

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ZIANE ACHOUR DE DJELFA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

MEMOIRE DE MAGISTER

En Agronomie
Spécialité : Agro-pastoralisme et Désertification

Thème

**Contribution à la prospection et l'évaluation de la variabilité
génétique de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso) dans
une zone steppique**

Présenté par :

M. BOUGOUTAIA Youcef

Soutenu le 09 /07/2009, devant le jury composé de :

M. AZOUZI B.	Maître de conférence U. Djelfa	Président
M. ADDA A.	Maître de conférence U. Tiaret	Promoteur
M. SAHNOUN M.	Maître de conférence U. Tiaret	Co-promoteur
M. DAHIA M.	Maître de conférence U. Djelfa	Examineur
M. MAATOUG M.	Maître de conférence U. Tiaret	Examineur

Année universitaire 2008-2009

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Je tiens à exprimer ma gratitude à chacun de ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce modeste travail. Qu'ils veuillent trouver ici l'expression de ma reconnaissance.

Mes remerciements les plus profonds s'adressent à Monsieur A. ADDA, Maître de conférence à l'université de Tiaret, pour avoir bien dirigé ce travail, et m'orienter tout au long de cette étude avec ses précieux conseils. Je le remercie pour sa patience et son encouragement à finir ce travail.

Mes vifs remerciements s'adressent également à Monsieur M. SAHNOUN, Maître de conférence à l'université de Tiaret, d'avoir bien accepté de suivre ce travail en qualité de co-promoteur, je le remercie pour les sorties sur terrain qui il a effectué avec nous malgré ses nombreuses et délicates tâches.

J'exprime mes profonds remerciements à Monsieur B. AZOUZI, Maître de conférence à l'université de Djelfa, d'avoir accepté sans réserve de présider cette thèse. Je saisis cette occasion pour lui exprimer ma reconnaissance pour m'avoir fait profiter de ses connaissances sur les analyses statistiques et son aide permanente.

Mes remerciements s'étendent également aux membres du jury :

Monsieur M. MAATOUG, Maître de conférence à l'université de Tiaret, d'accepter sans réserve aucune, de se déplacer afin d'évaluer cette étude.

Toute ma reconnaissance à Monsieur M. DAHIA, Maître de conférence à l'université de Djelfa, d'avoir accepté d'examiner ce travail. Je le remercie vivement pour l'encouragement à finir ce travail.

Je tiens à remercier profondément les techniciennes du laboratoire de biotechnologie de la faculté des sciences agronomiques et vétérinaires de l'université de Tiaret, SAFIA et DJAMILA, pour leurs aide et patience.

Mes remerciements vont également aux enseignants ; M. BEN KHATOU et M. AIT HAMOU de la faculté des sciences agronomiques et vétérinaires de l'université de Tiaret, pour leurs aide.

J'exprime ma profonde reconnaissance à mon ancien collègue d'étude, Monsieur L. BROURI Ingénieur à l'HCDS de Djelfa pour son aide, son esprit scientifique et ses précieuses critiques.

Je dois également une profonde reconnaissance à tous ceux qui m'ont aidé à la réalisation de ce travail, je cite entre autres :

M. B. Adli; B. Yabrir; L. Lokriz; Enseignants à l'université de Ziane Achour de Djelfa ;

M. B. Taibaoui; USTHB Bab-Ezzouar ;

M. B. SAADOUN; Ingénieur Forestier. Ksar Chellala..

BOUGOUTAIA Youcef

Sommaire

Titres	Page
Introduction	01
CHAPITRE I : Synthèse Bibliographique	05
1. Synthèse des connaissances actuelles sur l'armoise blanche (<i>Artemisia herba-alba</i> Asso) :	06
1.1 Présentation et systématique de l'armoise blanche.....	06
1.2 Répartition géographique (phytogéographie).....	07
1.3 Ecologie :.....	08
1.4 Morphologie.....	09
1.4.1 Tiges	09
1.4.2 Feuilles	10
1.4.3 Capitules et fleurs	10
1.4.4 La graine	10
1.4.5 Racines	11
1.5 Biologie, adaptation et dynamique.....	13
1.6 Intérêt de l'armoise blanche.....	15
1.6.1 Intérêt pastoral des faciès à armoise blanche	15
1.6.2 Autres utilisations.....	16
2. Notions de variabilité	18
2.1 Diversités des espèces.....	18
2.1.1 Notion de l'espèce	18
2.1.2 Les subdivisions de l'espèce	18
a) La sous espèce	18
b) La variété	19
c) L'écotype	19
2.1.3 Notion de caractères	19
2.2 La spéciation	19
2.3 Les principaux types de variation	20
2.4 Facteurs de la diversification des populations	20
2.4.1 Variation phénotypique.....	20
2.4.2 Variation génotypique.....	20
2.5 Méthodes d'analyse de la variabilité génétique.....	21
2.6 Etude de la variabilité génétique à l'aide de marqueurs moléculaires ISSR	22
2.6.1 Marqueurs moléculaires	22
2.6.2 Principe de la PCR	23
2.6.3 Description de la technique ISSR	25

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	27
1. Cadre d'étude	28
1.1 Emplacement des zones étudiées.....	28
1.2 Caractérisation édapho-climatiques des sites d'étude.....	29
1.2.1. Caractéristiques édaphiques.....	29
1.2.1.1 Site 1 : El-Mansab.....	29
1.2.1.2 Site 2 : Coopérative Yahiaoui	30
1.2.1.3 Site 03 : Oued Sdeur.....	30
1.2.2 Caractéristiques climatiques.....	31
1.2.2.1 Précipitations.....	31
1.2.2.1.1 Précipitations annuelles	31
1.2.2.1.2 Pluviosité mensuelle	32
1.2.2.1.3 Le régime pluvial saisonnier.....	33
1.2.2.2 Les températures.....	35
1.2.2.3 Synthèse bioclimatique	36
1.2.2.3.1 Diagramme ombro – thermique de Bangouls et Gausson (1953)	37
1.2.2.3.2 Climagramme d'EMBERGER (1952).....	38
2. Méthodes	40
2.1 Etude de la variabilité morphologique.....	40
2.1.1 L'échantillonnage	40
2.1.2 Mesures effectuées	41
2.1.2.1 La morphologie de la feuille.....	41
2.1.2.2 La morphologie de la fleur.....	43
2.2 Etude de la variabilité génétique par utilisation du marqueur moléculaire (ISSR)	44
2.2.1 Matériel végétal	44
2.2.2 Extraction de l'ADN végétal.....	44
2.2.3 Choix des amorces pour les réactions ISSR	45
2.2.4 Optimisation de la réaction PCR.....	46
2.3- Traitement statistique des données	46
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	47
1. Résultats de l'étude des paramètres morphologiques	48
1.1 Analyse des caractères quantitatifs	48
1.1.1 Site 1 : El-Mansab.....	48
1.1.1.1 Stade végétatif.....	48
1.1.1.2 Stade floraison.....	50
1.1.2 Site 2 : Coopérative Yahiaoui (Ain Oussera).....	53
1.1.2.1 Stade végétatif.....	53
1.1.2.2 Stade floraison.....	54
1.1.3 Site 3 : Oued Sdeur (Commune de Ain El-Ibel).....	58
1.1.3.1 Stade végétatif.....	58

1.1.3.2 Stade floraison.....	60
1.1.4 Analyse inter-populations des caractères quantitatifs.....	63
1.1.4.1 Stade végétatif.....	63
1.1.4.2 Stade floraison.....	64
1.2 Analyse des caractères qualitatifs.....	67
1.2.1 Site 1 : El-Mansab.....	67
1.2.1.1 Stade végétatif.....	67
1.2.1.2 Stade floraison.....	68
1.2.2 Site 2 : Coopérative Yahiaoui (Ain Oussera).....	71
1.2.2.1 Stade Végétatif.....	71
1.2.2.2 Stade floraison.....	72
1.2.3 Site 3 : Oued Sdeur.....	75
1.2.3.1 Stade végétatif.....	75
1.2.3.2 Stade floraison.....	76
1.2.4 Analyse inter-populations des caractères qualitatifs.....	79
1.2.4.1 Stade végétatif.....	79
1.2.4.2 Stade floraison.....	80
1.3 Analyse des caractères morphologiques par la classification ascendante hiérarchique (CAH).....	84
1.3.1 Stade végétatif.....	84
1.3.2 Stade floraison.....	85
2. Résultats du marqueur moléculaire.....	87
Conclusion générale	89
Références bibliographiques.....	93
Liste des tableaux.....	98
Liste des figures.....	100

ANNEXE

Liste des abréviations

ADN :	Acide désoxyribonucléique
Alt :	Alterné
ANOVA :	Analysis Of Variance
BNEF :	Bureau National des Etudes Forestières
°C :	Degré Celsius
Cf :	Couleur des feuilles
cm :	Centimètre
CRBT :	Centre de Recherche sur les Ressources Biologiques et Terrestres
CTAB :	CetylTrimethyl Ammonium Bromide
CV :	Coefficient de Variation
Distfo :	Distance entre les folioles
Distf :	Distance entre les feuilles
dNTP :	Désoxynucléoside triphosphates
E :	Ecart type
F :	F observé de Fisher
Fig :	Figure
Fréq :	Fréquence
ha :	hectare
ISSR :	« Inter Simple Sequence Repeats »
Kb :	Kilobase (1000 Pb)
Kg :	Kilogramme
Largcap :	Largeur de capitule
Longcap :	Longueur de capitule
M :	Moyenne du maximum du mois le plus chaud
m :	Moyenne du minimum du mois le plus froid
Max :	Maximum
Mdfof :	Mode de disposition des folioles sur la feuille
Mdfr :	Mode de disposition des feuille sur le rameau
Min :	Minimum
ml :	Millilitre

Liste des abréviations

Miscov :	Mode d'insertion de la corolle sur l'ovaire
Mn :	Minute
Moy :	Moyenne
Mrfof :	Mode de répartition des folioles sur la feuille
MS :	Matière Sèche
mm :	Millimètre
Ncapax :	Nombre de capitules par axe inflorescent
Nfcap :	Nombre de fleurs par capitule
Nfof :	Nombre de folioles par feuille
Nfolf :	Nombre de foliolules par feuille
Niétov :	Niveau d'insertion des étamines par rapport à l'ovaire
NS :	Non Significatif
Obl :	Oblique
Obs :	Observation
Op :	Opposé
OSS :	Observatoire du Sahara et du Sahel
P (mm) :	Précipitation en millimètre
P :	Probabilité
Pb :	Paire de bases
PCR :	« Polymerase Chain Reaction »
RFLP :	« Restriction Fragment Length Polymorphism »
S :	Significatif
S* :	Très significatif
S** :	Très hautement significatif
SSR :	« Simple Sequence Repeats »
T :	Température
Tab :	Tableau
Taq :	<i>Thermus aquaticus</i>
TE :	Tampon d'Extraction
UF :	Unité Fourragère
µl :	Microlitre
URBT :	Unité de Recherches sur les Ressources Biologiques Terrestres.

Liste des abréviations

UV:	Ultra Violet
URSS :	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
V:	Volume

INTRODUCTION

Les parcours steppiques algériens couvrent une superficie de 20 millions d'hectares, l'état de ces parcours est en dégradation écologique très avancée et la désertification s'étend de façon dramatique. Le couvert végétal y est soumis à un double stress édapho-climatique d'une part et anthropogène d'autre part. Le surpâturage, la pauvreté des sols, les épisodes de sécheresses, l'extension des labours et l'érosion éolienne sont les principales causes de cette dégradation.

L'une des espèces candidates à la reconstitution des écosystèmes pastoraux, dégradés en bioclimat méditerranéen est *Artemisia herba-alba* Asso (Ferchichi et al., 2004).

En Algérie, les steppes à armoise blanche couvrent 3 millions d'hectares (en aire potentielle). C'est dans le sud-oranais où couvrant près de 30 % des parcours, elles sont les mieux représentées, formant un paysage végétal très monotone (Djebaili et al., 1995).

Sur le plan climatique, l'armoise blanche présente une plasticité relativement grande. Elle est citée dans la tranche 200 à 600 mm de pluviosité annuelle moyenne (Le Houerou, 1969 in Aidoud, 1988). Il semble toutefois que l'espèce trouve son optimum, en tant que espèce dominante, dans l'étage bioclimatique aride (Aidoud, 1988), aride frais et parfois semi-aride frais avec une pluviosité moyenne de 100 à 300 mm (Djebaili, 1984).

Sur le plan édaphique, c'est une plante typique des sols limono – sableux des glacis à croûtes calcaires (Aidoud, 2006). Elle se développe dans les steppes argileuses et les sols tassés relativement peu perméables (Celles, 1980 in Ayad et al., 2007), avec une profondeur variant entre 05 et 40cm. En Algérie, la texture la plus répandue de l'armoise blanche est limono – sableuse (Pouget, 1980).

L'importance accordée à cette espèce se justifie à divers niveaux. Le rôle écologique de l'armoise pour la préservation de la steppe Algérienne n'est pas à démontrer. Elle présente une valeur fourragère importante et constitue un fourrage particulièrement intéressant pour les ovins. De plus, c'est une espèce parmi les mieux adaptées à la sécheresse et à la pression animale en particulier ovine. La composition chimique des feuilles et des pousses est très riche en protéine (16.96 %), lipides (3.65 %), et cellulose (20.73 %) (Bechet et Nedjraoui, 1982 in Lahmar, 2001).

En plus de sa richesse minérale très élevée, l'armoise blanche présente un indice très recherché pour ces propriétés pharmaceutiques ((Ayad, 2008). Ses huiles essentielles possèdent des pouvoirs, antiseptiques, antibactériens et antifongiques, ce qui lui a conféré une application dans de nombreux domaines thérapeutiques et cosmétiques.

Sa composition chimique a fait l'objet de plusieurs études phytochimiques par intérêt économique. Le rendement de ces huiles est acceptable et peut être rentable à l'échelle industrielle. En effet, la richesse en huiles essentielles de cette plante constitue un atout de valorisation et exploitation des produits naturels à caractères économique prometteur au niveau des industries cosmétiques et pharmacologiques.

Les variations morpho-phénologiques observées sur l'armoise blanche, notamment la réduction de la surface transpirante durant les saisons sèches, montrent une adaptation très poussée de l'espèce vis-à-vis du milieu et en particulier la sécheresse du climat. La floraison d'automne constitue également une stratégie d'adaptation permettant aux graines de cette plante d'échapper à la prédation exercée par divers granivores durant la période estivale (Aidoud, 1988).

Grâce à son système racinaire très dense à la surface, l'armoise blanche est capable de valoriser toute humidité superficielle occasionnée par des petites pluies (Le Floc'h, 1989 in Ferchichi et al., 2004). Cette espèce est également capable d'exploiter l'humidité du sol jusqu'à 50 cm de profondeur (Floret et Pontannier, 1982)

Une autre caractéristique de cette espèce, est son action allélopathique. La plante synthétise du thymol, composé phénolique toxique, pour faire fuir les herbivores (Killian, 1954 in Ayad et al., 2007).

Bien que des études de cas ont montré une extension dans l'espace des faciès dominés par l'armoise blanche au détriment des steppes à alfa (Taiboui, 2008), ceci semble un phénomène temporaire qui sera suivi dans le temps par une régression de superficies occupées par cette espèce.

Une étude récente réalisée dans la Wilaya de Nâama, indique qu'au cours de ces 20 dernières années, deux espèces caractéristiques de la steppe algérienne, *Stippa tenacissima* et *Artemisia herba-alba* ont perdu une grande partie de leur territoire et qui dans certaines zones, elles ont complètement disparues (Tarik & Arslan, 2005).

Une étude diachronique de l'évolution de l'occupation des terres réalisée par l'OSS (2009) dans les Steppes du Sud-Ouest oranais entre 1978 et 2004 a montré une régression des steppes d'armoise blanche passant de 130 000 ha en 1978 à 13 000 ha en 2004.

Il est incontournable et urgent de mettre en place une stratégie de protection et de repeuplement, durables des parcours steppiques.

La réalisation de tous programmes d'action repose impérativement sur une meilleure compréhension de ce milieu et l'étude de sa composante floristique en est un passage obligé.

Toutes actions à entreprendre visant la protection naturelle des espèces spontanées, nécessitent une meilleure compréhension de la variabilité offerte par chacune des espèces et son adaptation vis-à-vis des conditions physiques et biologiques caractérisant les aires écologiques de sa répartition.

Le travail présenté verse dans cette stratégie, il consiste en une étude de la variabilité génétique caractérisant l'armoise blanche, ainsi qu'une estimation des taux de variations de cette variabilité en liaison avec les variations du milieu.

Les paramètres de distinction intra et inter-populations employés dans l'étude présentée, englobent ceux d'ordre morphologiques et génétiques.

Les paramètres morphologiques se rapportent à une caractérisation caulinaire réalisée au cours de la période végétative d'une part, et d'autre part à une étude des divergences des caractères de l'appareil reproducteur pendant la phase reproductrice.

L'étude génétique est réalisée par exploitation des marqueurs moléculaires. Le choix du marqueur ISSR est fortement conseillé dans ce travail, du fait qu'il permet d'extérioriser les faibles indices de variabilité, essentiellement entre individus appartenant aux mêmes populations et ceux d'étroites bases génétiques. Le choix de ce marqueur se consolide également par une rareté des études génétiques pratiquées sur cette espèce, découlant sur une absence d'amorces spécifiques susceptibles d'être utilisées dans l'exploitation d'autres marqueurs moléculaires.

Les individus ayant fait l'objet des différentes études réalisées au cours de ce travail émanent de trois régions différentes (Ain oussara, Ain El-Ible et Tiaret). Le choix s'avère efficace et représentatif des régions de peuplement par cette espèce.

Le travail présenté comporte différentes parties. Dans une première, est exposée une synthèse des travaux réalisés sur cette espèce. Une seconde partie comporte les démarches expérimentales suivies dans cette étude, enfin, dans un dernier chapitre, sont exposés les résultats obtenus.

CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Synthèse des connaissances actuelles sur l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso) :

1.1 Présentation et systématique de l'armoise blanche

L'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso), appelée communément « **Chih** » est une plante steppique, dicotylédone, du genre *Artemisia*, de la Famille des Astéracées « Composées » (Quezel et Santa, 1962-1963 ; Ozenda, 1991), décrite pour la première fois par le botaniste Espagnol "Asso" en 1779 (Aidoud, 1988).

Sur le plan nomenclature, *Artemisia herba-alba* Asso est le basionyme de *Seriphidium herba-alba* (Aidoud, 2006). *Seriphidium* est cité comme sous-genre par certains auteurs (Torrell, 2002). Il existe aussi des synonymes homotypiques, *Artemisia aragonensis* (Nègre, 1962) et *Artemisia inculta* (Le Houerou, 1995).

Plusieurs sous espèces ou variétés ont été citées, *saharae* Pomel (Quezel et Santa, 1962-1963), *incana* Boiss. (Blanche et velue) et *glabrescens* Boiss. (Willkomm et Lance, 1981 in Aidoud, 1988)), *oranescis* Debeaux rencontrée dans le sud oranais (Hochreutiner, 1904 in Aidoud, 1988) et *valentina* (Torrel et al., 2003 ; Salido et al., 2004).

D'après Ouyahia et Viano (1988) in Lahmar (2001), Torrel et al (2003) et Ferchichi (1997) in Haouari et Ferchichi (2008), on trouve, au Maroc la forme diploïde ($n = 9$), en Espagne et en Tunisie les formes, à la fois diploïde et tétraploïde ($n = 18$). De même, Ferchichi (1997) in Haouari et Ferchichi (2008) a mis en évidence l'existence de deux variétés sur la base de comptages chromosomiques, la variété communis ($n = 9$) et la variété *desertii* ($n = 18$). Les différences entre ces deux cytotypes autorisent la classification des deux races comme des taxons différents (Haouari & Ferchichi 2008).

Zohary (1973) in Aidoud (1988) a mentionné l'existence de plusieurs écotypes au niveau de ce taxon, en étudiant les groupements à armoise blanche au Moyen-Orient, remettant en cause, ainsi, l'existence des variétés.

1.2 Répartition géographique (phytogéographie)

Le genre *Artemisia* comprend un nombre variable d'espèces (200 à 400) rencontré dans la partie nord du monde (Salido et *al.*, 2004). L'armoïse blanche est considérée comme une espèce Irano – Touranienne. L'existence de la flore Irano – Touranienne en Afrique du Nord est très discutée. Quezel (1978) in Aidoud (1988) parle de « reliques Irano – Touraniennes ». Son aire de répartition présente une vaste distribution allant de la péninsule ibérique (Espagne et Portugal) à l'Afghanistan et le sud de l'URSS (Aidoud, 1983). C'est une espèce méditerranéenne et saharo – indienne, plus rare au Sahara septentrionale pour Ozenda (1991).

D'après Kaabeche (2003), sa répartition s'étend sur trois régions floristiques, Irano – Touranienne (Iran, Turkménistan, Ouzbékistan), Méditerranéenne et saharo – Arabique. Elle marque, ainsi, le paysage de vastes espaces steppique en Iran, au Proche-orient et dans le Nord de l'Afrique (Le Houerou, 1979 ; Kaul et Thalen, 1979 in Aidoud, 1988) (Fig. 01).

