024	0.094	-0.067	-0.149	-0.197	-0.132	-0.095	-0.114	0.228	0.119	0.142	-0.113	-0.311	-0.029	-0.018
PFC	-0.242	-0.047	-0.013	-0.021	-0.091	-0.129	-0.211	-0.104	-0.074	-0.177	-0.096	-0.169	-0.027	-0.330	0.268	0.199	-0.311
DDS	0.192	0.298	0.120	0.034	0.040	0.038	0.018	-0.010	0.067	0.011	0.113	0.083	0.165	0.038	0.779	0.375	0.339
DMT	0.413	0.399	0.517	0.478	0.277	0.264	0.368	0.312	0.307	0.315	0.208	0.156	0.055	0.159	0.276	0.584	0.715
VCH	0.228	0.037	0.244	0.263	0.197	0.210	0.111	-0.077	0.120	0.205	0.019	0.058	0.069	0.006	0.083	-0.116	-0.146
VCL	-0.434	-0.414	-0.379	0.433	-0.346	-0.260	0.224	-0.300	0.190	-0.164	-0.167	-0.153	0.297	0.295	0.089	0.099	0.030
NFI	-0.161	0.056	-0.159	-0.337	-0.132	-0.134	0.228	-0.384	-0.275	0.243	0.039	-0.091	0.029	0.117	0.014	-0.400	-0.015
PGS	0.168	0.304	0.237	0.076	0.127	0.056	0.051	0.002	0.095	0.185	0.152	0.200	0.208	0.147	0.188	0.336	0.470
LGP	-0.022	0.170	0.104	0.075	0.139	0.160	0.213	0.244	0.103	0.033	0.112	-0.095	0.152	0.105	0.161	0.263	0.196
PDG	-0.287	-0.364	-0.095	-0.164	-0.155	-0.198	0.236	-0.236	-0.236	0.085	-0.071	-0.049	0.095	-0.065	-0.099	0.160	0.275
DHL	-0.429	-0.495	-0.397	-0.419	-0.350	-0.476	-0.502	-0.534	-0.480	0.355	-0.156	-0.179	-0.277	0.116	-0.071	-0.036	-0.104

Seuils de signification :

5% : r= 0.367

1% : r= 0.470

0.1% : r= 0.579

Annexe 03 (suite). Matrice de corrélation des caractères étudiés.

Variables	DHL	DPL	DHH	DPH	NAP	NRP	NRS	NRI	NTR	NFF	LAI	LTF	LLF	LPF	ARG	LMG	DFC	PDG
LEV	-0.429	-0.511	-0.089	0.248	-0.074	0.241	0.243	-0.415	0.162	-0.051	-0.560	-0.506	-0.420	-0.490	-0.315	-0.219	0.374	-0.287
PFS	-0.495	-0.556	-0.238	-0.010	-0.253	-0.002	0.002	-0.332	0.098	-0.006	-0.266	-0.476	-0.429	-0.480	-0.185	-0.012	0.381	-0.364
DFS	-0.397	-0.464	-0.204	0.187	-0.366	0.043	0.042	-0.070	-0.103	-0.200	-0.278	-0.415	-0.368	0.332	-0.015	0.044	0.733	-0.155
TFS	-0.419	-0.502	-0.096	0.224	-0.102	0.089	0.082	-0.038	0.024	-0.078	-0.514	-0.395	-0.295	-0.315	-0.057	0.032	0.749	-0.164
TFC	-0.476	-0.483	-0.257	0.146	0.162	0.090	0.075	0.008	0.112	-0.155	-0.483	-0.614	-0.548	-0.504	-0.200	-0.006	0.916	-0.198
ROS	-0.502	-0.489	-0.300	0.047	0.128	0.167	0.140	0.030	0.145	-0.182	-0.406	-0.681	-0.627	-0.564	-0.299	-0.086	0.817	-0.236
MVG	-0.534	-0.542	-0.376	-0.139	0.154	0.139	0.118	-0.031	0.136	-0.210	-0.327	-0.641	-0.539	-0.542	-0.326	-0.057	0.777	-0.236
FVG	-0.480	-0.457	-0.269	-0.159	0.172	0.094	0.069	0.155	0.102	-0.102	-0.331	-0.531	-0.456	-0.470	-0.241	-0.034	0.797	-0.236