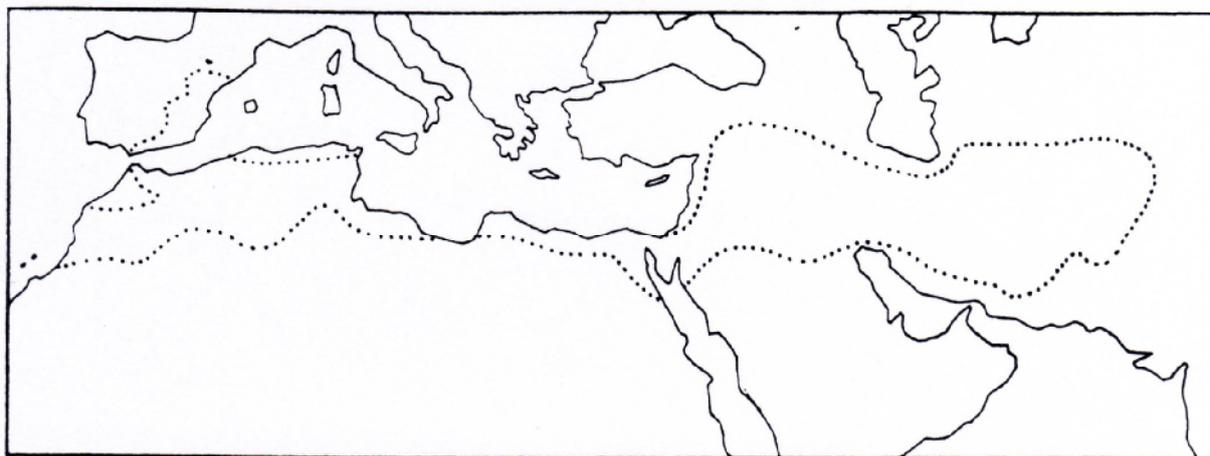


Figure 01 : Aire de répartition de l'armoïse blanche dans le monde (Aidoud, 1988)

..... : Contours approximatifs.
• Présence signalée

En Algérie, la superficie occupée par cette espèce est variable selon les auteurs. D'après Celles (1980) in Ayad et *al* (2007), l'armoïse blanche présente une vaste répartition géographique couvrant environ 4 millions d'hectares. Quant à Nedjraoui (2004), Les steppes à armoïse blanche couvrent 3 millions d'hectares (en aire potentielle). C'est dans le sud oranais où couvrant près de 30 % des parcours, elle est la mieux représentée, formant un paysage végétal très monotone (Djebaili et *al.*, 1995) (Fig. 02).

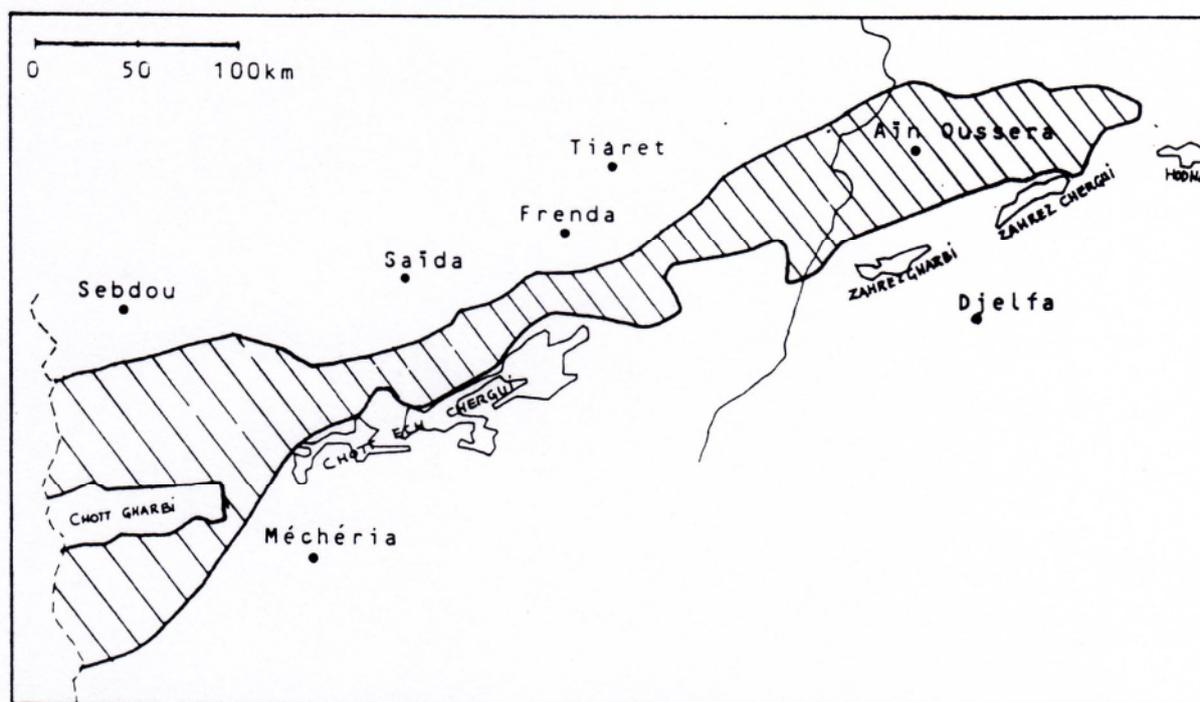


Figure 02 : Aire de répartition d'*Artemisia herba-alba* Asso en Algérie (Aidoud, 1988)

1.3 Ecologie :

Sur le plan climatique général, l'armoise blanche présente une plasticité relativement grande. Elle est citée dans la tranche 200 à 600mm de pluviosité annuelle moyenne (Le Houerou, 1969 in Aidoud, 1988). Elle appartient à l'intervalle bioclimatique allant de l'étage semi-aride supérieur à l'étage per - aride (ou saharien) inférieur avec des hivers chauds à froids. Il semble toutefois que, l'espèce trouve son optimum, en tant que espèce dominante, dans l'étage bioclimatique aride (Aidoud, 1988) et aride frais parfois semi-aride frais avec une pluviosité moyenne de 100 à 300mm (Djebaili, 1984).

Au plan édaphique, les exigences de cette plante semblent plus nettes, en particulier pour la texture. Selon Aidoud (1988), en Afrique du Nord, on reconnaît à cette espèce une préférence pour les sols lourds, à textures argileuses ou limoneuses. C'est une plante typique des sols limono – sableux des glacis à croûtes calcaires (Aidoud, 2006). Elle se développe dans les steppes argileuses et les sols tassés relativement peu perméables (Celles, 1980 in Ayad et al., 2007), avec une profondeur variable entre 05 et 40cm (Djebaili, 1984).

En Algérie, la texture la plus répandue de l'armoise blanche est limono – sableuse (Pouget, 1980). Selon Lahmar (2001), l'explication possible pouvant être donnée est

l'extension de l'armoise blanche sur les glacis aux dépens de l'alfa. Aidoud (1983) dans son étude pour la caractérisation de l'armoise blanche dans le Sud – Oranais a remarqué sa faible fréquence dans les accumulations sableuses et dans les formes alluviales et les versants de Djebels. C'est une espèce qui évite les sols à texture grossière et les affleurements de roche mère.

1.4 Morphologie

Artemisia herba-alba est une chaméphyte ligneuse qui se développe en touffes bien individualisées très ramifiée dès la base (Aidoud, 1988). La partie épigée peut être séparée en deux catégories, la partie ligneuse et la partie verte constituée des pousses de l'année qui, avant leur lignification, sont très claires d'où le nom de l'espèce (Aidoud, 1983). La morphologie générale de la touffe d'armoise dépend essentiellement des conditions du milieu et surtout de l'intensité de son exploitation par le pâturage. Lorsqu'elle est peu pâturée, elle se présente en touffe ronde bien développée d'une hauteur d'environ 25 à 30cm et d'un diamètre moyen de 30 à 40cm. La hauteur de même que le diamètre peuvent atteindre et même dépasser 50cm lorsque la plante se trouve sur le sol profond de dépression et bien arrosé ou encore sur versant (Aidoud, 1988). Lorsqu'elle est surpâturée, cette plante est en touffe de taille réduite et présentant souvent des tiges rampantes en raison du piétinement (Lahmar, 2001).

Artemisa herba-alba Asso est une plante buissonnante (semi-arbrisseau) (Fig. 03), appartenant au groupe des ombrophytes (Botschantzev, 1970), dressée, suffruttescente et polymorphe (Quezel & Santa, 1962-1963). Elle est chaméphyte mais souvent devenu hémicryptophyte par le pâturage (Nègre, 1962).

1.4.1 Tiges

Les tiges sont ligneuses et ramifiées pouvant atteindre 70cm de haut, beiges, très feuillées, à rameaux de l'année très tomenteux (Nègre, 1962).

1.4.2 Feuilles

Elles sont très polymorphes (Aidoud, 1988), profondément bipennatiséquées, gris argentées, tomenteuses. Les feuilles inférieurs sont pétiolées, les caulinaires de plus en plus courtes et passant aux bractées sessiles dans l'inflorescence (Nègre, 1962).

Selon Battandier et Trabaut (1902), Quezel et Santa (1962-1963) et Ozenda (1991), les feuilles sont blanches, laineuses, canescentes, courtes, généralement pubescentes-argentées et pinnatipartites.

1.4.3 Capitules et fleurs

Les capitules sont groupés en grappes et en une longue panicule, à peu près sessile, cylindracés et petits (Nègre, 1962). Selon Ozenda (1991) les capitules sont ovoïdes, pauciflores en général, homogames et renfermant, généralement 2 à 5 flores (8 à 12 flores dans la variété *Saharae* pomel). Ils présentent des fleurs écailleuses du péricline sur plusieurs rangs, les internes linéaires vertes, plus ou moins velues sur dos, très scarieuses et transparentes tout autour, les externes plus petites et tomenteuses (Nègre, 1962). Le Réceptacle est nu (Quezel et Santa, 1962-1963). Les fleurs sont toutes hermaphrodites (Battandier & Trabaut, 1902).

Les bractées externes de l'involucre orbiculaires sont opaques et pubescentes, les intérieures sont oblongues, brillantes et glanduleuses (Quezel et Santa, 1962-1963).

La corolle est insérée très obliquement sur l'ovaire (Battandier & Trabaut, 1902), membraneuse rougeâtre en tube dépassée par les 5 subules des anthères au moins aussi longues que les styles (Nègre, 1962).

1.4.4 La graine

Le fruit est un Akène coiffés latéralement par le périanthe, oblongs, glabre et lisse (Nègre, 1962). La taille des graines ne dépasse pas 0.3mm. Au contact de l'eau la graine développe une masse mucilagineuse qui lui permet de se fixer dans le sol (Kaul et Al-Mufti, 1974 in Lahmar, 2001).

1.4.5 Racines

Les racines sont obliques, nombreuses et peu profondes (Nègre, 1962). Le système racinaire pénètre le plus souvent dans le sol à une profondeur de 20 à 30cm et s'étale sur une largeur pouvant atteindre jusqu'à 50cm (Botschantzev, 1970).

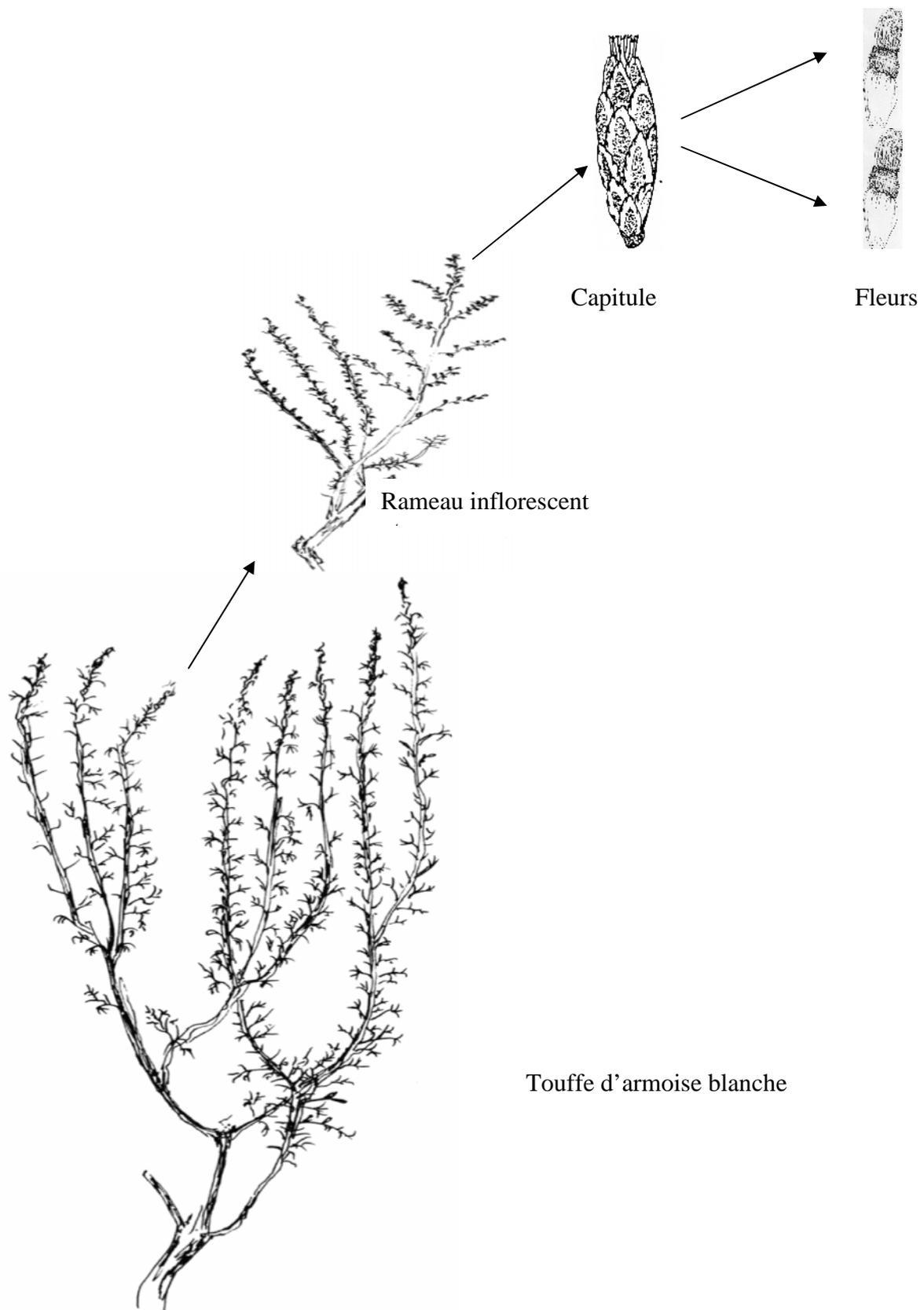


Figure 03 : Illustration des différents aspects morphologiques d'*Artemisia herba-alba* Asso (Dessin, Lokriz L)

1.5 Biologie, adaptation et dynamique

Les variations phénologiques observées sur l'armoise blanche (croissance des pousses vertes et des feuilles, floraison, fructification et germination) montrent une adaptation très poussée de l'espèce vis-à-vis du milieu et en particulier la sécheresse du climat.

D'après le calendrier phénologique de l'armoise blanche établi par Aidoud (1989), le Chih (*Artemisia herba-alba* Asso) végète toute l'année. Les pousses qui proviennent de bourgeons latéraux situés à la base des tiges, apparaissent en générale en hiver (Aidoud, 1983), tandis que durant les années à pluviosité précoce, les pousses apparaissent plus tôt en automne (Aidoud, 1989).

Les feuilles développées en début de saison sont de grande taille (1 à 2 et parfois 3cm), pubescentes, blanchâtres et découpées (pinnatipartites). Elles tombent à l'approche de la saison sèche et sont remplacées par des feuilles plus petites et moins découpées. A la fin de l'été, le rameau de l'année paraissant presque aphyllé, ne porte plus que de minuscules feuilles (Aidoud, 1989). Le dimorphisme saisonnier de son feuillage lui permet de réduire la surface transpirante et d'éviter ainsi la perte d'eau (Ourcival, 1992 in Ferchichi, 2004). Il semble que la réduction des feuilles soit proportionnelle à l'aridité. Evenari et al (1971) in Aidoud (1989) ont estimé le taux de diminution du poids des pousses chez l'armoise blanche à 73 % entre le printemps et l'été. En Algérie et en steppe aride, cette diminution est toujours inférieure à 50%. Elle ressort comme l'une des espèces les plus efficaces en considérant la productivité relativement à l'eau consommée par la plante (Aidoud, 1988).

L'armoise blanche fleurit en automne, les bourgeons floraux apparaissent dès le début de l'été. La fructification et la dissémination des graines se poursuivent jusqu'en décembre (Aidoud, 1989). Cette floraison d'automne constitue également une stratégie d'adaptation permettant aux graines d'échapper à la prédation exercée par divers granivores durant la période estivale (Aidoud, 1988).

Les graines d'armoise subissent, d'après Clor et al (1974) in Aidoud (1989) une dormance obligatoire d'une année environ.

Grâce à son système racinaire très dense à la surface, l'armoise blanche est capable de valoriser toute humidité superficielle occasionnée par des petites pluies (Le Floc'h, 1989 in

Ferchichi et *al.*, 2004). Cette espèce est également capable d'exploiter l'humidité du sol jusqu'à 50cm de profondeur (Floret & Pontannier, 1982) et peut profiter des fractures de la croûte, pour atteindre les poches d'humidité, notamment dans les sols à encroûtement calcaire (Ourcival, 1992 in Ferchichi et *al.*, 2004). La division de la touffe en sous individus autonomes pour l'alimentation hydrique, lui permet de supporter la mort d'une partie de la touffe sans que l'individu disparaisse (Ourcival, 1992 in Ferchichi et *al.*, 2004). Evenari et *al.* (1976) in Ferchichi et *al.* (2004) ont rapporté que chez les individus âgés d'*Artemisia herba-alba*, la tige principale se divise en « branches » physiologiquement indépendantes les unes des autres et susceptibles de mourir sans entraîner la mort de la plante entière. Waisel (1972) a démontré que chez cette espèce, le transport de l'eau des racines aux tiges se fait selon un modèle dit « d'ascension sectorielle en détour ». L'eau prélevée par une racine est véhiculée jusqu'à une tige (et une seule) qui n'est pas forcément au dessus de la racine correspondante.

Une autre caractéristique de cette espèce, est son action allélopathique. La plante synthétise du thymol, composé phénolique toxique, pour faire fuir les herbivores (Killian, 1954 in Ayad et *al.*, 2007). Cette action est exercée également, en période de croissance active, par les individus adultes pour empêcher la germination d'autres plantes (Floret & Pontannier, 1982). L'allélopathie se manifeste lorsque la plante produit des substances toxiques qui sont lessivées par les eaux de pluie et entraînées dans le sol (Dajoz, 1985 in Lahmar, 2001).

A l'approche de la saison sèche, en raison semble-t-il du phénomène de compétition pour l'eau, une grande partie des germinations d'armoise blanche est appelée à disparaître (Friedman et Orshan, 1975 in Lahmar, 2001). Ce phénomène est le résultat chez l'armoise de l'action allélopathique exercée par les individus adultes sur les germinations de même que sur les autres espèces, essentiellement des thérophytes (Friedman et Orshan, 1975 in Lahmar, 2001).

Sur le plan, phytosociologique et phyto-dynamique, un grand nombre d'espèces se retrouvent en Algérie steppique en compagnie de l'armoise. Citons parmi elles, *Noaea murconata*, *poa bullbosa* et *stipa parviflora* (Aidoud, 1988).

Selon Djebaili (1978), les groupements à armoise sont issus de la dégradation de ceux à alfa, qui constitueraient eux-mêmes l'ultime stade de régression des formations forestières (Quezel, et *al.*, 1990 in Lahmar, 2001).

1.6 Intérêt de l'armoise blanche

1.6.1 Intérêt pastoral des faciès à armoise blanche

Les steppes à armoise blanche constituent avec ceux, à alfa, à sparte et à remt, les quatre types de formations végétales dominantes caractérisants les steppes algériennes (Nedjraoui, 2004). La production pastorale de l'armoise blanche exprimée en UF, est de 120 à 140 UF/ha, pour une steppe de recouvrement moyen de 25 à 30 % (CRBT, 1978 in Lahmar, 2001).

Les steppes à armoise blanche sont souvent considérées comme les meilleurs parcours (Nedjraoui, 2004). D'après Aidoud (1989), la phytomasse d'une steppe à armoise blanche, en bon état de conservation, est de l'ordre 1.100 Kg/ha. La valeur énergétique de l'armoise blanche selon le même auteur varie entre 0.25 UF /kg MS pour les très jeunes pousses à 0.85 UF/kg MS pour des pousses âgées de presque une année et lignifiées. Cette valeur dépend essentiellement du stade phénologique de l'espèce et de son environnement biotique (Ayad, 2008). D'après Nedjraoui et Bechet (1982) in Ferchichi et *al* (2004), la valeur énergétique de l'armoise blanche, très faible en hiver (0,2 à 0,4 UF/Kg MS), augmente rapidement au printemps (0,92 UF/Kg MS) pour diminuer de nouveau en été (0,6 UF/Kg MS). En automne les pluies de septembre, provoquent une nouvelle période de croissance et la valeur énergétique augmente de nouveau (0,8 UF/Kg MS).

L'armoise blanche est une espèce qui est consommée toute l'année et surtout à la mauvaise saison, en été ou en hiver où elle constitue des réserves importantes (Djebaili, 1983). De plus c'est une espèce parmi les mieux adaptées à la sécheresse et à la pression animale en particulier ovine. Au printemps lorsque l'armoise blanche est en phase de croissance, elle est relativement peu consommée par les moutons et ce, malgré la valeur énergétique élevée des jeunes pousses (0.5 à 0.7 UF/kg MS). Celles-ci sont riches en thymol, toxique pour les agneaux en particulier (Killian, 1954 in Djebaili, 1983).

Les steppes à armoise blanche tiennent une place importante en milieux steppique et dans l'économie des hautes plaines dont la vocation est essentiellement pastorale. Les bonnes caractéristiques de ces parcours ont causés une pression pastorale qui a entraîné une dégradation aussi bien du couvert végétal que du sol (Lahmar, 2001).

Selon Rodin et Vinogradov (1970) in Lahmar (2001), c'est une espèce alibile qui contribue à l'engraissement des animaux. La composition chimique des feuilles et des pousses est très riche en protéine (16.96 %), lipides (3.65 %), et cellulose (20.73 %). Elle renferme relativement peu de cellulose pendant une période assez longue, c'est seulement durant un été très sec, quand ses feuilles tombent et les pousses commencent à dominer, que la proportion des protéines diminue tandis que celle de la cellulose augmente. Sa valeur énergétique augmente avec le développement de nouvelles feuilles en automne (Nedjraoui et Bechet, 1982 in Lahmar, 2001).

1.6.2 Autres utilisations

En plus de sa richesse minérale très élevée, l'armoise blanche présente un indice très recherché pour ces propriétés pharmaceutiques ((Ayad, 2008). Elle est employée pour le traitement des troubles de l'appareil digestif. C'est une plante douée de propriétés sédatives (abdominales), antispasmodiques et emménagogues. Ses racines sont indiquées contre certains troubles nerveux (sédatif), tics, convulsion, spasmes (Baba-aissa, 1991). Elle a aussi un effet purgatif très prononcé et joue un rôle majeure dans le contrôle des vers intestinaux (Idris et al., 1982 in Haouari & Ferchichi, 2008). Les extraits d'*Artemisia herba-alba* ont un effet antidiabétique (Al-Shamaony et al., 1994; Al-Waili, 1986; Al-Khazraji et al., 1993; Jouad et al., 2001 in Haouari & Ferchichi, 2008). Ces feuilles sont utilisées en médecine traditionnelle pour soigner la bronchite et les abcès (Le Floc'k, 1983 in Akrouit, 2004).

Sa composition chimique a fait l'objet de plusieurs études phytochimiques par intérêt économique surtout pour leurs huiles essentielles. Selon Ayad (2008), les résultats obtenus ont révélé l'existence de 29 composés organiques représentant la majorité des huiles essentielles. Le rendement de ces huiles est acceptable et peut être rentable à l'échelle industrielle. En effet, la richesse en huiles essentielle de cette plante steppique constitue un atout de valorisation et exploitation des produits naturels à caractères économique prometteur au niveau des industries cosmétiques et pharmacologiques.

Parmi les molécules les plus étudiées figurent, les terpènes et les flavonoïdes (composés phénoliques). Les principaux mono-terpènes identifiés dans l'armoise blanche sont le thujone (monoterpène lactone), le 1.8-cinéol et le thymol (Duk, 1992 in Birane, 2006). En raison de la présence dans ces feuilles de Thujone, l'armoise blanche présente plusieurs activités biologiques, abortives, antibactériennes, emménagogues, insecticides et larvicides (Duke, 1998 in Akrouf, 2004). Des sesquiterpènes et sesquiterpènes lactones ont été également identifiées dans l'armoise blanche (Ségal et *al.*, 1985). En effet, les dérivées de l'artémisinine (lactone sesquiterpénique) sont utilisées depuis 1979 dans la lutte antipaludique (Birane, 2006).

2. Notions de variabilité

2.1 Diversités des espèces

Depuis très longtemps, l'observation a montré aux botanistes que les plantes appartenant à une même espèce ne sont pas exactement semblables les unes aux autres. LINNE reconnaissait déjà l'existence d'une telle variabilité mais l'interprétait, uniquement ou presque, en fonction de l'action du milieu. C'est donc à une époque récente, depuis la découverte des lois de Mendel vers 1900, que l'étude de la variation intra spécifique s'est trouvée pleinement justifiée pour finalement devenir la base des analyses taxonomiques et le support de toutes les considérations relatives au phénomène de l'évolution (Bidault, 1971)

2.1.1 Notion de l'espèce

L'espèce est l'unité de base du système de la hiérarchie linnéenne de la taxonomie (*systema naturae*) (Lucotte, 1978). Les taxonomistes sont en permanence confrontés à des difficultés d'identification et de dénomination des espèces, ils doivent en effet décider si un spécimen quelconque appartient à une population d'une espèce donnée ou d'une autre espèce (Lucotte, 1978).

Mayer (1974) in Lodé (1998) a proposé une définition biologique de l'espèce en tant que « groupe de population naturelle actuellement ou potentiellement inter fécondé et isolées du point de vue reproductif de tous les autres groupes ». Les individus ou groupes d'individus d'une espèce peuvent sensiblement différer entre eux. Réciproquement, cette disparité peut altérer les mécanismes de reconnaissance et augmenter encore la différence, entraînant des séparations. L'espèce se décompose ainsi en sous unités originales, les populations. Une population se présente immédiatement comme un ensemble d'organismes d'une même espèce vivant dans le même lieu, et cette proximité facilite à son tour les croisements internes à la population (Lodé, 1998).

2.1.2 Les subdivisions de l'espèce

a) La sous espèce : La définition retenue est celle de Stebbins (1950) in Bidault (1971) qui cite « Une sous espèce est une série de populations ayant certaines caractéristiques morphologique et physiologiques commune, occupant une subdivisions géographique de

l'aire de l'espèce ou une série de stations écologiques similaires et différant par plusieurs caractéristiques des membres typiques des autres sous espèces tout en étant reliée à l'une ou plusieurs d'entre elles par une série de formes intermédiaires »

b) La variété : Elle désigne des groupes plus restreints, géographiques ou écologiques qu'une espèce (Valentine et Löve, 1958 in Bidault, 1971).

c) L'écotype : Turesson (1922) in (Bidault, 1971), définit l'écotype comme des populations dont les caractéristiques héréditaires sont le produit de la réaction entre génotype et le milieu, un écotype est selon cet auteur, « le produit résultant de la réponse génotypique d'une espèce à un habitat particulier ». En effet, les facteurs de l'environnement (facteurs climatiques, édaphiques et biotiques) agissent fortement, par l'intermédiaire de la sélection naturelle, sur la variabilité génotypique des populations. En conséquence, les diverses populations d'une espèce peuvent, si elles prospèrent dans des conditions écologiques différentes, se différencier en plusieurs sous unités adaptées chacune à leurs propres conditions stationnelles, (Bidault, 1971).

2.1.3 Notion de caractères

L'étude de la variation des végétaux s'adresse d'abord à des caractères taxonomiques. Selon Bidault (1971), un caractère taxonomique est l'ensemble ou une partie des traits ou propriétés d'un végétal susceptibles d'être soumis à une mesure ou de recevoir un qualificatif permettant des comparaisons avec les mêmes traits ou propriétés d'un autre végétal. La mesure ou la qualification d'un caractère ainsi défini permettant d'en indiquer les *états* ou les *valeurs*.

La disparité des caractères peut être de plusieurs sortes, qui sont interprétées comme des variables pouvant résulter d'observations morphologiques, anatomiques, histologiques, cytologique et biochimique (Stebbins, 1950 in Tazairt, 1992).

2.2 La spéciation

La spéciation est le processus par lequel une espèce se sépare en deux espèces ou plus (Winter et al, 2000). D'après Boileau (1981) in Tazairt (1992), c'est un mécanisme qui

survient au cours du temps dans une lignée évolutive et par lequel s'accomplit la diversification des espèces. Elle suppose une variabilité dans une population qui, en se fragmentant en sous-groupes, verront s'installer progressivement une divergence puis des mécanismes d'isolement reproductifs.

2.3 Les principaux types de variation

Quelle que soit la nature des caractères envisagés, on peut distinguer trois types de variations. Une variation individuelle affectant les diverses parties d'un individu à un moment donné, ou les mêmes parties à des moments différents, une variation à l'intérieur des populations qui distingue les individus des populations et enfin une autre à l'intérieur d'une unité systématique qui distingue les populations d'une unité taxonomiques (Bidault, 1971).

2.4 Facteurs de la diversification des populations

2.4.1 Variation phénotypique

Ce sont évidemment les facteurs du milieu qui sont directement à l'origine de la variation phénotypique, comme les conditions climatiques, édaphiques et biotiques. Cette variabilité phénotypique, qui est susceptible de se manifester sur des caractères très différents, peut avoir des conséquences taxonomiques importantes dont il est nécessaire de tenir le plus grand compte (Bidault, 1971).

2.4.2 Variation génotypique

Les variations génotypiques qui sont à l'origine même de l'évolution dépendent de deux facteurs, internes (mutation, recombinaisons et ségrégations, hybridation) et externes (sélection naturelle).

Selon les circonstances (structure génétique, taille et degré d'isolement des populations constitutives), la diversification pourra se faire graduellement sous l'influence prépondérante de la sélection naturelle (spéciation progressive), ou au contraire d'une façon brusque par l'intermédiaire de mutations chromosomique importantes ou d'hybridations (spéciation abrupte) (Bidault, 1971).

2.5 Méthodes d'analyse de la variabilité génétique

Les généticiens des populations ont très tôt convenu que la meilleure manière de décrire la variabilité génétique présente au sein d'une espèce est de la diviser entre la fraction présente au sein d'une population et celle rencontrée entre les populations de l'espèce (Wright, 1978 in Parizeau, 1997). Quand la mesure de la variabilité génétique est basée sur la variation phénotypique, le biologiste a recours aux techniques statistiques traditionnelles d'analyse de la variance pour estimer l'importance relative de la variabilité intra et inter populationnelles (Scheffé, 1959 in Parizeau, 1991). Si la mesure est basée sur l'étude du matériel génétique lui-même ou sur ses produits directs, la variabilité intra populationnelle est généralement représentée par trois indices numériques, le pourcentage des gènes étudiés qui sont variables dans la population, le nombre moyen d'allèles différents recensés pour chaque gène et le taux d'hétérozygotie (Hart et Clark, 1989 in Parizeau, 1991).

Selon (Parizeau, 1991), il existe trois grandes approches pour quantifier la variabilité génétique intra spécifique. La première approche phénotypique souvent utilisée, car elle est simple, rapide et peu onéreuse. C'est aussi la seule méthode généralement applicable à l'étude d'espèces éteintes ou de population anciennes dont subsistent des spécimens fossiles ou naturalistes. Une seconde approche indirecte pour mesure la variabilité génétique est l'analyse de la variabilité enzymatique (Sneath et Sokal, 1973, in Parizeau, 1991). On étudie ici des protéines qui sont des produits relativement directs de la transcription du matériel génétique. La troisième approche est l'analyse directe de la variabilité génétique, elle consiste à établir la séquence des nucléotides qui, assemblés par centaines de façon linéaire, forment un gène (Hillis et Larson, 1990, in Parizeau, 1991). Cette approche directe est de plus en plus régulièrement utilisée bien que les techniques employées soient coûteuses et lentes, et qu'elles exigent des équipements spécialisés ainsi qu'un personnel qualifié. Il existe aussi des façons d'analyser le matériel génétique lui-même sans déchiffrer l'ensemble des nucléotides. Les méthodes les plus répandues sont l'analyse des sites de restriction (RFLP) et l'hybridation de l'ADN (Dowling et Moritz, 1990, in Parizeau, 1991). Ces méthodes sont moins onéreuses, mais aussi moins précises, que le séquençage. Elles ont été des méthodes de choix jusqu'à très récemment, quand l'apparition de la technique d'amplification en cascade (PCR) et une diminution de coût ont rendu le séquençage plus intéressant (Parizeau, 1991).

2.6 Etude de la variabilité génétique à l'aide de marqueurs moléculaires ISSR

2.6.1 Marqueurs moléculaires

En biologie végétale, le terme marqueur s'applique à plusieurs concepts, par fois très différents. Un marqueur morphologique par exemple est un caractère physique (couleur, forme, longueur...) (Plomion, 2003 in Carmen, 2008). Par contre, un marqueur génétique, moléculaire ou biochimique, est toujours synonyme de locus marqueur. Le locus marqueur est un locus (séquence d'acide nucléique, ou expression de cette séquence) polymorphe qui renseigne sur le génotype de l'individu qui le porte et/ou sur les génotypes des locus voisins (Santoni et *al.*, 2000). Par définition, un marqueur génétique est un caractère mesurable à hérédité mendélienne (Swynghedauw, 2000 in Carmen, 2008). Les marqueurs utilisés à ce jour concernent directement l'information portée par les acides nucléiques ou les produits de la traduction des gènes (Santoni et *al.*, 2000). On distingue les marqueurs biochimiques, issus de l'expression des gènes (y compris les produits de métabolisme secondaires, isozymes, protéines, terpènes...), et les marqueurs moléculaires, qui désignent directement des séquences d'acide nucléique. Les marqueurs moléculaires représentent la dernière génération de marqueurs utilisés dans les études de diversité génétique. Ils reposent sur la mise en évidence du polymorphisme de la taille de fragments d'ADN. Les qualités attendues pour un marqueur moléculaire sont principalement un niveau de polymorphisme adéquat et une abondance élevée (Harti, 1988 ; Vekemans et Jacquemart, 1997 in Carmen, 2008).

Les marqueurs morphologiques sont pour la plupart peu polymorphes et en général dominants (Tagu, 1999), souvent influencé par le milieu et pouvant interférer avec d'autres caractères (Plomion, 2003 in Carmen, 2008). La limitation des marqueurs biochimiques est le faible nombre de locus susceptibles d'être révélés ainsi qu'une certaine spécificité d'organes et/ou de stade de développement. Au contraire les marqueurs au niveau de l'ADN sont en nombre quasiment illimité et sont indépendant du stade de développement ou de l'organe analysé (Tagu, 1999).

Les marqueurs moléculaires sont utilisés pour étudier la variabilité de la diversité génétique directement sur l'ADN, plutôt que sur des caractères qui sont soumis à l'influence de l'environnement comme les propriétés morphologiques. Ils sont particulièrement utiles

dans les recherches sur la diversité génétique des plantes et la structure génétiques des espèces (Becerra et *al.*, 2000 in Carmen, 2008). Ils offrent de nombreuses possibilités de révélation du polymorphisme d'ADN (Hamon et *al.*, 2003 in Carmen, 2008).

Selon De Vienne (1998), Tagu (1999) et Santoni et *al* (2000), les marqueurs moléculaires idéaux sont ceux présentant des caractères mendéliens à hérédité simple, avoir plusieurs allèles, être co-dominants, ne pas avoir d'effet pléiotropique ou épistatique, être dispersés le long du génome, ne pas être liés entre eux, être insensibles au milieu, être stables à tous les stades du développement, être sélectivement neutres, être facilement observables et sans ambiguïté et reproductibles d'une expérience à une autre.

Selon De vienne (1998), Santoni et *al* (2000), les marqueurs moléculaires et les techniques qui permettent de les révéler peuvent être séparés en deux grands groupes, d'une part les techniques qui fournissent des marqueurs co-dominants et révélés individuellement et d'autre part, celles qui révèlent en masse des marqueurs dominants.

2.6.2 Principe de la PCR

La PCR (*Polymerase Chain Reaction*) est une technique permettant d'amplifier *in vitro* des séquences d'ADN par répétition des réactions d'élongation en présence d'une ADN polymérase et d'amorces nucléotidiques (Tagu, 1999). Cette technique décrite en 1985 par Millis et *al* in Etienne (1999), est devenue la base de nombreux marqueurs moléculaires. Son principe est relativement simple, basé sur une amplification enzymatique de l'ADN (White et *al.*, 1989 ; Verkemans & Jacquemart, 1997 ; Claros & Quesda, 2000 in Carmen, 2008).

La technique PCR utilise les éléments de base de la duplication naturelle de l'ADN, mais en réalisant seulement la duplication et l'amplification de courts fragments de la molécule d'ADN (Carmen, 2008). Ceci impose de connaître la séquence du fragment « ciblé » ou au moins celle de ses extrémités, afin de définir des amorces oligonucléotidiques spécifiques (Etienne, 1999 ; Santoni et *al.*, 2000 ; Moulessehoul, 2008) (Figure. 04).

La technique comporte des cycles successifs (20 à 40 cycles). Chaque cycle comprend une succession de trois phases (Tagu, 1999 ; Etienne, 1999 ; Abderrahman et Raymond, 1999 ; Santoni et *al.*, 2000 ; Moulessehoul, 2008 ; Carmen, 2008). Une phase de dénaturation

par la chaleur à des températures variant entre 90 et 95° C pour séparer les deux brins d'ADN et pendant un temps de 30 secondes à 1 minute. Une phase d'hybridation (d'annelage) avec les deux amorces spécifiques sous une température de 35 et 70° C. La première amorce se fixe sur un brin d'ADN, l'autre sur le brin complémentaire (30 secondes – 1 minute). La température réelle dépend des longueurs et des séquences de l'amorce (Turner et *al*, 2000). Une phase d'extension (élongation) par l'ADN polymérase thermostable (la *Taq* polymérase) à partir des amorces réalisée à une température variant entre 65 et 75° pendant 2 à 5 minutes pour une polymérisation optimale qui épuise des dNTP dans la réaction de mélange en présence de Mg^{2+} . La température est ensuite remontée pour entamer un nouveau cycle, le quel sera répété un certain nombre de fois selon les nécessités de l'étude et la technique employée (Fig. 05). On obtient finalement un produit spécifique amplifié, lequel sera révélé par électrophorèse sur gel.

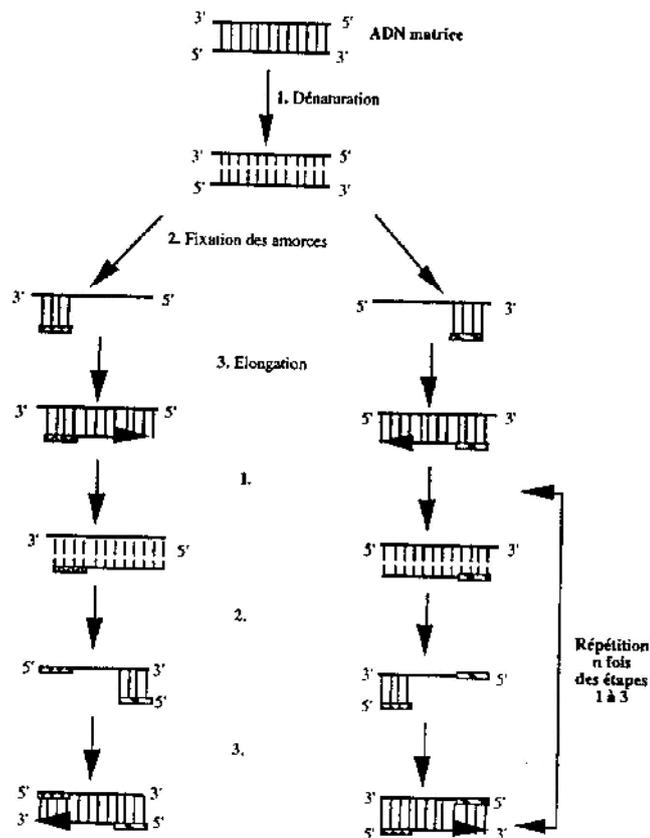


Figure 04: Amplification d'un fragment d'ADN par PCR (Tagu , 1999)

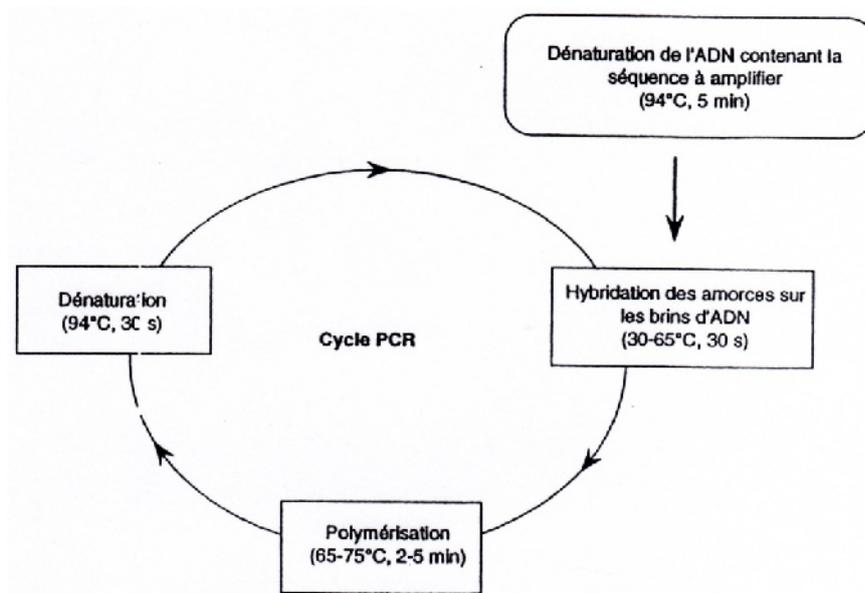


Figure 05 : Cycle d'amplification par PCR. L'amplification par PCR débute par une étape de dénaturation thermique de l'ADN à amplifier. Les amorces sont alors hybridées sur les brins d'ADN matrice à une température qui dépend des tailles des amorces et de leurs composition (plus le pourcentage en bases GC est important, plus la température d'hybridation est élevée) (Abderrahmane & Raymond, 1999).

2.6.3 Description de la technique ISSR

Les séquences microsatellites ou SSR (*Simple Sequence Repeats*) sont constituées de répétitions en tandem de motifs mono, di, tri ou tétra ou penta – nucléotidiques (Reddy et al., 2002). De tels motifs sont très abondants dans le génome des organismes eucaryotes. Chez les végétaux supérieurs, les premières estimations indiquent qu'il y aurait en moyenne un microsatellite dinucléotidique tous les 30 à 100 kb. (De vienne, 1998).

Une exploitation plus simple des marqueurs microsatellites consiste à les révéler en masse. Pour cela, on utilise une amorce constituée pour partie d'une séquence de microsatellite et pour partie de bases arbitraires. Deux types d'amorces sont concevables, selon les positions relatives de ces deux parties (De Vienne, 1998). La longueur des amorces varie entre 16 et 25 pb (Reddy et al, 2002). La PCR va amplifier des fragments

flanqués de motifs microsatellites (fragments situés entre des locus microsatellites). Dans des conditions d'amplification adaptées, la technique ISSR (Inter SSR-PCR) permet de produire plusieurs dizaines de produits qui sont visualisés soit sur des gels d'agarose, soit sur des gels d'acrylamide (Fig. 06). Les marqueurs ISSR se sont révélés très polymorphes. Ils permettent de distinguer des variétés génétiquement très proches (Santoni et *al.*, 2000). L'avantage de cette technique est qu'elle ne nécessite pas de connaissance particulière des séquences d'ADN, et que les cibles des amorces sont très abondantes dans le génome des plantes (Julio & De Borne, 2003).