BFL	-0.355	-0.346	-0.206	-0.226	0.191	0.229	0.212	0.159	0.229	-0.064	-0.228	-0.433	-0.352	-0.391	-0.252	-0.065	0.696	-0.085
DFL	-0.156	-0.189	-0.131	0.041	0.169	0.236	0.233	0.069	0.247	-0.195	-0.215	-0.231	-0.104	-0.177	-0.274	-0.226	0.546	-0.071
PFL	-0.179	-0.202	-0.150	0.026	0.189	0.304	0.299	0.088	0.308	-0.205	-0.259	0.251	-0.129	-0.185	-0.370	-0.245	0.695	-0.049
FFL	-0.277	-0.180	-0.106	-0.025	-0.281	-0.081	-0.073	0.123	0.292	0.197	0.109	-0.219	-0.124	0.222	-0.152	-0.073	0.411	-0.095
DFO	0.116	-0.028	-0.056	0.034	0.392	0.270	0.262	-0.190	0.133	-0.363	-0.269	0.023	0.016	0.068	-0.126	-0.160	-0.144	-0.065
FDS	-0.071	-0.094	-0.266	0.028	-0.430	0.007	-0.001	0.156	0.156	0.021	0.014	-0.120	-0.277	-0.160	-0.076	0.015	0.180	-0.099
DHL	1	0.932	0.676	0.310	0.130	0.261	0.307	0.191	0.339	-0.186	0.137	0.472	0.397	0.430	0.158	-0.197	-0.350	-0.059
DPL	0.932	1	0.657	0.221	0.187	0.176	0.212	0.313	0.275	-0.100	0.259	0.424	0.343	0.371	0.129	-0.134	-0.416	0.034
DHH	0.676	0.657	1	0.522	0.121	0.118	0.178	0.152	0.229	0.136	-0.083	0.415	0.409	0.403	0.067	-0.106	-0.244	-0.019
DPH	0.310	0.221	0.522	1	0.075	0.093	0.131	-0.123	0.167	-0.013	-0.527	0.154	0.190	0.219	-0.113	-0.269	0.137	-0.058
NAP	0.130	0.187	0.121	0.075	1	0.269	0.276	0.064	0.609	-0.164	-0.415	-0.066	0.092	0.018	0.033	0.116	0.087	0.082
NRP	0.261	0.176	0.118	0.093	0.269	1	0.992	0.083	0.910	-0.470	-0.297	-0.192	-0.226	-0.209	-0.166	-0.241	-0.094	-0.208
NRS	0.307	0.212	0.178	0.131	0.276	0.992	1	0.039	0.927	-0.445	-0.302	-0.183	-0.203	-0.194	-0.160	-0.221	0.087	0.181
NRI	0.191	0.313	0.152	-0.123	0.064	0.083	0.039	1	0.043	-0.016	0.144	0.037	0.059	0.030	0.223	0.000	0.057	-0.107
NTR	0.339	0.275	0.229	0.167	0.609	0.910	0.927	0.043	1	0.417	0.416	-0.156	0.107	0.128	-0.113	-0.126	0.101	0.103
NFF	-0.186	-0.100	0.136	-0.013	-0.164	-0.470	-0.445	-0.016	0.417	1	0.118	-0.012	0.015	-0.025	-0.020	0.309	-0.251	0.433
LAI	0.137	0.259	-0.083	-0.527	-0.415	-0.297	-0.302	0.144	0.416	0.118	1	0.290	0.100	0.174	0.115	0.137	-0.401	0.122
LTF	0.472	0.424	0.415	0.154	-0.066	-0.192	-0.183	0.037	-0.156	-0.012	0.290	1	0.884	0.965	0.279	0.052	-0.425	0.169
LLF	0.397	0.343	0.409	0.190	0.092	-0.226	-0.203	0.059	0.107	0.015	0.100	0.884	1	0.905	0.268	0.058	-0.412	0.200
LPF	0.430	0.371	0.403	0.219	0.018	-0.209	-0.194	0.030	0.128	-0.025	0.174	0.965	0.905	1	0.274	0.093	-0.325	0.263
ARG	0.158	0.129	0.067	-0.113	0.033	-0.166	-0.160	0.223	-0.113	-0.020	0.115	0.279	0.268	0.274	1	0.705	-0.038	0.236