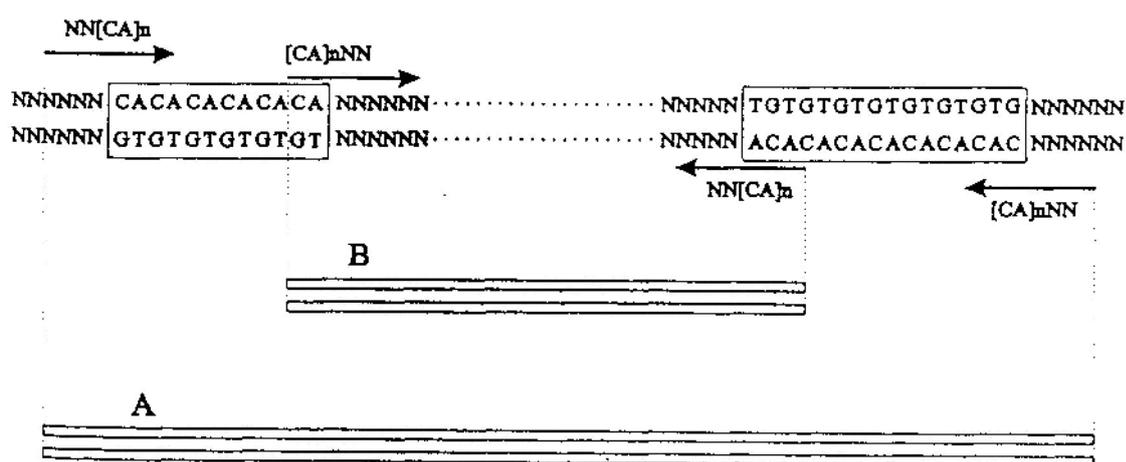


Figure 06 : Principe de l'ISSR (Inter-SSR PCR). Si les bases arbitraires de l'amorce sont du coté 5' on obtiendra le produit d'amplification A, si elles sont du coté 3' le produit B. (De vienne, 1998).

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

1. Cadre d'étude

1.1 Emplacement des zones étudiées

Les zones de prélèvement des échantillons végétaux utilisés pour la réalisation du travail présenté se situent dans les wilayas de Djelfa et Tiaret (Fig. 07). Deux sites, 2 et 3, se situent à l'échelle de la wilaya de Djelfa. Il s'agit de la coopérative Yahiaoui (commune de Ain Oussera) et Oued Sdeur (commune de Ain El-Ibel). A l'échelle de la wilaya de Tiaret, un seul site est choisi (site 1) situé au lieu dit El-Mansab (commune de El-Faidja).

Le choix des sites d'étude est basé sur la densité de la végétation de l'espèce et la variabilité des conditions écologiques.

Les coordonnées géographiques et altitudinales des ces trois sites sont consignés dans le tableau (01)

Tableau 01 : Coordonnées géographiques et altitudinales des sites étudiés

Coordonnées	El-Mansab	Coopérative Yahiaoui	Oued Sdeur
Latitude	35° 01' 50" N	35° 16' 68" N	34° 28' 38" N
Longitude	001° 49' 34" E	002° 57' 07" E	003° 16' 78" E
Altitude	1350M	792M	1235M

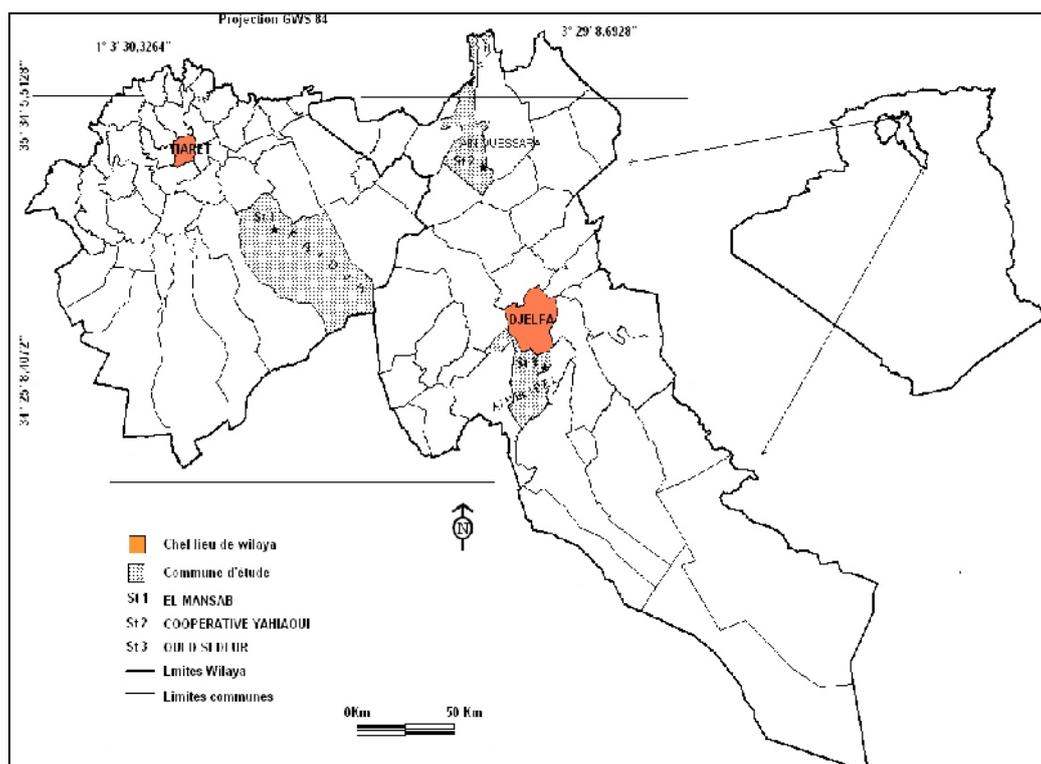


Figure 07 : Localisation des trois sites d'étude

1.2 Caractérisation édapho-climatiques des sites d'étude

1.2.1. Caractéristiques édaphiques

1.2.1.1 Site 1 : El-Mansab

Le site d'étude se trouve dans la commune de El-Faidja, au Sud-Est du chef lieu de la Wilaya de Tiaret, dans le massif du Nador. Selon Boudy (1955), le sol rencontré dans cette zone est peu profond et en partie rocheux ou caillouteux, de nature silico-calcaire en général, argilo-calcaire en certains points (bas-fonds) et franchement calcaire aux expositions Nord.

Les résultats de l'étude menée par le BNEF en 1988 montrent que la quasi-totalité des sols de la forêt de Nador sont des sols minéraux bruts de type lithosols développés sur dolomite, des sols bruns calcaires et des sols de rendzines (Maatoug, 1998).

Pour notre site d'étude, le sol rencontré est peu caillouteux à caillouteux, en pente légère (2 %), avec dépôts alluviaux et affleurement de la roche mère par endroit.

1.2.1.2 Site 2 : Coopérative Yahiaoui

Sur le plan pédologique, les sols rencontrés sont de type calcimagnésique sur croûte calcaires avec un pH basique dû surtout à la nature de la roche mère calcaire (Benrebiha, 1984).

Selon le rapport de CRBT (1985), ces sols présentent des variations d'épaisseur de 5 à 50cm avec souvent un seul horizon, ainsi que des variations de texture dont les plus importantes sont sablo-limoneuse à limono-sableuse. Ce sont des sols pauvres en matières organiques et en éléments fertilisants. Ceci est dû à une faible quantité de litière et à une rapide minéralisation de la matière organique. Ils sont plus ou moins riches en calcaire actif, leur surface est sensible à l'érosion en nappe. Ils sont souvent couverts d'une pellicule de glaçage surmontée localement d'un voile éolien.

La position topographique joue un rôle important dans les variations d'épaisseur et texture des sols, ainsi les sols d'apport alluvial plus profonds se trouvent dans les zones d'épandages (lits d'Oueds) et dans les dayas dont la texture est plus fine et la profondeur nettement plus importante.

La répartition du couvert végétal apparaît incontestablement comme indicateur du type du sol. En effet les sols calcimagnésique sont occupés par l'alfa et/ou l'armoïse blanche. Les sols alluviaux ou sols des dépressions sont peuplés de *Pistacia atlantica* et *ziziphus lotus*.

1.2.1.3 Site 03 : Oued Sdeur

Selon la carte géologique de Pouget (1980) et le rapport phyto-écologique de la Wilaya de Djelfa (URBT, 1987), les hautes plaines Sud-algéroises sont constituées de roches sédimentaires, où le calcaire occupe la plus grande partie de la formation des roches mères. La texture et la structure des sols varient en fonction de la roche mère, du relief, du climat et de l'influence de l'homme. Généralement les sols sont peu ouverts et sont soumis aux érosions éoliennes et hydriques.

Le sol du site du travail présente une texture sablo – limoneuse en surface et limoneuse en profondeur (15 – 40cm), avec un pH alcalin (Mokhtari, 2002).

1.2.2 Caractéristiques climatiques

Selon Le Houerou (1977), les zones steppiques ont un climat méditerranéen avec une saison estivale de 6 mois environ, sèche et chaude et une autre hivernale (octobre – avril) pluvieuse et froide. Cependant, les steppes présentent une forme particulière du climat, caractérisé essentiellement par des faibles précipitations présentant une grande variabilité inter-mensuelle et interannuelle et des régimes thermiques relativement homogènes mais très contrastés de type continental.

1.2.2.1 Précipitations

Sur les trois sites étudiés, deux parmi eux (1 et 3) sont situés dans des zones ne comportant pas des stations météorologiques, Les données utilisées sont celles des stations météorologiques les plus proches, en l'occurrence la station de Ksar Chellala (800 m) pour le site 1 (El-Mansab), et la station de Djelfa (1144 m) pour le site 3 (Oued Sdeur). Afin d'exploiter ces données pour caractériser le climat de ces deux sites, nous avons extrapolé les données climatiques des deux stations à nos deux sites en utilisant les gradients altitudinaux pluviométriques pour les steppes algériennes.

D'après Le Houerou (1977), l'influence de l'altitude sur la pluviosité dans les steppes algériennes n'est pas uniforme sur l'ensemble de la zone ; elle varie plus au moins proportionnellement aux hauteurs moyennes. On a donc intérêt à exprimer les gradients en pourcent de la pluviosité moyenne plutôt qu'en chiffre absolu. Dans la majorité des cas le gradient est compris entre 5 et 10 % d'accroissement par 100 m d'élévation.

Pour les températures, nous avons utilisés les gradients altitudinaux thermiques de Djellouli (1982) in Adli (2006) qui décroît de 0.8°C par 100m d'élévation pour la température maximale et 0.3°C par 100m pour la température minimale.

Concernant le site 2 (Coopérative Yahiaoui), les données climatologiques utilisées sont celles de la station météorologique de la base militaire aérienne de Ain Oussera située à 30 kilomètres au nord du site d'étude.

1.2.2.1.1 Précipitations annuelles

Sachant que les différences altitudinales entre nos deux sites d'étude et les stations météorologiques sont respectivement 550m pour le site 1(El-Mansab) et 91m pour le site 3

(Oued Sdeur), et les moyennes annuelles des précipitations calculées respectivement sur 09 ans et 10 ans sont de 253.40mm pour la station de Ksar Chellala, et 281.17mm pour la station de Djelfa, donc pour un gradient d'accroissement compris entre 5 de 10 % par 100m d'élévation, nos sites vont recevoir des quantités de pluies annuelles supplémentaires comprises entre 69.68mm et 139.37mm pour le site 1, et entre 12.79 et 25.58 pour le site 3. Il semble que les valeurs obtenues par le gradient de 10 % sont les plus proches des valeurs absolues utilisées par certains auteurs (Djebaili, 1978 ; Seltzer, 1946) et qui varient entre 20 et 40 mm/100m d'élévation. En effet, pour ce gradient, les moyennes annuelles que vont recevoir les deux sites sont de 392.77mm pour le site 1 et 306.75mm pour le site 3.

Afin d'ajuster les résultats de cette extrapolation, une correction doit se faire par un coefficient de correction, déterminé par le rapport entre la pluviosité moyenne annuelle des sites d'études et les stations de référence et égale dans ce cas à 1.55 pour le site 1 et 1.09 pour le site 3.

1.2.2.1.2 Pluviosité mensuelle

L'exploitation des données consignées dans le tableau (02) et représentées par le graphique (Fig. 08), nous indique que les allures des courbes de l'évolution des quantités de pluies mensuelles sont identiques pour les trois sites d'étude. Dans ces tendances, il se montre que pour les sites El-Mansab et coopérative Yahiaoui, le mois d'octobre s'avère le plus pluvieux avec respectivement 60.30mm et 41.02mm. Tandis que pour le site de Oued Sdeur, cette période est située au cours du mois de septembre avec 41,02mm. A l'opposé, les mois les plus secs sont juillet pour les sites 1 et 3 avec une pluviométrie respective de 8.83 et 10.59mm, pour le site 2, le mois d'août s'avère le plus sec avec une teneur de 6.50mm

Tableau 02 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) des 3 stations de références et les valeurs corrigées des sites 1 et 3 (1999 – 2008)

MOIS	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Total
K.chell	18.00	19.70	13.80	21.30	32.00	9.50	5.70	9.20	37.50	38.90	23.30	24.50	253.40
Site 1	27.9	30.54	21.39	33.02	49.6	14.73	8.83	14.26	58.13	60.30	36.12	37.98	392.77
A Ouss.	24.20	16.00	13.20	17.71	22.51	8.14	6.70	6.50	31.90	32.55	16.51	28.51	224.43
Dejlfa	25.38	18.10	16.63	18.69	25.24	12.71	9.72	23.41	37.63	31.21	28.93	33.52	281.17
Site3	27.66	19.73	18.13	20.37	27.51	13.86	10.59	25.52	41.02	34.02	31.53	36.54	306.75

NB : Les données de la station de Ksar Chellala ont été calculées sur une période de 09 ans (2000 – 2008)

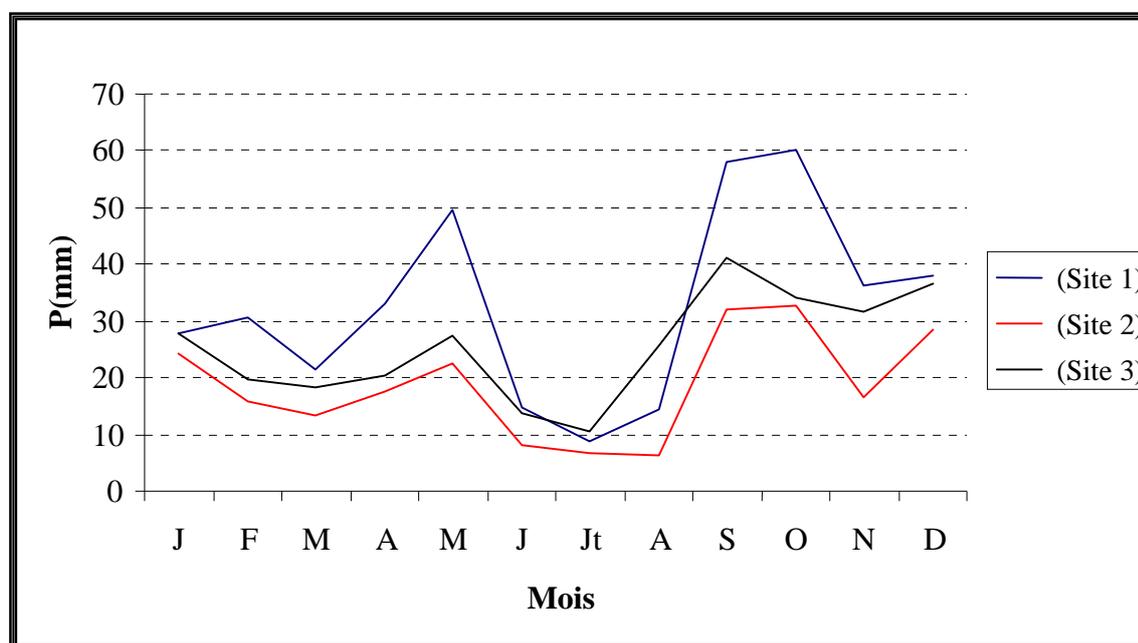


Figure 08: Précipitations moyennes mensuelles (1999-2008)

1.2.2.1.3 Le régime pluvial saisonnier:

Le régime saisonnier est défini comme étant le calcul des quantités de pluie de chaque saison, printemps (**P**), été (**E**), automne (**A**), hiver (**H**) et sert à caractériser chaque période par son type saisonnier et cela en ordonnant les quantités de pluies par ordre décroissant. L'intérêt de cette analyse est de mettre en évidence la ou les saisons les plus arrosées (Taibaoui, 2008).

Deux types de régimes pluviométriques sont dégagés de la caractérisation des sites d'études. Le type **A.P.H.E** pour El-Mansab et le type **A.H.P.E** pour les deux autres sites (Fig. 09). Suivant cette classification, un taux de 65 % des pluies annuelles sont recueillis en automne et en printemps à El-Mansab. Les sites de la coopérative Yahiaoui et Oued Sdeur cumulent respectivement 66.68% et 62.10% des pluies annuelles durant les saisons d'automne et d'hiver (Tab.03).

Tableau 03 : Précipitations saisonnières des pluies (mm)

Saisons	Hiver (H)	Printemps (P)	Été (E)	Automne (A)
Site 1, El-Mansab	96.41	104.01	37.82	154.54
Site 2, Coop. Yahiaoui	68.71	53.42	21.34	80.96
Site 3, Oued Sdeur	83.93	66.10	49.97	106.57

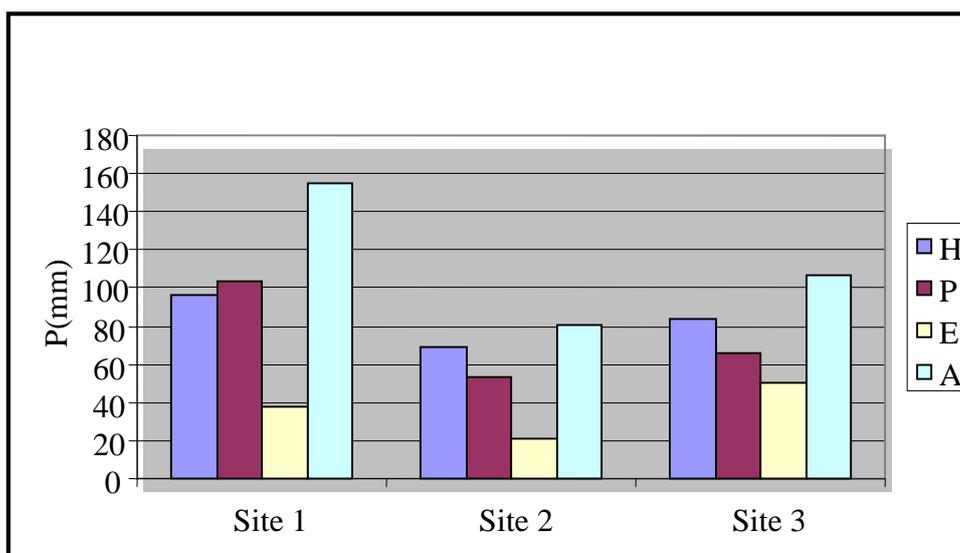


Figure 09 : Régime saisonnier des trois sites d'étude

1.2.2.2 Les Températures

L'examen du tableau 04 des températures minimales et maximales, révèle que le mois de juillet est le plus chaud et ce pour les trois sites avec 33.70° C pour le site El-Mansab, 38.10°C pour le site de la coopérative Yahiaoui et 33.84° C pour le site de Oued Sdeur. La moyenne du mois le plus froid (m) est enregistrée en mois de janvier pour les trois sites avec - 0.52° C à Oued Sdeur, 0.55° C à El-Mansab et 1.81° C à la coopérative Yahiaoui.

Tableau 04 : Températures mensuelles des trois stations de références et les valeurs corrigées des sites 1 et 3 (1999 – 2008)

Stat.	T	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Ksar chella	m	2.20	3.50	6.60	9.10	13.20	18.40	21.60	21.30	16.80	13.20	6.70	3.80
	M	13.70	14.50	19.10	22.20	27.20	34.00	38.10	36.60	30.00	25.10	16.90	12.30
	Tmoy	7.95	9.00	12.85	15.65	20.20	26.20	29.85	28.95	23.40	19.15	11.80	8.05
Site 1	M	0.55	1.85	4.95	7.45	11.55	16.75	19.95	19.65	15.15	11.55	5.05	2.15
	M	-5.50	10.10	14.70	17.80	22.80	29.60	33.70	32.20	25.60	20.70	12.50	7.90
	Tmoy	4.93	5.98	9.83	12.63	17.18	23.18	26.83	25.93	20.38	16.13	8.78	5.03
A Ouss	m	1.81	2.13	5.72	8.34	13.41	18.33	21.69	20.97	16.73	12.79	5.88	2.68
	M	12.65	14.59	18.44	22.71	28.56	34.36	38.10	36.61	30.61	25.47	17.21	12.44
	Tmoy	7.23	8.36	12.08	15.53	20.99	26.35	29.90	28.79	23.67	19.13	11.55	7.56
Djelfa	m	-0.25	1.4	3.9	6.51	11.05	15.88	19.24	18.65	14.43	10.81	4.2	1.45
	M	9.75	11.49	15.98	17.63	24.42	30.77	34.57	33.42	27.12	22.18	13.92	9.77
	Tmoy	4.75	6.44	9.94	12.07	17.74	23.33	26.91	26.04	20.78	16.5	9.06	5.61
Site 3	m	-0.52	1.13	3.63	6.24	10.78	15.61	18.97	18.38	14.16	10.54	3.93	1.18
	M	9.02	10.76	15.25	16.90	23.69	30.04	33.84	32.69	26.39	21.45	13.19	9.04
	Tmoy	4.25	5.94	9.44	11.57	17.23	22.82	26.40	25.53	20.27	15.99	8.56	5.11

L'analyse de la figure 10 relative à la température moyenne mensuelle montre que cette dernière augmente régulièrement de janvier jusqu'à atteindre son maximum en juillet pour les trois sites, puis descend régulièrement jusqu'à décembre. La figure montre aussi une juxtaposition des deux courbes des sites 1 et 3, indiquant le même régime thermique caractérisant les deux sites.

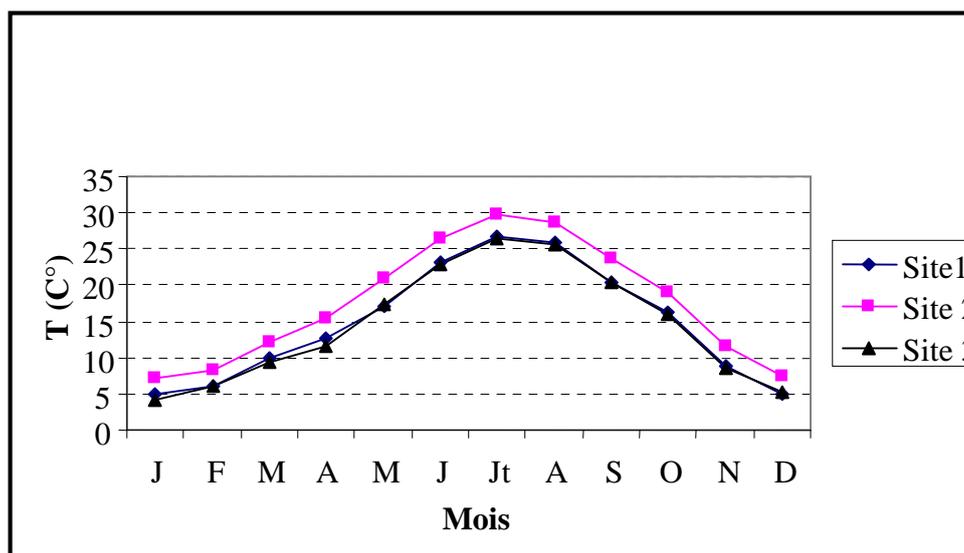


Figure 10: Températures moyennes mensuelles des 3 sites d'étude en °C (1999-2008)

1.2.2.3 Synthèse bioclimatique

Pour une expression synthétique du climat des trois sites d'étude, nous retiendrons dans cette partie le diagramme ombrothermique de Bangouls et Gausson (1953) et le climagramme d'EMBERGER (1952).

1.2.2.3.1 Diagramme ombro-thermique de Bangouls et Gausсен (1953)

Selon Bangouls et Gausсен (1953) in Kaabeche (2003), un mois est dit biologiquement sec si, "le total mensuel des précipitations exprimées en millimètres est égal ou inférieur au double de la température moyenne exprimées en centigrade" ; cette formule ($P \leq 2T$) permet de construire des « diagramme ombrothermique » traduisant la durée de la saison sèche d'après les intersections des deux courbes.

Le diagramme ombrothermique des trois sites d'études (Fig. 11, 12 et 13) montre une différence de la période sèche d'un site à l'autre. Elle est de 9 mois pour le site 2 (mi-février - mi-novembre), 6 mois pour le site 3 (mi-mars – mi-septembre)), et 3 mois pour le site 3 (juin – Août).

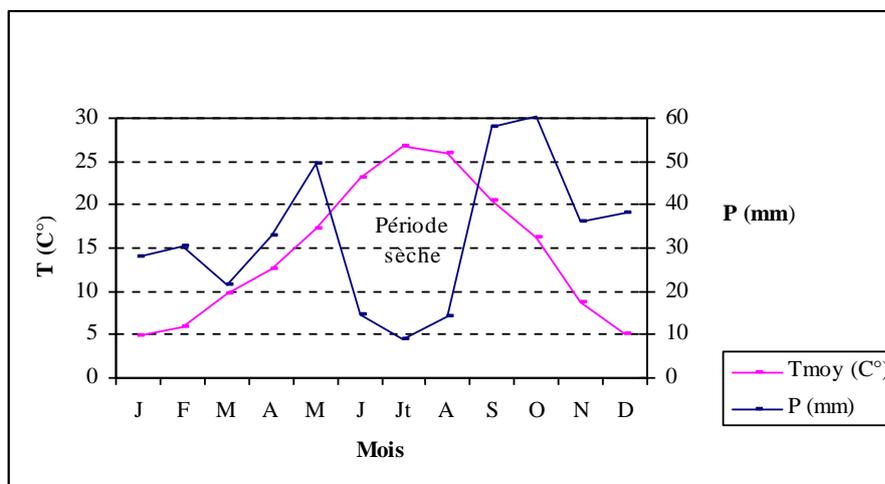


Figure 11 : Diagramme ombrothermique du site 1 (El-Mansab)

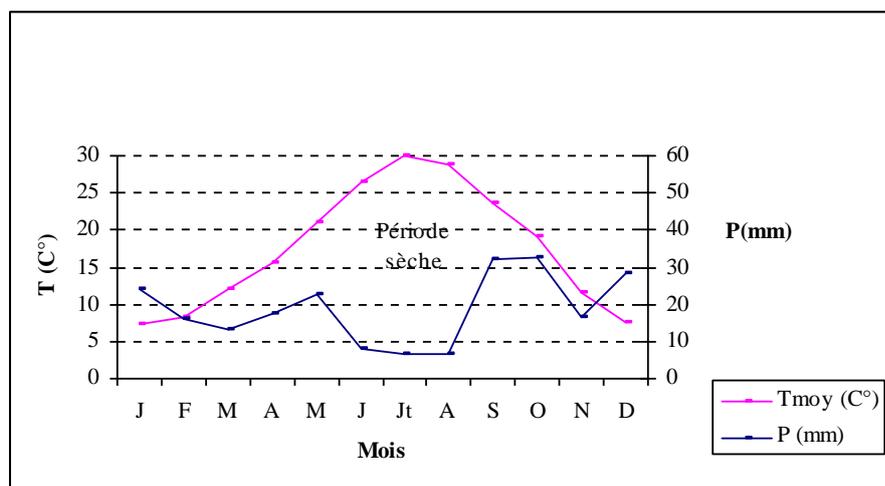


Figure 12 : Diagramme ombrothermique du site 2 (Coopérative Yahiaoui)

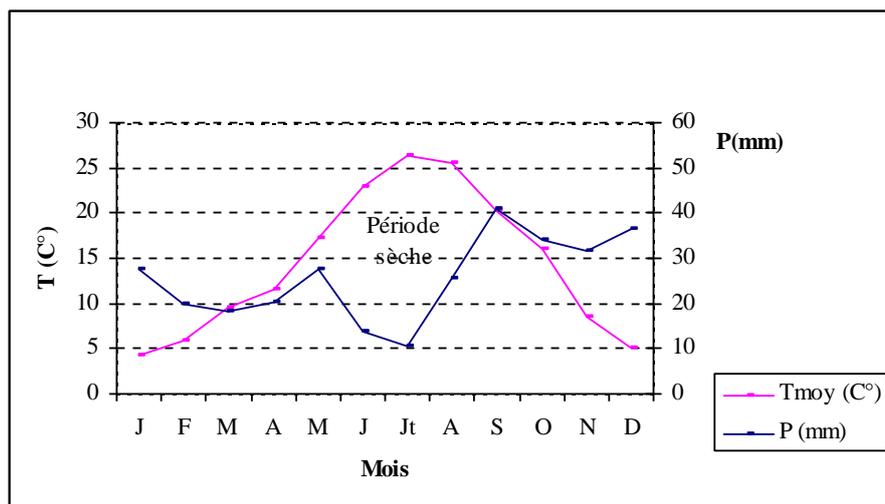


Figure 13 : Diagramme ombrothermique du site 3 (Oued Sdeur)

1.2.2.3.2 Climagramme d'EMBERGER (1952)

En Algérie, Djebaili (1984) a montré que la dernière formulation de STEWART (1969) du quotient pluviométrique (Q_2) peut s'écrire :

$$Q_2 = 3,43 \times P / (M - m)$$

- Q_2 : Quotient pluviométrique d'EMBERGER ;
- P : Pluviosité moyenne annuelle exprimée en mm ;
- M-m : amplitude thermique ;
- M et m sont exprimées en degré celsius.

Le calcul de Q_2 pour les sites d'étude (Fig. 14), place le site 1 (El-Mansab) dans l'étage bioclimatique semi-aride inférieur ($Q_2=40.63$) à variante thermique à hiver frais ($m=0.55^\circ\text{C}$), le site 2 (Coopérative Yahiaoui) dans l'étage bioclimatique aride supérieur ($Q_2=21.21$) à variante thermique à hiver frais ($m=1.81^\circ\text{C}$) et le site 3 (Oued Sdeur) dans l'étage bioclimatique aride supérieur ($Q_2=30.62$) à variante thermique à hiver froid ($m=-0.52^\circ\text{C}$)

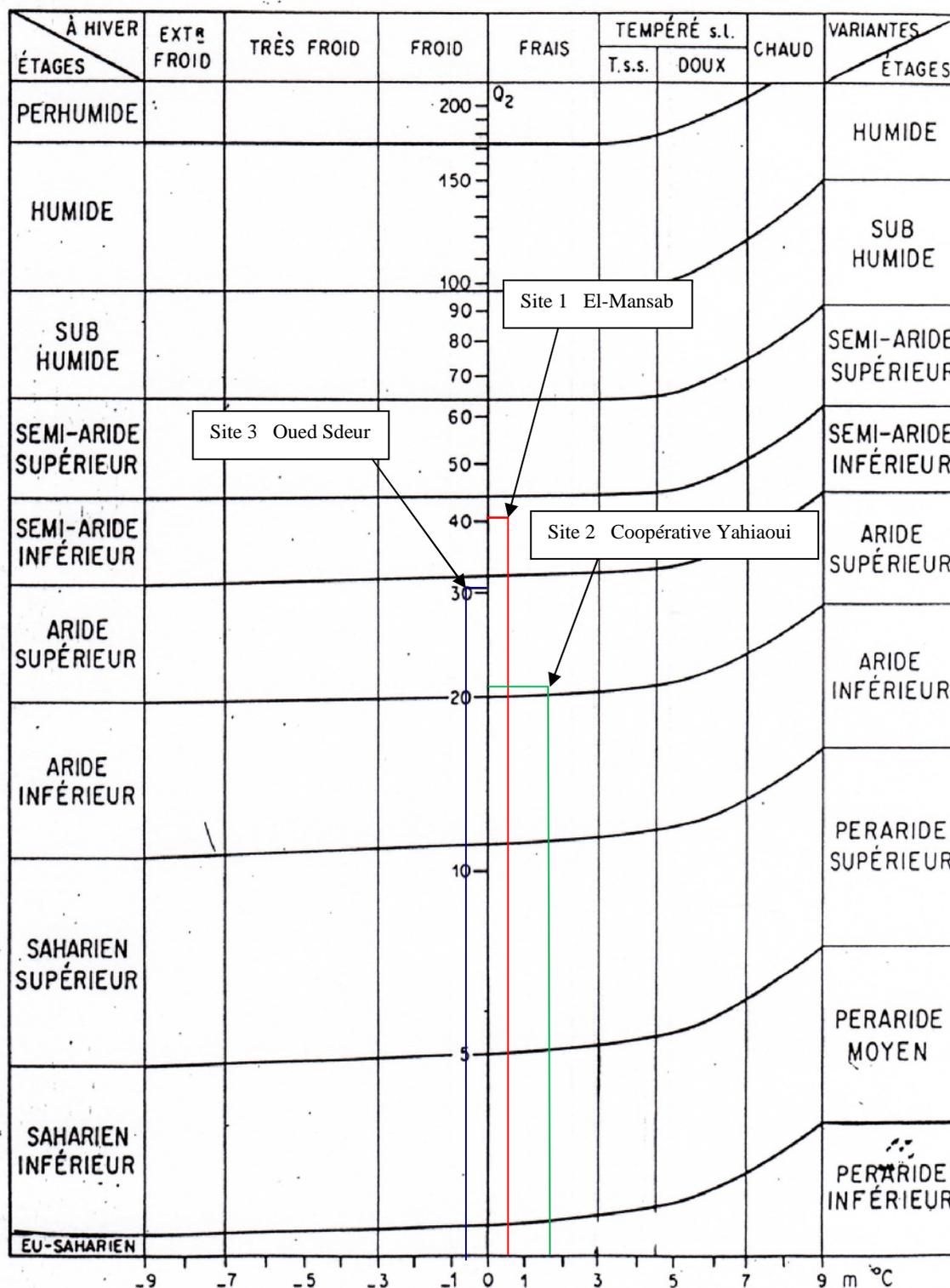


Figure 14 : Climagramme d'Emberger pour les trois sites d'étude

2. Méthodes

2.1 Etude de la variabilité morphologique

La réalisation de cette partie repose sur l'étude du polymorphisme des traits des organes végétatifs et reproducteurs. Les prélèvements des échantillons végétaux ont été effectués à deux stades phénologiques différents, correspondant aux époques propices d'expression de l'un et de l'autre groupe de paramètres. Cependant, les stades retenus se rapportent au stade de développement végétatif et celui de la pleine floraison.

Le prélèvement des individus ayant servi à la biométrie des caractéristiques foliaires a été effectué durant le mois de juin 2008, et celui ayant permis la caractérisation des organes reproducteurs, a été réalisé au cours du mois de décembre 2008. Après prélèvement, les échantillons sont maintenus hydratés par trempage de leurs systèmes racinaires dans des béciers, contenant de l'eau.

2.1.1 L'échantillonnage

Dans chaque site, trois stations (placettes – échantillons) d'une superficie de 16m² chacune ont été choisies selon le critère de représentativité de la variabilité existante de l'espèce étudiée. Ainsi, les prélèvements effectués se constituent des échantillons illustrés dans les tableaux 05 et 06.

Tableau 05 : Nombre d'échantillons prélevés durant le stade végétatif

Site \ Station	Station 1	Station 2	Station 3	Total
El-Mansab	10	05	03	18
Coopérative Yahiaoui	05	05	05	15
Oued Sdeur	05	05	05	15

Tableau 06 : Nombre d'échantillons prélevés durant le stade de floraison

Site \ Station	Station 1	Station 2	Station 3	Total
El-Mansab	05	05	05	15
Coopérative Yahiaoui	05	05	05	15
Oued Sdeur	05	05	05	15

Les critères d'orientation de l'échantillonnage utilisés pour la biométrie des caractères végétatifs, se rapportent à la couleur et la vigueur de la masse végétative aérienne, supposés reproduire d'une manière satisfaisante la variabilité phénotypique de l'espèce. Concernant l'étude des organes reproducteurs, le choix des individus ayant servis de matériel végétal repose sur la distinction de la couleur des inflorescences. Pour les deux opérations, l'échantillonnage adopté est subjectif.

2.1.2 Mesures effectuées

2.1.2.1 La morphologie de la feuille

Les caractéristiques de la feuille regroupent deux types de paramètres, quantitatifs et qualitatifs.

Les caractères quantitatifs pris en considération dans l'étude de la variabilité morphologique de la feuille se rapportent au nombre de folioles par feuilles, le nombre de foliolules par feuille, la distance entre les folioles en mm et la distance entre les feuilles portées sur le même rameau en mm (Fig. 15). Tandis que les caractères qualitatifs englobent la couleur des feuilles, le mode de disposition des folioles sur la feuille, le mode de répartition des folioles sur la feuille et le mode disposition des feuilles sur le rameau. L'ensemble des mesures sont effectuées sur les feuilles de la partie médiane de leur insertion sur la tige et ayant accomplies leur différenciation.

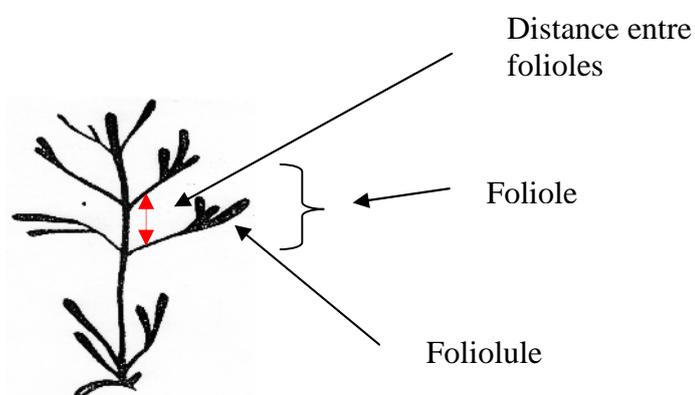


Figure 15 : Les différents paramètres morphologiques foliaires concernés dans cette étude

L'expression des paramètres qualitatifs est effectuée en adoptant des échelles pour les différents paramètres et qui sont représentés dans le tableau 07.

Tableau 07 : Caractères qualitatifs retenus en stade végétatif

Caractère	Echelle
Couleur des feuilles	1 : Vert foncé ; 2 : Vert intermédiaire, 3 : Vert clair.
Mode de disposition des folioles sur la feuille	1 : Opposé ; 2 : Alterné.
Mode de répartition des folioles sur la feuille	1 : Le long de la feuille ; 2 : A l'extrémité de la feuille.
Mode disposition des feuilles sur le rameau	1 : Opposé ; 2 : Alterné.

2.1.2.2 La morphologie de la fleur

Les caractères retenus pour ce groupe de paramètres se distinguent également en traits quantitatifs et qualitatifs. Ceux quantitatifs concernent le nombre de capitules par axe inflorescent, le nombre de fleurs par capitule, la longueur de capitule et la largeur du capitule. Les paramètres qualitatifs retenus sont, le mode d'insertion de la corolle sur l'ovaire et le niveau d'insertion des étamines par rapport à l'ovaire.

Les échelles utilisées pour la caractérisation de ces caractéristiques sont mentionnées dans le tableau 08.

Tableau 08 : Caractères qualitatifs retenus en stade floraison

Caractère	Echelle
Mode d'insertion de la corolle sur l'ovaire	1 : Oblique, 2 : Verticale
Niveau d'insertion des étamines par rapport à l'ovaire	1 : Haut, 2 : Bas

Cinq répétitions (05) ont été effectuées pour chaque mesure pour l'ensemble des caractères étudiés durant les deux stades phénologiques.

2.2 Etude de la variabilité génétique par utilisation du marqueur moléculaire (ISSR)

2.2.1 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé provient de 18 individus différents collectés au niveau du site 3 (Oued Sdeur). Le prélèvement des individus est effectué selon les mêmes critères ayant servis pour la collecte des échantillons destinés à l'étude des paramètres végétatifs.

2.2.2 Extraction de l'ADN végétal

La quantité et la qualité de l'ADN utilisable pour l'analyse dépendent largement des techniques employées pour la collecte et la préservation du matériel végétal avant l'extraction. Ceci est particulièrement important pour les espèces produisant de grandes quantités de métabolites secondaires (polyphénols, terpènes, résines ou polysaccharides) qui souvent empêchent une bonne extraction de l'ADN (Carmen, 2008).

Selon Black-Samuelsson et *al.* 1997, Ferreira & Grattapaglia. 1998 in (Carmen, 2008), l'utilisation d'échantillons frais collectés dans la phase de croissance active de la plante donne généralement de meilleurs résultats.

L'armoise blanche *Artemisia herba-alba* Asso est une espèce très riche en métabolites secondaires (polyphénols et polysaccharides) pouvant se lier à l'ADN le rendant inaccessible aux enzymes Sboui (2002) in (Haouari & ferchichi, 2004). C'est pour cette raison que nous avons procédé à des modifications sur la méthode d'extraction de l'ADN (méthode CTAB : CetylTrimethylAmmonium Bromide) (Krizman et *al.*, 2006). L'ADN obtenu est propre et aisément amplifiable, ce qui nous a permis d'appliquer la méthode d'ISSR comme marqueur d'étude de la variabilité génétique chez cette espèce.

Le protocole d'extraction se résume comme suit :

1. 70 mg de tissus frais des feuilles de l'armoise blanche ont été mis dans un tube d'endorf de 2 ml. L'ensemble est trempé dans l'azote liquide et broyé.
2. 700 µl de solution de tampon d'extraction (TE) et 1.4 µl de β-mercaptoethanol ont été ajoutés. l'ensemble est bien agité en utilisant le vortex et mis en incubation dans un bloc sec réglé à 50°C pendant 30 mn tout en agitant délicatement et fréquemment.
3. L'ensemble est centrifugé à 11000g pendant 10mn à la température ambiante, le surnageant est récupéré et transféré dans un nouveau tube
4. 1 volume de mélange de chloroforme-alcool (24 :1) est ajouté, bien agité avec le vortex et centrifugé à 16000g pendant 10mn à la température ambiante, et le surnageant est récupéré dans un autre tube. L'opération de lavage avec le mélange est répétée tant que la couleur brune persiste.
5. Le surnageant est transféré par la suite dans un autre tube. 0.5 V d'éthanol absolu est ajouté et mixé délicatement par inversion et mis en incubation à 20°C pendant 1heure
6. L'ensemble est centrifugé à 700g pendant 10 mn à la température ambiante
7. Le surnageant est éliminé et le culot est récupéré (pellet) au fond du tube
8. Le pellet récupéré est lavé avec la solution de lavage (1ml de mélange d'éthanol 70% et acétate d'ammonium aux concentrations suivantes : 15 mM ammonium acetate in 75 % (v/v) ethanol), centrifugé à 1500g pendant 10mn à la température ambiante.
9. Le surnageant est éliminé et le pellet est séché à la température ambiante (pas excessivement séché).
10. Le pellet est dissous dans 25 µl de TE buffer en pH 8.
11. L'ADN obtenu est conservé à -20° C.

2.2.3 Choix des amorces pour les réactions ISSR

Pour le choix des amorces dans les réactions d'amplification ISSR, plusieurs amorces ont été testées. L'amorce retenue est celle donnant des bandes claires. Il s'agit de l'amorce X14 Primer TRAAR (GCC)₄.

2.2.4 Optimisation de la réaction PCR.

L'amplification est réalisée dans une solution PCR d'un volume total de 25 µl, contenant 2.5 µl de Buffer ; 2 µl de MgCl₂ ; 1 µl de dNTP ; 1.5 µl de primer ; 0.2 µl de la Taq ; 16.3 µl de H₂O, et 1.5 µl d'ADN.

Les réactions d'amplification ont été conduites sur un thermocycleur (Eppendorf) programmé pour une première dénaturation à 94° C pendant 2 min. Pour 35 cycles comportant une étape de dénaturation de 45 secondes à 94° C, une étape d'hybridation de 45 secondes à 50° C et une étape de d'élongation de 2 min à 72° C, et en fin une élongation finale à 72° C pendant 5mn.

Les produits d'amplification ont été analysés par électrophorèse sur gel d'agarose à 1 %, et les bandes d'ADN ont été détectées grâce au bromure d'éthidium et visualisées sous radiation UV.