LMG	-0.197	-0.134	-0.106	-0.269	0.116	-0.241	-0.221	0.000	-0.126	0.309	0.137	0.052	0.058	0.093	0.705	1	0.066	0.545
DFC	-0.350	-0.416	-0.244	0.137	0.087	0.094	0.087	0.057	0.101	-0.251	-0.401	-0.425	-0.412	-0.325	-0.038	0.066	1	-0.155
PDG	-0.059	0.034	-0.019	-0.058	0.082	-0.208	0.181	-0.107	0.103	0.433	0.122	0.169	0.200	0.263	0.236	0.545	-0.155	1
PMG	0.282	0.351	0.105	-0.263	0.311	0.027	0.003	0.085	0.102	-0.088	0.316	0.516	0.388	0.403	0.061	-0.102	-0.522	-0.019
NGI	0.332	0.253	0.233	0.067	-0.128	0.188	0.207	0.092	0.144	-0.306	-0.019	0.176	0.242	0.227	-0.018	-0.246	0.004	-0.185
PAT	-0.062	0.049	-0.214	-0.058	-0.024	0.203	-0.217	-0.025	0.193	0.438	0.199	-0.035	-0.012	0.023	-0.049	0.146	-0.305	0.682
RPP	-0.003	-0.015	-0.232	-0.006	-0.187	0.032	-0.011	0.179	0.099	-0.005	0.094	-0.274	-0.301	-0.341	-0.416	-0.610	-0.137	-0.594
ALT	0.108	0.144	-0.122	-0.430	0.031	-0.112	-0.145	0.257	-0.127	0.118	0.323	0.240	0.193	0.101	0.084	-0.012	-0.450	-0.091
PLV	0.065	0.076	0.191	0.009	0.026	0.082	0.061	-0.025	0.055	-0.067	-0.007	0.100	0.098	0.020	-0.255	-0.269	-0.067	-0.036
PFC	0.120	0.076	0.096	0.124	-0.245	-0.495	-0.481	-0.001	0.472	-0.038	0.109	0.238	0.247	0.246	0.079	-0.116	-0.091	-0.151
DDS	0.000	-0.040	-0.034	0.011	-0.382	0.218	0.232	-0.009	0.059	0.195	-0.020	-0.145	-0.305	-0.219	-0.180	0.036	0.040	-0.072
DMT	-0.117	-0.082	0.064	0.052	-0.236	0.338	0.343	0.025	0.204	0.053	-0.150	-0.261	-0.288	-0.253	-0.268	0.025	0.277	-0.070
FMT	-0.036	0.011	0.159	-0.077	-0.171	-0.086	-0.061	-0.036	0.099	-0.171	0.031	0.115	0.122	0.138	-0.142	0.183	-0.010	0.160
VCH	0.203	0.110	0.369	0.985	0.058	0.077	0.107	-0.164	0.136	-0.040	-0.557	0.084	0.125	0.157	-0.138	-0.273	0.197	-0.060
VCL	0.335	0.654	0.295	-0.065	0.208	-0.094	-0.096	0.417	0.002	0.136	0.388	0.117	0.061	0.066	0.008	0.061	-0.346	0.220
NFI	-0.056	-0.034	-0.086	0.099	0.023	-0.181	-0.175	0.084	0.126	0.180	0.095	0.001	0.015	-0.025	0.085	0.054	-0.132	0.057
PGS	-0.120	-0.213	0.142	-0.042	-0.38	0.047	0.104	-0.228	-0.031	0.290	0.003	-0.041	-0.050	-0.057	-0.160	0.112	0.127	0.190
LGP	-0.292	-0.233	-0.491	-0.272	0.271	0.114	0.085	-0.067	0.172	0.023	-0.116	-0.309	-0.267	-0.246	0.157	0.522	0.139	0.287
FGS	-0.104	-0.070	0.196	-0.017	-0.254	0.047	0.205	0.005	0.079	0.143	-0.052	-0.013	-0.044	-0.057	-0.031	0.244	0.219	0.257
NGG	0.068	0.038	0.059	-0.217	0.072	0.162	0.166	0.147	0.173	-0.031	-0.058	0.152	0.096	0.141	0.623	0.546	0.187	0.179

Annexe 03 (suite). Matrice de corrélation des caractères étudiés.