La quantification de la taille des bandes d'ADN amplifié est réalisée par les logiciels ImageJ, Gen en se référant à l'ADN témoin /HindIII (FERMENTATS).

2.3- Traitement statistique des données

L'ensemble des analyses, analyse de la variance, test de Newman-keuls, et la classification hiérarchisée sont effectués par le logiciel STATISTICA.V6 et 7.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

1. Résultats de l'étude des paramètres morphologiques

L'objectif de cette partie du travail, est d'étudier, par l'utilisation des marqueurs morphologiques mesurés au cours de deux stades phénologiques (stade végétatif et stade floraison), la variabilité intra et inter populations au niveau des différentes stations retenues. Les paramètres mesurés sont d'ordre, quantitatif et qualitatif.

1.1 Analyse des caractères quantitatifs

Les mesures effectuées ont porté sur les principales variations concernant la morphologie foliaire et florale.

1.1.1 Site 1 : El-Mansab

1.1.1.1 Stade végétatif

1.1.1.1.1 Nombre de folioles par feuille (Nfof)

L'analyse des résultats obtenus (Tab. 9, 10, 11) démontre que ce paramètre ne varie que faiblement entre les individus au sein des trois sous-populations, et à l'échelle de la population globale (Tab.12) ($p>0.05$). Ceci indique que l'expression de ce paramètre n'est que faiblement dépendante de la variabilité régie par les différents individus appartenant à cette population.

L'expression des résultats moyens dégagés par les différentes sous-populations oscillent entre 5 et 5.48 folioles par feuille.

Les valeurs émanant de l'ensemble des individus de la population fluctuent entre une maximale de 8 et une autre minimale de 3 folioles par feuille.

1.1.1.1.2 Nombre de foliolules par feuille (Nfolf)

L'étude de l'estimation de cette caractéristique met en exergue des variations d'expression très importantes à travers deux sous-populations sur les trois étudiées (Tab. 09, 10). Cependant, au niveau de la population globale, les résultats obtenus démontrent une faible variation entre les trois sous-populations (Tab.12). En effet les individus issus des sous-populations 1 et 2, manifestent des valeurs très différentes entre eux ($P<0.001$; $P<0.001$).

Au sein de la sous-population 3 (Tab.11), les valeurs obtenues se définissent par de faibles amplitudes de variations ($p>0.05$). L'analyse globale des données manifestées par l'ensemble des individus de la population, expose des variations non significatives ($p>0,05$).

Concernant les résultats moyens obtenus, les différentes sous-populations 1, 2 et 3 ont inscrit respectivement des valeurs moyennes de 15.04, 14.32 et 15.07 foliolules par feuille.

A l'échelle de la population globale, le nombre de foliolules par feuille oscillent entre 5 et 21.

1.1.1.1.3 Distance entre les folioles (Distfo)

L'évaluation de ce caractère à travers l'analyse statistique, démontre des variations très importantes dans son expression au niveau des sous-populations 1 et 3 (Tab. 09, 11), et à l'échelle de la population (Tab.12). En effet, les individus issus de ces deux sous-populations ont manifestés des valeurs très différentes entre eux ($P < 0.001$). Cependant, au sein de la sous-population 2 (Tab.10), les valeurs obtenues se définissent par de faibles amplitudes de variations ($p > 0.05$).

L'analyse globale des données manifestées par l'ensemble des individus de la population, expose des variations très hautement significatives ($p < 0,001$).

Les résultats moyens obtenus des sous populations 1, 2 et 3 ont affichés respectivement des valeurs moyennes de 1.79, 1.56 et 1.32mm. Tandis que, la distance entre les folioles, à l'échelle de la population, oscille entre 0.5 et 3.80mm.

1.1.1.1.4 Distance entre les feuilles (Distf)

Les résultats de l'étude statistique de cette caractéristique démontrent des variations d'expression très importantes à travers les différentes sous-populations (Tab. 09, 10, 11), et au niveau de la population globale (Tab. 12). En effet, les individus issus des trois sous-populations 1, 2 et 3 expriment des valeurs très différentes entre eux ($p < 0.05$; $p < 0.01$; $p < 0.001$).

L'analyse globale des données manifestées par l'ensemble des individus de la population, expose des variations très hautement significatives ($p < 0,001$).

Les résultats moyens obtenus des trois sous-populations ont inscrit des valeurs moyennes de distance entre les feuilles calculées à 5.51mm pour la sous-population 1, 3.71mm pour la sous-population 2 et 4.22mm pour la sous-population 3.

A l'échelle de la population globale, la distance entre les feuilles varie entre deux valeurs extrêmes, une minimale de 2.18mm et une autre maximale de 7.86mm.

1.1.1.2 Stade floraison

1.1.1.2.1 Nombre de capitules par axe inflorescent (Ncapax)

L'étude de l'évaluation de cette caractéristique dévoile une variation d'expression très importante entre les individus à travers les sous-populations 2 et 3 (Tab. 10, 11). Cependant, au niveau de la sous-population 1 (Tab. 09), et à l'échelle de la population globale (Tab. 12), les résultats obtenus démontrent une faible variation entre les individus. En effet, les individus issus des sous-populations 2 et 3 manifestent des valeurs très différentes entre eux ($p < 0.001$). Au sein de la sous-population 1, les valeurs obtenues se définissent par de faibles amplitudes de variations ($p > 0.05$).

L'analyse globale des données manifestées par l'ensemble des individus de la population, montre des variations non significatives ($p > 0.05$).

Les résultats moyens obtenus des trois sous-populations ont dégagés des valeurs moyennes de nombre de capitules par axe inflorescent de 5.90 pour la sous-population 1, 6.88 pour la sous-population 2 et 7.16 pour la sous-population 3.

Le nombre de capitules par axe inflorescent observé à l'échelle de cette population fluctue entre 1 et 23.

1.1.1.2.2 Nombre de fleurs par capitule (Nfcap)

Les résultats obtenus de l'étude statistiques de ce caractère démontrent des variations très importantes entre les individus au sein des trois sous-populations (Tab. 09, 10, 11). Cependant, au sein de la population, ces résultats indiquent une faible amplitude de variation (Tab. 12). En effet, les individus issus des différentes sous-populations ont exprimés un nombre de fleurs par capitule très différent entre eux ($p < 0.001$). Par contre, que, au sein de la population, les variations entre les individus s'avèrent non significatives ($p > 0.05$).

Les résultats moyens obtenus des trois sous-populations ont inscrit un nombre moyen de fleurs par capitule varie entre 4.24 et 4.44.

A l'échelle de la population globale, le nombre de fleurs par capitule varie entre 2 et 8 fleurs par capitule.

1.1.1.2.3 Longueur de capitule (Longcap)

Les résultats dégagés de l'étude statistique de ce paramètre démontrent des variations très importantes entre les individus de la sous-population 3 dans l'expression de ce caractère (Tab.11). Au sein des sous-populations 1 et 2 (Tab. 09, 10), et à l'échelle de la population globale (Tab. 12), les résultats obtenus montrent que cette caractéristique ne varie que faiblement. En effet, les résultats de l'analyse de la variance de ce caractère au sein de la sous-population 3, révèlent une différence très hautement significative ($p < 0.001$). Au sein des sous-populations 1 et 2, les valeurs obtenues se définissent par de faibles amplitudes de variations ($p > 0.05$). L'analyse globale des données manifestées par l'ensemble des individus de la population, montre des variations non significatives ($p > 0.05$).

Les résultats moyens obtenus des sous-populations, 1, 2 et 3 ont inscrit respectivement des valeurs moyennes de longueur de capitule de 3.80, 3.72 et 3.63mm.

A l'échelle de la population globale, la longueur de capitule varie entre une valeur maximale de 4.39mm et une autre minimale de 2.94mm.

1.1.1.2.4 Largeur de capitule (Largcap)

Les résultats obtenus de l'analyse de la variance de cette caractéristique mettent en exergue des variations d'expression très importantes entre les individus au sein des sous-populations 2 et 3 (Tab. 10, 11). Cependant, au niveau de la sous-population 1 (Tab. 09), et à l'échelle de la population globale (Tab. 12), ces résultats montrent que cette caractéristique ne varie que faiblement. En effet, les individus issus des deux sous-populations citées manifestent des valeurs très différentes entre eux ($P < 0.001$; $p < 0.01$). Au sein de la sous population 1, les valeurs obtenues se définissent par de faibles amplitudes de variations ($P > 0.05$). L'analyse globale des données manifestées par l'ensemble des individus de la population, montre des variations non significatives ($p > 0.05$).

Les résultats moyens obtenus des sous- populations 1, 2 et 3 ont affichés respectivement des valeurs moyennes de 1.69, 1.66 et 1.76mm.

A l'échelle de la population globale, la largeur de capitule varie entre une valeur maximale de 2.29mm et une autre minimale de 1.30mm.

Tableau 09 : Analyse de la variance du site 1, sous-population 1. Effets significatifs marqués à $p < .05000$

Caractère	N obs	Moy	Min	Max	ET	CV %	F	P	Signification
Nfof	50	5.48	4.00	7.00	0.81	14.78	1.57037	0.157568	NS
Nfolf	50	15.04	5.00	21.00	3.24	21.54	4.30015	0.000586	S**
Distfo	50	1.79	0.64	3.80	0.77	43.02	12.36760	0.000000	S**
Distf	50	5.51	3.58	7.86	1.18	21.42	8.12768	0.000001	S**
Ncapax	50	5.90	1.00	23.00	4.40	74.58	1.531329	0.209253	NS
Nfcap	50	4.44	3.00	7.00	1.21	27.25	5.914557	0.000651	S**
Longcap	50	3.80	3.29	4.39	0.30	7.89	0.682342	0.612363	NS
Largcap	50	1.69	1.30	2.27	0.25	14.79	2.787341	0.054527	NS

Caractères : Voir Matériel et Méthodes, Signification : * 5%, ** 1%, *** 0.1%

Tableau 10 : Analyse de la variance du site1, sous-population 2. Effets significatifs marqués à $p < .05000$

Caractère	N obs	Moy	Min	Max	ET	CV %	F	P	Signification
Nfof	25	5.24	3.00	8.00	0.83	15.84	2.392857	0.084841	NS
Nfolf	25	14.32	7.00	18.00	2.78	19.41	6.198068	0.002058	S*
Distfo	25	1.56	1.11	2.45	0.38	24.36	0.969400	0.446014	NS
Distf	25	3.71	2.18	5.60	0.76	20.49	3.288656	0.031696	S
Ncapax	50	6.88	1.00	22.00	5.59	81.25	9.211922	0.000016	S**
Nfcap	50	4.24	2.00	8.00	1.30	30.66	6.460227	0.000339	S**
Longcap	50	3.72	3.07	4.26	0.34	9.14	2.404914	0.083687	NS
Largcap	50	1.66	1.32	2.04	0.23	13.86	9.528651	0.000176	S**

Tableau 11 : Analyse de la variance du site 1, sous-population 3. Effets significatifs marqués à $p < .05000$

Caractère	N obs	Moy	Min	Max	ET	CV %	F	P	Signification
Nfof	15	5.00	5.00	5.00	0.00	0.00	/	1.0000	NS
Nfolf	15	15.07	9.00	19.00	2.25	14.93	1.76642	0.212609	NS
Distfo	15	1.32	0.50	2.30	0.60	45.45	20.92968	0.000122	S**
Distf	15	4.22	2.71	7.20	1.25	29.62	9.95810	0.002825	S*
Ncapax	50	7.16	1.00	18.00	4.87	68.02	6.09143	0.000526	S**
Nfcap	50	4.32	2.00	6.00	0.98	22.69	18.71591	0.000000	S**
Longcap	50	3.63	2.94	4.19	0.32	8.82	9.73177	0.000154	S**
Largcap	50	1.76	1.36	2.29	0.26	14.77	5.39463	0.004105	S*

Tableau 12 : Analyse de la variance de la population 1 (El-Mansab). Effets significatifs marqués à $p < .05000$

Caractère	N obs	Moy	Min	Max	ET	CV %	F	P	Signification
Nfof	90	5.33	3.00	8.00	0.76	14.26	2.62561	0.078127	NS
Nfolf	90	14.84	5.00	21.00	2.96	19.95	0.53812	0.585778	NS
Distfo	90	1.65	0.50	3.80	0.67	40.61	3.29294	0.041825	S
Distf	90	4.80	2.18	7.86	1.36	28.33	25.42797	0.000000	S**
Ncapax	150	6.65	1.00	23.00	4.97	74.74	0.883763	0.415409	NS
Nfcap	150	4.33	2.00	8.00	1.17	27.02	0.368130	0.692664	NS
Longcap	150	3.72	2.94	4.39	0.32	8.60	1.717682	0.186754	NS
Largcap	150	1.71	1.30	2.29	0.25	14.62	1.105575	0.336574	NS

1.1.2 Site 2 : Coopérative Yahiaoui (Ain Oussera)

1.1.2.1 Stade végétatif

1.1.2.1.1 Nombre de folioles par feuille (Nfof)

L'estimation de l'expression de cette caractéristique révèle une diversité très importante entre les individus au sein des trois sous-populations (Tab. 13, 14, 15). Cependant, à l'échelle de la population (Tab. 16), cette diversité s'avère faible. Les résultats obtenus de l'analyse statistique de ce caractère révèlent des variations très hautement significatives au sein des sous-populations 1 et 2 ($p < 0.001$), et des variations significatives au sein de la sous-population 3 ($p < 0.05$). A l'échelle de la population, les résultats obtenus expriment des variations non significative ($p > 0.05$).

Les valeurs moyennes de nombre de folioles par feuille au niveau des trois sous-populations 1, 2 et 3 sont respectivement 5.48, 5.60 et 5.28.

A l'échelle de la population globale, le nombre de foliole par feuille fluctue entre 5 et 8.

1.1.2.1.2 Nombre de foliolules par feuille (Nfolf)

L'étude de cette caractéristique démontre une variation d'expression très importante au sein des trois sous-populations (Tab. 13, 14, 15). Par contre, à l'échelle de la population globale (Tab. 16), les résultats obtenus montrent que ce caractère ne varie que faiblement ($p > 0.05$). En effet, les individus issus des différentes sous-populations expriment des valeurs très différentes entre eux ($p < 0.001$; $p < 0.05$).

La moyenne du nombre de foliolules par feuille observée au niveau des sous-populations varient entre 15.24 et 15.96.

A l'échelle de la population globale, le nombre de foliolules par feuille, oscille entre 10 et 24 foliolules par feuille.

1.1.2.1.3 Distance entre les folioles (Distfo)

L'étude statistique de ce paramètre, met en exergue des variations d'expression très importantes à travers les sous-populations 1 et 3 (Tab. 13, 15). Cependant, à l'échelle de la population globale, les résultats montrent que ce paramètre ne varie que faiblement (Tab. 16). En effet, les résultats obtenus de cette étude démontrent que les individus issus des sous-populations 1 et 3, expriment des valeurs très différentes entre eux ($p < 0.001$; $p < 0.01$).

Au sein de la sous-population 2 (Tab.14), les valeurs obtenues se définissent par de faibles amplitudes de variations ($p>0.05$). L'analyse globale des données manifestées par l'ensemble des individus de la population, expose des variations non significatives ($p>0,05$).

Concernant les résultats moyens obtenus, les différentes sous-populations 1, 2 et 3 ont inscrit respectivement des valeurs moyennes 1.11mm, 0.94mm et 0.82mm

A l'échelle de la population globale, la distance entre les folioles varie entre 0.30mm et 2.11mm.

1.1.2.1.4 Distance entre les feuilles (Distf)

L'estimation des variations d'expression de ce paramètre révèle une variabilité très importantes à travers la sous-population 1 (Tab. 13), et au niveau de la population globale (Tab. 16). En effet, les résultats obtenus de l'analyse statistique de ce paramètre au niveau de cette sous-population, affichent des différences très hautement significatives ($p<0.001$). Au sein des sous-populations 2 et 3 (Tab. 14, 15), les valeurs obtenues se définissent par de faibles amplitudes de variations ($p>0.05$). L'analyse globale des données manifestées par l'ensemble des individus de la population, montre des variations très hautement significatives ($p<0,001$).

Concernant les résultats moyens obtenus, les différentes sous-populations 1, 2 et 3 ont marqué respectivement des valeurs moyennes de 6.25mm, 9.48mm et 7.62mm

A l'échelle de la population globale, la distance entre les feuilles varie entre une valeur minimale de 0.84mm et autre maximale de 12.72mm.

1.1.2.2 Stade floraison

1.1.2.2.1 Nombre de capitules par axe inflorescent (Ncapax)

L'étude de l'estimation de cette caractéristique au sein des sous-populations (Tab. 13, 14, 15), et à l'échelle de la population (Tab. 16) démontre une diversité très importantes dans l'expression de ce caractère au sein des trois sous-populations, et au niveau de la population globale. En effet, les individus issus des trois sous-populations expriment des valeurs très différentes entre eux ($p<0.001$). L'analyse globale des données manifestées par l'ensemble des individus de la population, montre également des variations très hautement significatives ($p<0,001$).

Concernant les résultats moyens obtenus, les différentes sous-populations 1, 2 et 3 ont inscrit respectivement des valeurs moyennes de 7.28, 3.78 et 4.98 capitules par axe inflorescent.

A l'échelle de la population globale, le nombre de capitules par axe inflorescent fluctue entre 1 et 21.

1.1.2.2.2 Nombre de fleurs par capitule (Nfcap)

L'analyse statistique de ce paramètre, démontre une diversité très importantes à travers les deux sous-populations 1 et 3 (Tab. 13, 15), et à l'échelle de la population globale (Tab. 16). En effet, les résultats obtenus de l'analyse statistique d'expression de ce caractère affichent une différence très hautement significative entre les individus issus de ces deux sous-populations ($p < 0.001$; $p < 0.05$). De même, les résultats obtenus à l'échelle de la population globale, indiquent également, des différences très hautement significative ($p < 0.001$). Au niveau de la sous-population 2 (Tab.14), il s'avère que cette caractéristique ne varie que faiblement ($p > 0.05$).

Les résultats moyens obtenus des trois sous-populations ont inscrit un nombre moyen de fleurs par capitule varie entre 5.40 et 6.62.

A l'échelle de la population globale, le nombre de fleurs par capitule varie entre 3 et 10 fleurs par capitule.

1.1.2.2.3 Longueur de capitule (Longcap)

L'étude de l'estimation de cette caractéristique démontre des variations d'expression très importantes à travers la sous-population 2 (Tab. 14), et au niveau de la population globale (Tab. 16). Au sein des sous-population 1 et 3, les résultats obtenus montrent que cette caractéristique ne varie que faiblement (Tab. 13, 15). En effet les individus issus de la sous-populations 2 manifestent des valeurs très différentes entre eux ($p < 0.001$). Cependant, au sein des sous-populations 1 et 3, les valeurs obtenues se définissent par de faibles amplitudes de variations ($p > 0.05$). L'analyse globale des données exprimées par l'ensemble des individus de la population, montre des variations très significatives ($p < 0.01$).

Les résultats moyens obtenus des trois sous-populations 1, 2 et 3 ont inscrit respectivement des valeurs moyennes de longueur de capitule de 3.60mm, 3.34mm et 3.24mm.

A l'échelle de la population globale, la longueur de capitule varie entre une valeur maximale de 4.33mm et une autre minimale de 2.34mm.

1.1.2.2.4 Largeur de capitule (Largcap)

L'analyse statistique de ce paramètre, met en exergue des variations d'expression importantes à travers deux sous-populations sur les trois sous- populations étudiées. Cependant,

à l'échelle de la population, cette analyse montre une faible variation dans l'expression de ce paramètre. En effet, les résultats obtenus au niveau des sous-populations 1 et 2 (Tab. 13, 14), manifestent une différence significative entre les individus dans l'expression de ce caractère ($p < 0.05$). Au sein de la sous-population 3 (Tab. 15), les valeurs obtenues se définissent par de faibles amplitudes de variations ($p > 0.05$). L'analyse globale des données manifestées par l'ensemble des individus de la population (Tab.16), expose des variations non significatives ($p > 0,05$).

Les moyennes de largeur de capitule observées au niveau des différentes sous-populations 1, 2 et 3 sont respectivement 1.97mm, 1.92mm et 1.90mm.

A l'échelle de la population globale, la largeur de capitule oscille entre 1.46mm et 2.62mm.

Tableau 13 : Analyse de la variance du site2, sous-population 1. Effets significatifs marqués à $p < .05000$

Caractère	N obs	Moy	Min	Max	ET	CV %	F	P	Signification
Nfof	25	5.48	5.00	8.00	0.92	16.79	58.25000	0.000000	S**
Nfof	25	15.24	10.00	24.00	3.57	23.43	14.55102	0.000010	S**
Distfo	25	1.11	0.30	2.11	0.62	55.86	17.09899	0.000003	S**
Distf	25	6.25	2.92	12.57	2.08	33.28	8.55113	0.000342	S**
Ncapax	50	7.28	1.00	21.00	4.32	59.34	68.26220	0.000000	S**
Nfcap	50	6.62	4.00	10.00	0.97	14.65	14.16076	0.000000	S**
Longcap	50	3.60	2.59	4.33	0.42	11.67	1.66287	0.197980	NS
Largcap	50	1.97	1.46	2.38	0.23	11.68	4.11747	0.013570	S

Tableau 14 : Analyse de la variance du site 2, sous-population 2. Effets significatifs marqués à $p < .05000$

Caractère	N obs	Moy	Min	Max	ET	CV %	F	P	Signification
Nfof	25	5.60	5.00	7.00	0.82	14.64	10.38462	0.000102	S**
Nfof	25	15.96	11.00	21.00	2.65	16.60	7.87805	0.000554	S**
Distfo	25	0.94	0.30	1.71	0.38	40.43	2.27476	0.097082	NS
Distf	25	9.48	7.15	12.72	1.74	18.35	2.81125	0.053107	NS
Ncapax	50	3.78	1.00	13.00	3.88	102.65	11.37050	0.000002	S**
Nfcap	50	5.66	3.00	9.00	1.35	23.85	0.22049	0.925621	NS
Longcap	50	3.34	2.70	3.77	0.28	8.38	10.38105	0.000102	S**
Largcap	50	1.92	1.61	2.37	0.20	10.42	2.97130	0.044570	S

Tableau 15 : Analyse de la variance du site 2, sous-population 3. Effets significatifs marqués à $p < .05000$

Caractère	N obs	Moy	Min	Max	ET	CV %	F	P	Signification
Nfof	25	5.28	5.00	7.00	0.54	10.23	3.800000	0.018648	S
Nfof	25	15.24	11.00	20.00	1.94	12.73	3.913386	0.016630	S
Distfo	25	0.82	0.36	1.47	0.32	39.02	5.636057	0.003320	S*
Distf	25	7.62	0.84	11.80	1.96	25.72	1.526252	0.232611	NS
Ncapax	50	4.98	1.00	14.00	3.40	68.27	21.97543	0.000000	S**
Nfcap	50	5.40	3.00	7.00	1.05	19.44	3.01056	0.027703	S
Longcap	50	3.24	2.34	4.03	0.40	12.35	1.98480	0.135729	NS
Largcap	50	1.90	1.47	2.62	0.24	12.63	1.74291	0.180173	NS

Tableau 16 : Analyse de la variance de la population 2 (coopérative Yahiaoui). Effets significatifs marqués à $p < .05000$

Caractère	N obs	Moy	Min	Max	ET	CV %	F	P	Signification
Nfof	75	5.45	5.00	8.00	0.78	14.31	1.08688	0.342737	NS
Nfof	75	15.48	10.00	24.00	2.79	18.02	0.54946	0.579661	NS
Distfo	75	0.96	0.30	2.11	0.47	48.96	2.59957	0.081268	NS
Distf	75	7.78	0.84	12.72	2.32	29.82	17.66595	0.000001	S**
Ncapax	150	5.35	1.00	21.00	4.13	77.20	10.47490	0.000056	S**
Nfcap	150	5.89	3.00	10.00	1.24	21.05	16.05852	0.000000	S**
Longcap	150	3.39	2.34	4.33	0.39	11.50	6.24870	0.003145	S*
Largcap	150	1.93	1.46	2.62	0.22	11.40	0.67631	0.511689	NS

1.1.3 Site 3 : Oued Sdeur (Commune de Ain El-Ibel)

1.1.3.1 Stade végétatif

1.1.3.1.1 Nombre de folioles par feuille (Nfof)

L'analyse statistique des résultats obtenus démontre une variation d'expression de ce paramètre au sein de deux sous-populations sur les trois étudiées. A l'échelle de la population globale, les résultats obtenus démontrent que ce paramètre ne varie que faiblement. En effet, les individus issus des sous-populations 2 et 3 (Tab. 18, 19), manifestent des valeurs très différentes entre eux ($p < 0.05$). Au sein de la sous population 1 (Tab. 17), les valeurs obtenues se définissent par de faibles amplitudes de variations ($p > 0.05$). L'analyse globale des données manifestées par l'ensemble des individus de la population (Tab. 20), expose des variations non significatives ($p > 0,05$).

L'expression des résultats moyens dégagés par les différentes sous-populations oscillent entre 5.32 et 5.76. Les valeurs de nombre de folioles par feuille émanant de l'ensemble des individus de la population fluctuent entre une maximale de 7, et une autre minimale de 5 folioles par feuilles.

1.1.3.1.2 Nombre de foliolules par feuille (Nfol)

L'étude statistique des résultats obtenus de l'estimation de cette caractéristique, met en évidence des variations d'expression très importantes à travers deux sous-populations, et au niveau de la population globale. En effet les individus issus des sous-populations 1 et 3 (Tab. 17, 19), expriment des valeurs très différentes entre eux ($p < 0.001$; $p < 0.01$). Cependant, au sein de la sous-population 2 (Tab. 18), les valeurs obtenues se définissent par de faibles amplitudes de variations ($p > 0.05$). L'analyse globale des données exprimées par l'ensemble des individus de la population (Tab. 20), expose des variations significatives ($p < 0,05$).

Concernant les résultats moyens obtenus, les différentes sous-populations 1, 2 et 3 ont inscrit respectivement des valeurs moyennes de 17.48, 19.20 et 22.68 foliolules par feuille.

A l'échelle de la population globale, le nombre de foliolules par feuille oscillent entre 10 et 47.

1.1.3.1.3 Distance entre les folioles (Distfo)

L'étude statistique de ce paramètre révèle des variations d'expression très importantes au sein de deux sous-populations sur les trois étudiées, et au niveau de la population globale. En effet, les individus issus des sous-populations 2 et 3 (Tab. 18, 19), ont manifestés une diversité d'expression très importante entre eux ($p < 0.001$; $p < 0.01$). Cependant, à l'échelle de la sous-population 1 (Tab. 17), les résultats obtenus montrent une faible amplitude de variations ($p > 0.05$). L'analyse globale des données exprimées par l'ensemble des individus de la population (Tab. 20), révèlent des variations significatives ($p < 0,05$).

Concernant les résultats moyens obtenus, les différentes sous-populations 1, 2 et 3 ont inscrit respectivement des valeurs moyennes de 1.49mm, 1.71mm et 1.11mm.

A l'échelle de la population globale, la distance entre les folioles oscille entre 0.33mm et 4.60mm.

1.1.3.1.4 Distance entre les feuilles (Distf)

Les résultats de l'étude statistique de ce paramètre, démontrent des variations très importantes dans son expression à travers les trois sous-populations (Tab. 17, 18, 19). Par contre, a l'échelle de la population globale, ces résultats démontrent que ce paramètre ne varie que faiblement (Tab. 20). En effet les individus issus des trois sous-populations manifestent des valeurs très différentes entre eux ($p < 0.01$). L'analyse globale des données manifestées par l'ensemble des individus de la population, expose des variations non significatives ($p > 0.05$).

Les moyennes de distances entre les feuilles observées au sein des trois sous-populations 1, 2 et 3 sont respectivement 11.03, 10.20 et 9.83 mm.

A l'échelle de la population globale, la distance entre les feuilles oscille entre 6.50mm et 17.61mm.

1.1.3.2 Stade floraison

1.1.3.2.1 Nombre de capitules par axe inflorescent (Ncapax)

Les résultats obtenus de l'étude statistique de ce paramètre, démontre des variations d'expression très importantes au sein de deux sous-populations et au niveau de la population globale. En effet, les individus issus des sous-populations 1 et 2 (Tab. 17, 18), ont inscrit des valeurs très différentes entre eux ($p < 0.001$). Cependant, au sein de la sous-population 3 (Tab. 19), les résultats obtenus montrent des faibles amplitudes de variations ($p > 0.05$). L'analyse globale des données exprimées par l'ensemble des individus de la population (Tab. 20), révèle des variations très hautement significatives ($p < 0,001$).

Concernant les résultats moyens dégagés, les différentes sous-populations 1, 2 et 3 ont inscrit respectivement des valeurs moyennes de 2.90, 3.70 et 7.38 capitule par axe inflorescent.

A l'échelle de la population globale, le nombre capitule par axe inflorescent oscille entre 1 et 15.

1.1.3.2.2 Nombre de fleurs par capitule (Nfcap)

L'analyse statistique de ce paramètre au sein des trois sous-populations (Tab. 17, 18, 19) démontre des variations intra-sous-population très importantes ($p < 0.001$). Par contre, à l'échelle de la population globale (Tab. 20), les résultats extériorisés démontrent que ce paramètre ne varie que faiblement ($p > 0.05$).

L'expression des résultats moyens dégagés par les différentes sous-populations oscillent entre 4.38 et 4.50 fleurs par capitule. Les valeurs de nombre de fleurs par capitules émanant de l'ensemble des individus de la population fluctuent entre une maximale de 7 et une autre minimale de 3.

1.1.3.2.3 Longueur de capitule (Longcap)

Les résultats obtenus de l'étude statistique de ce paramètre démontrent des variations très importantes au sein de la sous-population 3 (Tab. 19), et à l'échelle de la population globale (Tab. 20). Ces résultats démontrent que ce paramètre ne varie que faiblement au sein des sous-populations 1 et 2 (Tab. 17, 18). En effet, les individus issus de la sous-population 3 présentent des variations très hautement significatives entre eux ($p < 0.001$). A l'inverse, au sein des deux autres sous-populations, les résultats extériorisés démontrent que ce paramètre ne varie que

faiblement ($p>0.05$). Au niveau de la population globale, les résultats obtenus révèlent une variation très significative ($p<0.01$).

L'expression des résultats moyens dégagés par les différentes sous-populations oscillent entre 3.76 et 3.98mm. Les valeurs de longueur de capitules émanant de l'ensemble des individus de la population fluctuent entre une maximale de 5.20mm et une autre minimale de 2.80mm.

1.1.3.2.4 Largeur de capitule (Largcap)

L'estimation de ce caractère à travers l'analyse statistique, démontre des variations d'expression très importantes au sein des différentes sous-populations et au niveau de la population globale. En effet, les individus issus des trois sous-populations (Tab. 17, 18, 19) ont inscrit des valeurs très différentes entre eux ($p<0.01$). L'analyse globale des données manifestées par l'ensemble des individus de la population (Tab. 20), révèle des variations significatives entre eux ($p<0,05$).

Concernant les résultats moyens dégagés, les différentes sous-populations 1, 2 et 3 ont inscrit respectivement des valeurs moyennes de 1.66mm, 1.79mm et 1.61mm.

A l'échelle de la population globale, la largeur de capitule oscille entre 1.18mm et 2.50mm.

Tableau 17 : Analyse de la variance du site3, sous-population 1. Effets significatifs marqués à $p < .05000$

Caractère	N obs	Moy	Min	Max	ET	CV %	F	P	Signification
Nfof	25	5.60	5.00	7.00	0.82	14.64	2.407407	0.083450	NS
Nfolf	25	17.48	10.00	35.00	5.49	31.41	7.151678	0.000958	S**
Distfo	25	1.49	0.71	2.63	0.52	34.90	0.687040	0.609329	NS
Distf	25	11.03	8.65	17.61	2.39	21.67	5.858191	0.002741	S*
Ncapax	50	2.90	1.00	9.00	2.25	77.59	8.507067	0.000034	S**
Nfcap	50	4.30	3.00	6.00	0.74	17.21	5.982659	0.000600	S**
Longcap	50	4.21	3.50	4.94	0.35	8.31	1.197357	0.342614	NS
Largcap	50	1.66	1.30	1.95	0.17	10.24	5.758594	0.002986	S*

Tableau 18 : Analyse de la variance du site 3, sous-population 2. Effets significatifs marqués à $p < .05000$

Caractère	N obs	Moy	Min	Max	ET	CV %	F	P	Signification
Nfof	25	5.32	5.00	7.00	0.63	11.84	2.86667	0.049968	S
Nfolf	25	19.20	13.00	41.00	6.32	32.92	2.54093	0.071760	NS
Distfo	25	1.71	0.33	4.60	0.99	57.89	11.14624	0.000064	S**
Distf	25	10.20	7.53	16.30	2.07	20.29	6.17155	0.002104	S*
Ncapax	50	3.70	1.00	11.00	3.00	81.08	6.60811	0.000285	S**
Nfcap	50	4.50	3.00	7.00	0.89	19.78	10.08621	0.000006	S**
Longcap	50	3.98	3.12	5.20	0.50	12.56	2.73390	0.057848	NS
Largcap	50	1.79	1.30	2.50	0.29	16.20	5.34029	0.004308	S*

Tableau 19 : Analyse de la variance du site 3, sous-population 3. Effets significatifs marqués à $p < .05000$

Caractère	N obs	Moy	Min	Max	ET	CV %	F	P	Signification
Nfof	25	5.76	5.00	7.00	0.93	16.15	4.17857	0.012777	S
Nfolf	25	22.68	11.00	47.00	9.18	40.48	5.30506	0.004446	S*
Distfo	25	1.11	0.42	2.74	0.63	56.76	5.64836	0.003285	S*
Distf	25	9.83	6.50	14.90	2.07	21.06	6.67334	0.001396	S*
Ncapax	50	7.38	1.00	15.00	3.15	42.68	2.47777	0.057435	NS
Nfcap	50	4.38	3.00	6.00	0.75	17.12	9.44702	0.000012	S**
Longcap	50	3.76	2.80	4.91	0.52	13.83	16.34707	0.000004	S**
Largcap	50	1.61	1.18	2.00	0.20	12.42	5.31012	0.004426	S*

Tableau 20 : Analyse de la variance de la population 3 (Oued Sdeur). Effets significatifs marqués à $p < .05000$

Caractère	N obs	Moy	Min	Max	ET	CV %	F	P	Signification
Nfof	75	5.56	5.00	7.00	0.81	14.57	1.94087	0.151018	NS
Nfolf	75	19.79	10.00	47.00	7.40	37.39	3.41083	0.038435	S
Distfo	75	1.43	0.33	4.60	0.77	53.85	4.19532	0.018905	S
Distf	75	10.35	6.50	17.61	2.21	21.35	1.98105	0.145371	NS
Ncapax	150	4.66	1.00	15.00	3.42	73.39	35.71705	0.000000	S**
Nfcap	150	4.39	3.00	7.00	0.79	18.00	0.80276	0.450045	NS
Longcap	150	3.98	2.80	5.20	0.50	12.56	5.79136	0.004653	S*
Largcap	150	1.69	1.18	2.50	0.23	13.61	4.70363	0.012025	S

1.1.4 Analyse inter-populations des caractères quantitatifs

Après l'étude des relations et des différences susceptibles d'exister entre les individus de la même station et entre les stations dans chaque population, nous allons essayer, dans cette partie, de cerner les différences ainsi que les relations qui peuvent exister entre les 03 populations (03 sites) pour les caractères retenus. Lorsqu'une différence significative est révélée entre les sites pour un caractère donné, l'ANOVA est complétée par le test de Newman-Keuls qui permet d'identifier le ou les site(s) qui diffère(nt) significativement des autres.

Les caractères analysés sont les mêmes étudiés dans les 03 sites

1.1.4.1 Stade végétatif

1.1.4.1.1 Nombre de folioles par feuille (Nfof)

L'étude statistique inter-populations de l'estimation de cette caractéristique, met en exergue des faibles variations dans l'expression de caractère (Tab.21). En effet, les résultats obtenus affichent une différence non significative entre les trois populations ($p > 0.05$). Révélant ainsi, une homogénéité entre les trois populations pour ce caractère.

La valeur moyenne de nombre de folioles par feuille obtenue des trois populations est de l'ordre de 5.44, avec un maximum de 8 et un minimum de 3

1.1.4.1.2 Nombre de foliolules par feuille (Nfolf)

L'analyse statistique inter-populations révèle une variabilité très importante entre les trois populations dans l'expression de ce caractère (Tab. 21). Les résultats obtenus affichent une différence très hautement significative entre les trois populations ($p < 0.001$).

Le test de Newman-Keuls (Tab. 22) montre l'existence de deux groupes homogènes, le premier groupe concerne les deux populations El-Mansab et la coopérative Yahiaoui, et le deuxième groupe celui de la population de Oued Sdeur.

La valeur moyenne de nombre de foliolules par feuille obtenue des trois populations est de l'ordre de 16.59, avec un maximum de 47 et un minimum de 5 foliolules par feuille.

1.1.4.1.3 Distance entre les folioles (Distfo)

L'étude statistique inter-populations expose une variabilité très importante à l'échelle des trois populations dans l'expression de ce paramètre (Tab. 21). En effet, les résultats obtenus de

l'analyse statistique affichent une différence très hautement significative entre les trois populations ($p < 0.001$).

Le test de Newman-Keuls (Tab. 22) mis en évidence l'existence de trois groupes homogènes représentant les trois populations objet de notre étude. Chaque population constitue un groupe différent par rapport aux autres.

La moyenne de distance entre les folioles observée au sein des trois populations est de l'ordre de 1.37mm, avec une valeur maximale de 4.60mm et autre minimale de 0.30mm

1.1.4.1.4 Distance entre les feuilles (Distf)

L'étude statistique des résultats obtenus de l'estimation de cette caractéristique, mis en exergue des variations inter-populations très importantes (Tab. 21). En effet, les résultats obtenus affichent une différence très hautement significative entre les trois populations ($p < 0.001$).

Le test de Newman-Keuls (Tab. 22) montre l'existence de trois groupes homogènes représentant les trois populations objet de notre étude. Chaque population constitue un groupe différent par rapport aux autres.

La moyenne de distance entre les feuilles observée est de 1.37mm, avec une valeur maximale de 17.61mm et autre minimale de 0.84mm

1.1.4.2 Stade floraison

1.1.4.2.1 Nombre de capitules par axe inflorescent (Ncapax)

L'étude statistique de ce paramètre révèle une variation inter-populations très importantes (Tab.21). En effet, les résultats obtenus affichent une différence très hautement significative entre les trois populations ($p < 0.001$).

Le test de Newman-Keuls (Tab. 22) mis en évidence l'existence de deux groupes homogènes, le premier groupe concerne la population de El-Mansab, et le deuxième groupe celui des autres populations (la coopérative Yahiaoui et Oued Sdeur).

La moyenne de nombre de capitules par axe inflorescent à l'échelle des trois populations est de 5.55 avec une valeur maximale de 23 et autre minimale de 1.

1.1.4.2.2 Nombre de fleurs par capitule (Nfcap)

Les résultats obtenus de l'étude statistique affichent une variation inter-populations très importantes (Tab. 21). En effet, ces résultats révèlent une différence très hautement significative entre les trois populations ($p < 0.001$).

Le test de Newman-Keuls (Tab. 22) mis en évidence l'existence de deux groupes homogènes, le premier groupe concerne les deux populations El-Mansab et Oued Sdeur, et le deuxième groupe celui de la coopérative Yahiaoui.

La moyenne de nombre de fleurs par capitules à l'échelle des trois populations est de 4.87 avec une valeur maximale de 10 et autre minimale de 2.

1.1.4.2.3 Longueur de capitule (Longcap)

L'étude statistique inter-populations (Tab. 21) révèle une différence très hautement significative entre les trois populations ($p < 0.001$).

Le test de Newman-Keuls (Tab. 22) a mis en évidence l'existence de trois groupes homogènes, représentant les trois populations objet de notre étude. Chaque population constitue un groupe différent par rapport aux autres.

La moyenne observée à l'échelle des trois populations est de 3.70mm avec un minimum de 2.34mm et un maximum de 5.20mm

1.1.4.2.4 Largeur de capitule (Largcap)

Les résultats extériorisés de l'étude statistique inter-populations de cette caractéristique (Tab. 21) affichent une différence très hautement significative entre les trois populations ($p < 0.001$).

Le test de Newman-Keuls (Tab. 22) démontre l'existence de deux groupes homogènes, le premier groupe concerne les deux populations de El-Mansab et Oued Sdeur, et le deuxième groupe celui de la coopérative Yahiaoui.

La moyenne observée à l'échelle des trois populations est de 1.77mm avec un minimum de 1.18mm et un maximum de 2.62mm

Tableau 21 : Analyse de la variance des trois populations. Effets significatifs marqués à $p < 0.05000$

Caractère	N obs	Moy	Min	Max	ET	CV %	F	P	Signification
Nfof	240	5.44	3.00	8.00	0.78	14.34	1.7290	0.179687	NS
Nfolf	240	16.59	5.00	47.00	5.23	31.53	24.8218	0.000000	S**
Distfo	240	1.37	0.30	4.60	0.71	51.82	23.6173	0.000000	S**
Distf	240	7.47	0.84	17.61	3.03	40.56	163.3195	0.000000	S**
Ncapax	450	5.55	1.00	23.00	4.29	77.30	8.56913	0.000223	S**
Nfcap	450	4.87	2.00	10.00	1.30	26.69	99.31262	0.000000	S**
Longcap	450	3.70	2.34	5.20	0.48	12.97	38.67033	0.000000	S**
Largcap	450	1.77	1.18	2.62	0.26	14.69	25.14831	0.000000	S**

Tableau 22 : Résultats du test de Newman-keuls

Caractère \ Site	Site 1 (El-Mansab)	Site 2 (Ain-Oussera)	Site 3 (Oued Sdeur)
Nfof	/	/	/
Nfolf	A	A	B
Distfo	A	B	C
Distf	A	B	C
Ncapax	A	B	B
Nfcap	A	B	A
Longcap	A	B	C
Largcap	A	B	A

1.2 Analyse intra-population des caractères qualitatifs

Cette partie de l'étude morphologique est consacrée aux caractéristiques végétatives et reproductrices d'ordre qualitatif. L'analyse des fréquences, comme méthode statistique employée, nous a permis d'établir les niveaux de variabilités de ces caractères au sein, des sous-populations et populations concernées par ces analyses.

1.2.1 Site 1 : El-Mansab

1.2.1.1 Stade végétatif

1.2.1.1.1 Couleur des feuilles (Cf)

L'étude des résultats obtenus affiche des variations notables pour cette caractéristique au sein des différentes sous-populations et populations. L'importance de cette variabilité se justifie à travers l'analyse des fréquences, méthode statistique adoptée pour le groupe des paramètres qualitatifs.

La fréquence d'apparition des différentes couleurs au niveau des sous-populations (Tab. 23) indique qu'à l'échelle de la première, 60 % des individus manifestent une couleur verte intermédiaire, 30% verte claire et 10% présentent des feuilles vert foncée.

Pour la deuxième sous-population, les pourcentages sont de l'ordre de 40% pour le vert intermédiaire, 40% vert clair et 20% vert foncé. Les couleurs des feuilles semblent être équitablement représentées au sein de la sous-population 3, avec une fréquence de 33.33 % pour chacune d'elles.

L'estimation des taux de variations de la couleur des feuilles au niveau de la population (Tab.24), démontre également une divergence dans leurs fréquences d'apparition. Cependant, 50% des individus sont porteurs de feuillage d'une couleur verte intermédiaire, 33% ayant des feuilles de couleur vert clair et 16.66% restant manifestent une couleur vert foncée.

1.2.1.1.2 Mode de disposition des folioles sur la feuille (Mdfof)

L'étude statistique de cette caractéristique révèle une faible hétérogénéité au sein des différentes sous-populations (Tab. 23), et populations (Tab. 24). Les résultats de la fréquence d'apparition de cette caractéristique démontrent une prédominance de la variante « Opposé » pour un pourcentage d'individus varie entre 90% au niveau de la sous-population 1 et 100% pour les deux autres sous-populations.