Variables	NGG	PMG	NGI	PAT	RPP	ALT	PLV	PFC	DDS	DMT	FMT	VCH	VCL	NFI	PGS	TFC	LGP	LEV
	-0.077	-0.500	0.015	-0.253	0.116	-0.455	0.083	-0.242	0.192	0.413	-0.007	0.288	-0.434	0.161	0.168	0.538	0.022	
PFS	-0.055	-0.520	0.002	-0.326	0.143	-0.325	0.023	-0.047	0.298	0.399	0.151	0.037	-0.414	0.058	0.304	0.509	0.170	
DFS	0.119	-0.812	0.053	-0.224	0.135	-0.678	0.024	-0.013	0.120	0.517	0.177	0.244	-0.376	-0.159	0.237	0.685	0.104	
TFS	0.174	-0.710	-0.080	0.295	0.152	-0.587	0.094	-0.129	0.034	0.478	0.214	0.263	-0.433	-0.337	0.076	0.730	0.075	
DFC	0.187	-0.522	0.004	-0.305	0.137	-0.450	-0.067	-0.091	0.113	0.277	-0.010	0.197	-0.346	-0.132	0.127	0.916	0.139	
ROS	-0.011	-0.611	-0.010	-0.183	0.111	-0.490	-0.197	-0.212	0.018	0.368	0.060	0.111	-0.244	0.288	-0.051	0.935	0.213	
MVG	-0.026	-0.534	-0.090	-0.244	0.037	-0.351	-0.132	-0.104	-0.010	0.312	0.185	-0.077	-0.300	0.384	0.002	0.876	0.244	
FVG	0.088	-0.398	-0.008	-0.248	0.023	-0.207	0.095	-0.074	0.067	0.715	0.202	-0.120	-0.190	-0.275	0.095	0.851	0.103	
BFL	0.109	-0.287	-0.063	-0.147	0.047	-0.208	0.114	-0.177	0.011	0.315	0.180	-0.205	-0.164	-0.234	0.185	0.697	0.033	
DFL	-0.212	-0.157	0.039	0.002	0.044	-0.307	0.228	-0.096	-0.207	0.162	0.179	0.071	-0.167	0.039	0.152	0.502	-0.267	
PFL	-0.235	-0.067	-0.007	0.038	0.041	-0.147	0.119	0.930	-0.083	0.155	0.120	0.057	-0.153	0.091	0.200	0.483	-0.095	
FFL	-0.140	-0.038	-0.040	0.092	0.115	-0.021	0.142	-0.247	-0.164	0.055	-0.095	0.069	-0.297	0.029	0.208	0.047	-0.152	
DFO	-0.063	0.029	0.010	-0.061	0.012	-0.064	-0.113	-0.330	0.038	-0.158	-0.361	0.006	-0.295	0.117	0.147	0.205	-0.105	
FDS	-0.033	-0.339	0.040	-0.031	0.191	0.117	-0.311	0.268	0.779	0.276	0.235	0.083	-0.089	0.014	0.188	0.158	0.161	
DHL	0.068	0.282	0.332	-0.062	-0.003	0.108	0.065	0.120	0.000	-0.117	-0.036	0.203	0.335	-0.056	-0.120	-0.476	0.292	
DPL	0.038	0.351	0.253	0.049	-0.015	0.144	0.076	0.076	-0.040	-0.082	0.011	0.110	0.654	0.034	0.213	-0.483	0.233	
DHH	0.059	0.105	0.233	-0.214	-0.232	-0.122	0.191	0.096	-0.033	0.064	0.159	0.396	0.295	-0.086	0.143	-0.257	-0.491	
DPH	-0.217	-0.263	0.067	-0.058	-0.006	-0.430	0.009	0.124	0.011	0.052	-0.077	0.985	-0.065	0.099	-0.042	0.146	-0.279	
NAP	0.072	0.311	-0.128	-0.024	-0.187	0.031	0.026	-0.245	-0.381	-0.236	-0.171	0.058	0.208	0.023	-0.381	0.162	0.271	
NRP	0.162	0.027	0.188	-0.203	0.032	-0.112	0.082	-0.495	0.218	0.338	-0.086	0.077	-0.094	-0.181	0.047	0.090	0.114	
NRS	0.166	0.003	0.207	-0.217	-0.011	-0.145	0.616	0.480	0.232	0.343	0.068	0.107	0.095	0.174	0.104	0.075	0.084	
NRI	0.147	0.085	0.092	-0.025	0.179	0.257	-0.025	-0.001	-0.009	0.025	-0.036	-0.164	0.417	0.084	-0.228	0.008	-0.064	
NFF	-0.031	-0.088	-0.306	0.438	-0.005	0.118	-0.067	-0.038	0.195	0.053	0.222	-0.040	0.136	0.180	0.290	-0.155	0.023	
LAI	-0.058	0.316	-0.019	0.199	0.094	0.323	-0.007	0.109	-0.020	-0.150	0.031	-0.557	0.388	0.095	0.003	-0.483	-0.116	
LTF	0.152	0.516	0.176	-0.035	-0.274	0.240	0.100	0.283	-0.145	-0.261	0.115	0.084	0.117	0.001	-0.041	-0.614	-0.309	
LLF	0.096	0.388	0.242	-0.012	-0.301	0.193	0.098	0.247	-0.305	-0.288	0.122	0.125	0.061	0.035	-0.050	-0.548	-0.267	
LPF	0.141	0.403	0.227	0.023	-0.341	0.101	0.020	0.246	-0.219	-0.253	0.138	0.157	0.066	-0.025	-0.057	-0.504	-0.248	
ARG	0.623	0.061	-0.018	-0.049	-0.416	0.084	-0.255	0.079	-0.180	-0.268	-0.142	-0.138	0.008	0.085	-0.160	-0.200	0.157	
LMG	0.546	-0.102	-0.246	0.146	-0.610	-0.012	-0.269	-0.116	0.039	0.025	0.183	-0.273	0.061	0.054	0.112	-0.006	0.522	
NGG	1	0.011	0.013	-0.233	-0.472	0.122	-0.215	-0.239	0.033	0.132	0.004	-0.250	-0.044	-0.260	0.068	0.023	0.296	
PMG	0.011	1	-0.124	0.086	0.004	0.676	0.215	-0.074	-0.226	-0.487	-0.269	-0.307	0.320	0.145	-0.227	-0.581	-0.202	
NGI	0.013	-0.124	1	-0.109	0.115	-0.148	-0.178	0.061	0.049	0.044	0.052	0.026	-0.033	0.142	0.233	-0.006	-0.215	
PAT	-0.233	0.086	-0.109	1	0.113	0.072	-0.122	-0.201	-0.049	-0.146	0.000	-0.019	0.266	0.262	-0.131	-0.229	0.216	
RPP	-0.472	0.004	0.115	0.113	1	0.214	-0.135	0.003	-0.049	-0.031	-0.236	0.041	-0.030	0.255	-0.239	-0.008	-0.147	
ALT	0.122	0.676	-0.148	0.072	0.214	1	-0.097	0.106	0.118	-0.466	-0.192	-0.443	0.147	0.112	-0.116	-0.445	-0.040	
PLV	-0.215	0.215	-0.178	-0.122	-0.135	0.097	1	0.003	-0.193	0.121	-0.029	-0.028	0.053	0.138	0.106	-0.149	-0.195	
PFC	-0.239	-0.075	0.061	-0.201	0.003	0.106	0.003	1	-0.113	-0.411	0.199	0.116	-0.053	0.002	-0.098	-0.129	-0.283	
DDS	0.033	-0.226	0.049	-0.049	0.137	0.118	-0.193	-0.113	1	0.559	0.375	0.019	-0.100	0.024	0.523	0.038	0.170	
DMT	0.132	-0.487	0.044	-0.146	-0.031	-0.466	0.121	-0.411	0.559	1	0.584	0.044	0.028	-0.279	0.408	0.264	0.270	
FMT	0.004	-0.269	0.052	0.000	-0.236	-0.192	-0.029	0.199	0.375	0.584	1	-0.116	0.099	-0.400	0.336	-0.011	0.263	
VCH	-0.256	-0.307	0.026	-0.019	0.041	-0.443	-0.028	0.115	0.019	0.044	-0.116	1	-0.129	0.126	-0.073	0.210	0.206	
VCL	-0.044	0.320	-0.033	0.266	-0.033	0.147	0.053	-0.052	-0.100	0.028	0.099	-0.128	1	0.035	-0.299	0.260	0.003	
NFI	-0.266	0.145	0.142	0.262	0.255	0.112	0.138	0.002	0.024	-0.279	-0.400	0.126	0.035	1	0.190	-0.134	0.016	
PGS	0.068	-0.227	0.233	-0.131	-0.239	-0.116	0.106	-0.098	0.523	0.408	0.336	-0.074	-0.300	0.190	1	0.056	-0.121	
TFC	0.023	-0.581	-0.006	-0.229	-0.008	-0.445	-0.149	-0.129	0.038	0.264	-0.011	0.210	-0.260	-0.134	0.056	1	0.160	
LGP	0.296	-0.202	-0.215	0.216	-0.147	-0.040	-0.195	-0.283	0.170	0.270	0.263	-0.206	0.003	-0.016	-0.121	0.160	1	
FGS	0.068	-0.288	0.086	0.025	-0.397	-0.239	0.018	-0.311	0.339	0.715	0.679	-0.146	0.030	-0.512	0.470	0.182	0.196	
PDG	0.179	0.019	-0.185	0.682	-0.594	-0.091	-0.036	-0.151	-0.072	-0.070	0.160	-0.059	0.220	0.057	0.140	-0.198	0.287	