Ces résultats démontrent que cette caractéristique est moins variable sur les trois stations étudiés.

A l'échelle de la population globale, L'analyse de fréquence, affiche une prédominance de la variante « Opposé » par rapport à celle « Alterné ». En effet, 94.44 % des individus de cette population ont la disposition des folioles sur la feuille en mode opposé contre 5.55 % en mode alterné.

1.2.1.1.3 Mode de répartition des folioles sur la feuille (Mrfof)

L'estimation de ce caractère à travers l'analyse statistique démontre une faible hétérogénéité entre les individus issus des différentes sous-populations (Tab. 23), et au sein de la population (Tab. 24). Les résultats obtenus de la fréquence d'apparition de cette caractéristique démontrent une prédominance de la variante « Longf » par des pourcentages de 100% au niveau de la sous-population 2, 90 % au niveau de la sous-population 1, et 66.66% au niveau de la sous-population 3.

A l'échelle de la population globale, L'analyse de fréquence montre une prédominance de la variante « Longf » par rapport à celle « Extf ». En effet, 88.88% des individus de cette population ont la répartition des folioles sur le long de la feuille contre 11.11% des individus dont la répartition des folioles est l'extrémité de la feuille.

1.2.1.1.4 Mode de disposition des feuilles sur le rameau (Mdfr)

L'estimation de ce caractère à travers les trois sous-populations (Tab. 23), et à l'échelle de la population (Tab. 24), affiche une homogénéité absolue de l'ensemble des individus dans l'expression de ce caractère. Les résultats de la fréquence d'apparition de cette caractéristique démontrent une prédominance absolue de la variante « Alt » par rapport à celle « Opposé ». En effet, tous les individus de la population présentent une même disposition des feuilles sur le rameau en mode alterné, révélant.

1.2.1.2 Stade floraison

1.2.1.2.1 Mode d'insertion de la corolle sur l'ovaire (Miscov)

L'étude des résultats obtenus révèle une homogénéité des individus au sein des différentes sous-populations (Tab. 23) et populations (Tab. 24) pour cette caractéristique. En effet, la fréquence d'apparition de cette caractéristique démontre une prédominance absolue de la

variante « Oblique » par rapport à la variante « Verticale » dans les 03 sous-populations et à l'échelle de la population globale.

1.2.1.2.2 Niveau d'insertion des étamines par rapport à l'ovaire (Niétov)

L'analyse statistique de ce caractère révèle une faible hétérogénéité entre les individus au sein de cette population. Les résultats extériorisés de la fréquence d'apparition de cette caractéristique au niveau des sous-populations (Tab. 23), démontrent une prédominance absolue de la variante « Haut » par rapport à celle « Bas » au niveau des sous-populations 2 et 3. Pour la sous-population 1, les résultats démontrent une hétérogénéité entre les individus pour ce caractère par un pourcentage de 60% pour la variante « Bas » contre 40% de la variante « Haut ».

Au niveau de la population (Tab. 24), l'analyse de fréquence extériorise un pourcentage de 80% pour la variante « Haut » contre 20% pour la variante « Bas ».

Tableau 23 : Fréquence d'apparition des caractères qualitatifs au niveau des 03 sous-populations du site 1 (El-Mansab)

Caractère	Variante	Sous-population 1		Sous-population 2		Sous-population 3	
		Fréq.	%	Fréq.		Fréq.	%
Cf	V. foncé	1	10	1	20	1	33.33
	V. inter	6	60	2	40	1	33.33
	V. clair	3	30	2	40	1	33.33
Obs.		10	100	5	100	3	100
Mdf	Op	9	90	5	100	3	100
	Alt	1	10	00	00	00	00
Obs.		10	100	5	100	3	100
Mrfof	Longf	9	90	5	100	2	66.66
	Extf	1	10	00	100	1	33.33
Obs.		10	100	5	100	3	100
Mdfr	Op	00	0	00	0	00	0
	Alt	10	100	25	100	15	100
Obs.		10	100	5	100	3	100
Miscov	Obl	5	100	5	100	5	100
	Verti	0	00	0	00	0	00
Obs.		5	100	5	100	5	100
NiétoV	Haut	2	40	5	100	5	100
	Bas	3	60	0	00	0	00
Obs.		5	100	5	100	5	100

Tableau 24 : Fréquence d'apparition des caractères qualitatifs au niveau de la population de El-Mansab (Site1)

Caractère	Variante	Obs	Fréquence	%
Cf	V. foncé	18	3	16.66
	V. inter		9	50.00
	V. clair		6	33.33
Mdf	Op	18	17	94.44
	Alt		1	05.55
Mrfof	Longf	18	16	88.88
	Extf		2	11.11
Mdfr	Op	15	0	00
	Alt		18	100
Miscov	Obl	15	15	100
	Verti		0	00
NiétoV	Haut	15	12	80
	Bas		3	20

1.2.2 Site 2 : Coopérative Yahiaoui (Ain Oussera)

1.2.2.1 Stade Végétatif

1.2.2.1.1 Couleur des feuilles (Cf)

La première observation que nous pouvons constater dans l'analyse de fréquence d'apparition des couleurs au niveau des sous-populations (Tab. 25) est l'absence de la couleur du vert foncé des trois sous-populations étudiées. En effet, l'analyse des résultats des deux couleurs restantes au niveau des sous-populations 1 et 3 montre une prédominance de la couleur du vert clair par un pourcentage d'individus de 80% contre 20% d'individus de couleur intermédiaire. Au niveau la sous-population 2, l'analyse ne montre pas une prédominance de l'une des deux couleurs par rapport à l'autre. Le pourcentage observé des individus de couleur clair est de 60% contre 40% d'individus de couleur vert intermédiaire.

A l'échelle de la population (Tab. 26), les résultats dégagés nous permettent d'observer, en plus de l'absence de la couleur du vert foncé, une légère prédominance de la couleur du vert clair (73.33%) par rapport à la couleur du vert intermédiaire (26.66%), indiquant une faible hétérogénéité entre les individus pour ce caractère.

1.2.2.1.2 Mode de disposition des folioles sur la feuille (Mdfof)

L'estimation de ce caractère par l'analyse statistique, affiche une faible variation entre les individus au sein des sous-populations (Tab. 25), et à l'échelle de la population (Tab. 26). Les résultats extériorisés des sous-populations démontrent une prédominance de la variante « Opposé » pour un pourcentage d'individus varie entre 80% au niveau des sous-populations 2 et 3 et 100% au sein de la sous-population 1.

A l'échelle de la population globale, les résultats révèlent une prédominance de la variante « Opposé » par rapport à celle « Alterné » par un pourcentage de 86.66% contre 13.33 % en mode alterné. Ces résultats résumant une faible hétérogénéité au sein de cette population pour ce caractère.

1.2.2.1.3 Mode de répartition des folioles sur la feuille (Mrfof)

L'étude statistique démontre une différence remarquable entre les 03 sous-populations dans l'expression de cette caractéristique (Tab. 25). En effet, les résultats obtenus affichent une prédominance absolue de la variant « Longf » au niveau des sous-populations 1 et 3, contre une prédominance absolue de la variante « Extf » au niveau de la sous-population 2.

A l'échelle de la population globale (Tab. 26), l'analyse de la fréquence d'apparition de cette caractéristique ne montre pas une prédominance de l'une ou de l'autre des deux variantes. En effet, 66.66 % des individus de cette population ont la répartition des folioles sur l'extrémité de la feuille (Extf), contre 33.33 % d'individus dont la répartition des folioles est sur le long de la feuille (Longf). Ces résultats révèlent une hétérogénéité entre les individus de cette population pour ce caractère.

1.2.2.1.4 Mode de disposition des feuilles sur le rameau (Mdfr)

L'évaluation de ce paramètre à travers l'analyse statistique dévoile une homogénéité absolue entre les individus au sein des sous-populations (Tab. 25), et à l'échelle de la population globale (Tab. 26). En effet, tous les individus présentent une même disposition des feuilles sur le rameau en mode alterné, révélant, ainsi, une homogénéité de cette population pour ce caractère.

1.2.2.2 Stade floraison

1.2.2.2.1 Mode d'insertion de la corolle sur l'ovaire (Miscov)

L'étude de ce paramètre au niveau des sous-populations (Tab. 25), et à l'échelle de la population (Tab), affiche une faible variation d'expression entre les individus. En effet, les résultats de la fréquence révèlent une prédominance de la variante « Oblique » par rapport à la variante « Verticale » par un pourcentage d'individus de 100% au niveau des sous-populations 2 et 3, et 80% au niveau de la sous-population 1.

A l'échelle de la population globale (Tab. 26), les résultats démontrent une faible hétérogénéité entre les individus pour ce caractère, par une forte prédominance des individus porteurs d'une insertion oblique de la corolle sur l'ovaire (93.33%) contre ceux porteurs d'une insertion verticale (6.66%).

1.2.2.2.2 Niveau d'insertion des étamines par rapport à l'ovaire (Niétov)

L'estimation de l'expression cette caractéristique révèle une faible hétérogénéité au sein des sous-populations (Tab. 25), et une hétérogénéité moyenne à l'échelle de la population globale. En effet, au niveau des sous-populations, les résultats obtenus montrent une prédominance de la variante « Bas » par rapport à la variante « Haut » par un pourcentage d'individus de 100% au niveau de la sous-population 3, et 60% au niveau de la sous-population 1. Cependant, au niveau de la sous-population 2, il est observé une prédominance de la variante

« Haut » par un pourcentage d'individus de 60%.

A l'échelle de la population globale (Tab. 26), les résultats obtenus affichent un pourcentage de 66.66% pour la variante « Bas » contre 20% pour la variante « Haut ».

Tableau 25 : Fréquence d'apparition des caractères qualitatifs au niveau des 03 sous-populations du site 2 (coopérative Yahiaoui)

Caractère	Variante	Sous-population 1		Sous-population 2		Sous-population 3	
		Fréq.	%	Fréq.		Fréq.	%
Cf	V. foncé	0	00	0	00	0	00
	V. inter	1	20	2	40	1	20
	V. clair	4	80	3	60	4	80
Obs.		5	100	5	100	5	100
Mdfof	Op	5	100	4	80	4	80
	Alt	0	00	1	20	1	20
Obs.		5	100	5	100	5	100
Mrfof	Longf	0	00	5	100	0	00
	Extf	5	100	0	00	5	100
Obs.		5	100	5	100	5	100
Mdfr	Op	0	00	0	00	0	00
	Alt	5	100	5	100	5	100
Obs.		5	100	5	100	5	100
Miscov	Obl	4	80	5	100	5	100
	Verti	1	20	0	00	0	00
Obs.		5	100	5	100	5	100
NiétoV	Haut	2	40	3	60	0	00
	Bas	3	60	2	40	5	100
Obs.		5	100	5	100	5	100

Tableau 26 : Fréquence d'apparition des caractères qualitatifs au niveau de la population de la coopérative Yahiaoui (Site 2)

Caractère	Variante	Obs	Fréquence	%
Cf	V. foncé	15	0	00
	V. inter		4	26.66
	V. clair		11	73.33
Mdfof	Op	15	13	86.66
	Alt		2	13.33
Mrfof	Longf	15	5	33.33
	Extf		10	66.66
Mdfr	Op	15	0	00
	Alt		15	100
Miscov	Obl	15	14	93.33
	Verti		1	6.66
NiétoV	Haut	15	5	33.33
	Bas		10	66.66

1.2.3 Site 3 : Oued Sdeur

1.2.3.1 Stade végétatif

1.2.3.1.1 Couleur des feuilles (Cf)

L'examen de l'expression de ce paramètre à travers l'analyse statistique révèle une forte hétérogénéité entre les individus au sein des sous-populations (Tab. 27), et à l'échelle de la population globale (Tab. 28). En effet, les résultats obtenus de l'analyse de la fréquence d'apparition de cette caractéristique indiquent une présence significative des trois couleurs au niveau des trois sous-populations étudiées avec des pourcentages différents. La répartition des pourcentages des couleurs au niveau de la sous-population 1 est de 40% pour le vert intermédiaire, 40% pour le vert clair et 20% pour le vert foncé. Pour la sous-population 2, les pourcentages sont de 60% vert intermédiaire, 40% vert clair et 40% vert foncé. Au sein de la sous-population 3, les pourcentages sont de 60% vert foncé, 20% vert intermédiaire et 20% vert clair.

A l'échelle de la population, les résultats obtenus affichent un pourcentage de 40% des individus porteurs de la couleur vert intermédiaire, 33.33% vert foncé et 26.66% vert clair.

1.2.3.1.2 Mode de disposition des folioles sur la feuille (Mdfof)

L'estimation d'expression de cette caractéristique au niveau de la population démontre une faible hétérogénéité entre les individus. En effet, les résultats obtenus au sein des sous-populations (Tab. 27) révèlent une prédominance absolue de la variante « Opposé » au niveau des sous-populations 2 et 3, contre une prédominance de la variante « Alterné » au niveau de la sous-population 1 pour un pourcentage d'individus de 60%.

Au niveau du site, l'analyse de fréquence intra-population de cette caractéristique (Tab. 28) indique une prédominance de la variante « Opposé » par rapport à celle « Alterné ». En effet, 80% des individus de cette population ont la disposition des folioles sur la feuille en mode opposé contre 20% en mode alterné. Ces résultats montrent une faible hétérogénéité entre les individus de cette population pour ce caractère.

1.2.3.1.3 Mode de répartition des folioles sur la feuille (Mrfof)

L'évaluation d'expression de ce caractère, révèle une forte variation intra-population. Cependant, au sein des sous-populations, les résultats obtenus affichent une prédominance absolue de la variante « Extf » au niveau de la sous-population3 (Tab. 27), contre une

prédominance de la variante «Longft» au niveau des sous-populations 1 et 2, avec des pourcentages d'individus respectivement 80% et 60%.

Au niveau du site, l'analyse de la fréquence d'apparition de cette caractéristique (Tab. 28) ne montrant pas une prédominance de l'une ou de l'autre variante. En effet, 53.33% des individus de cette population présentent une répartition des folioles sur l'extrémité de la feuille (Extf), contre 46.66% d'individus dont la répartition des folioles est sur le long de la feuille (Longf).

1.2.3.1.4 Mode de disposition des feuilles sur le rameau (Mdf)

L'analyse de la fréquence d'apparition au niveau des sous-populations (Tab. 27), et à l'échelle de la population affiche une faible variation entre les individus pour ce caractère. En effet, les résultats obtenus montrent une prédominance de la variante « Alterné » par rapport à la variante « Opposé » par un pourcentage d'individus de 100% au niveau des sous-populations 1 et 2, et 60% au niveau de la sous-population 3.

A l'échelle de la population globale (Tab. 28), les résultats démontrent une faible hétérogénéité entre les individus pour ce caractère par une forte prédominance (86.66%) de la variante « Alterné » par rapport à celle « Opposé ». Ces résultats indiquent une faible hétérogénéité entre les individus de cette population pour ce caractère.

1.2.3.2 Stade floraison

1.2.3.2.1 Mode d'insertion de la corolle sur l'ovaire (Miscov)

L'estimation de ce caractère au niveau des sous-populations (Tab. 27), et à l'échelle de la population (Tab. 28) affiche une faible variation entre les individus pour ce caractère. En effet, les résultats obtenus démontrent une prédominance de la variante « Oblique » par rapport à la variante « Verticale » par un pourcentage d'individus de 100% au niveau des sous-populations 3, et 80% au niveau des sous-populations 1 et 2.

A l'échelle de la population globale, les résultats dévoilent une faible hétérogénéité entre les individus pour ce caractère, par une forte prédominance (86.66%) de la variante « Oblique » par rapport à celle « Alterné ». Ces résultats indiquent une faible hétérogénéité entre les individus de cette population pour ce caractère.

1.2.3.2.1 Niveau d'insertion des étamines par rapport à l'ovaire (Niétov)

L'étude statistique au sein des sous-populations (Tab. 27) affiche une prédominance de la variante «Haut» par rapport à la variante « Bas » par un pourcentage d'individus de 80% au niveau de la sous-population 1, et 60% au niveau de la sous-population 3. Cependant, au niveau de la sous-population 2, il est observé une prédominance de la variante « Bas » par un pourcentage d'individus de 60%.

A l'échelle de la population globale (Tab. 28), les résultats révèlent une forte hétérogénéité entre les individus de cette population vis-à-vis de ce caractère avec des pourcentages de 60% pour la variante « Haut » contre 40% pour la variante « Bas ».

Tableau 27 : Fréquence d'apparition des caractères qualitatifs au niveau des 03 sous-populations du site 3 (Oued Sdeur)

Caractère	Variante	Sous-population 1		Sous-population 2		Sous-population 3	
		Fréq.	%	Fréq.	%	Fréq.	%
Cf	V. foncé	1	20	1	20	3	60
	V. inter	2	40	3	60	1	20
	V. clair	1	20	1	20	3	60
Obs.		5	100	5	100	5	100
Mdfof	Op	2	40	1	20	1	20
	Alt	2	40	5	100	5	100
Obs.		5	100	5	100	5	100
Mrfof	Longf	4	80	3	60	0	00
	Extf	1	20	2	40	5	100
Obs.		5	100	5	100	5	100
Mdfr	Op	0	00	0	00	2	40
	Alt	5	100	5	100	3	60
Obs.		5	100	5	100	5	100
Miscov	Obl	4	80	4	80	5	100
	Verti	1	20	1	20	0	00
Obs.		5	100	5	100	5	100
NiétoV	Haut	4	80	2	40	3	60
	Bas	1	20	3	60	2	40
Obs.		5	100	5	100	5	100

Tableau 28 : Fréquence d'apparition des caractères qualitatifs au niveau de la population de Oued Sdeur (Site 3)

Caractère	Variante	Obs	Fréquence	%
Cf	V. foncé	15	5	33.33
	V. inter		6	40
	V. clair		4	26.66
Mdfof	Op	15	12	80
	Alt		3	20
Mrfof	Longf	15	7	46.66
	Extf		8	53.33
Mdfr	Op	15	2	13.33
	Alt		13	86.66
Miscov	Obl	15	13	86.66
	Verti		2	13.33
NiétoV	Haut	15	9	60
	Bas		6	40

1.2.4 Analyse inter-populations des caractères qualitatifs

1.2.4.1 Stade végétatif

1.2.4.1.1 Couleur des feuilles (Cf)

L'étude inter-populations de ce paramètre, révèle une forte hétérogénéité entre les trois populations dans l'expression de la couleur des feuilles (Tab. 29). Pour les trois couleurs étudiées, les résultats dégagés ne montrent pas une prédominance d'une couleur particulière. En effet, sur les 48 individus observés, 21 individus sont porteurs de la couleur vert clair pour un pourcentage de 43.75%, 19 individus de couleur vert intermédiaire, pour un pourcentage de 39.58 %, et 08 individus de couleur vert foncé pour un pourcentage de 16.66% (Fig. 16).

1.2.4.1.2 Mode de disposition des folioles sur la feuille (Mdfof)

L'estimation inter-populations de cette caractéristique, dévoile une faible variation dans l'expression de ce caractère. En effet, les résultats obtenus de la fréquence d'apparition de cette caractéristique au niveau des trois populations (Tab. 29) montrent une prédominance des individus porteurs des folioles en mode de disposition sur la feuille « Opposé » par un pourcentage de 87.50% contre 12.50%, en mode de disposition « Alterné » (Fig. 17).

1.2.4.1.3 Mode de répartition des folioles sur la feuille (Mrfof)

L'évaluation inter-populations de l'expression de ce paramètre, met en exergue une hétérogénéité très importante entre les trois populations (Tab. 29). Les résultats obtenus de la fréquence d'appariation de ce caractère ne montrent pas une prédominance d'une variante particulière parmi les deux variantes étudiés. En effet, 58.33% des individus présentent une répartition des folioles sur le long de la feuille, contre 41.66% dont la répartition est à l'extrémité de la feuille (Fig. 18).

1.2.4.1.4 Mode de disposition des feuilles sur le rameau (Mdfr)

L'étude statistique inter-populations de ce caractère (Tab. 29) montre une très faible hétérogénéité d'expression. En effet, 95.83% des individus issus des trois populations présentent une disposition des feuilles sur le rameau en mode alterné, contre 4.16% mode opposé (Fig. 19).

1.2.4.2 Stade floraison

1.2.4.2.1 Mode d'insertion de la corolle sur l'ovaire (Miscov)

L'évaluation de la variabilité inter-populations de ce caractère à travers sa fréquence d'apparition (Tab. 29) met en exergue une faible hétérogénéité entre les individus issus des trois populations. En effet, les résultats obtenus révèlent une prédominance de la variante « Oblique » par rapport à celle « Verticale » par un pourcentage d'individus de 93.33% contre 6.66% d'individus dont l'insertion de la corolle sur l'ovaire est verticale (Fig. 20).

1.2.4.2.2 Niveau d'insertion des étamines par rapport à l'ovaire (Niétov)

L'étude de la fréquence d'apparition de cette caractéristique au niveau des trois populations (Tab. 29) affiche une variation importante entre les individus dans l'expression de ce caractère. Les résultats obtenus ne montrent pas une prédominance d'une variante particulière parmi les deux variantes étudiés. En effet, 57.77% des individus étudiés présentent une insertion des étamines en haut de l'ovaire, contre 42.22% dont l'insertion des étamines est en bas de l'ovaire.

Tableau 29 : Fréquence d'apparition des caractères qualitatifs au niveau des 03 populations

Caractère	Variante	Obs	Fréquence	%
Cf	V. foncé	48	8	16.66
	V. inter		19	39.58
	V. clair		21	43.75
Mdfof	Op	48	42	87.50
	Alt		6	12.50
Mrfof	Longf	48	28	58.33
	Extf		20	41.66
Mdfr	Op	48	2	4.16
	Alt		46	95.83
Miscov	Obl	45	42	93.33
	Verti		3	6.66
NiétoV	Haut	45	26	57.77
	Bas		19	42.22



Figure 16 : Polymorphisme de la couleur des feuilles d'*Artemisia herba-alba* Asso



Figure 17 : Mode de disposition alterné et opposé des folioles sur la feuille

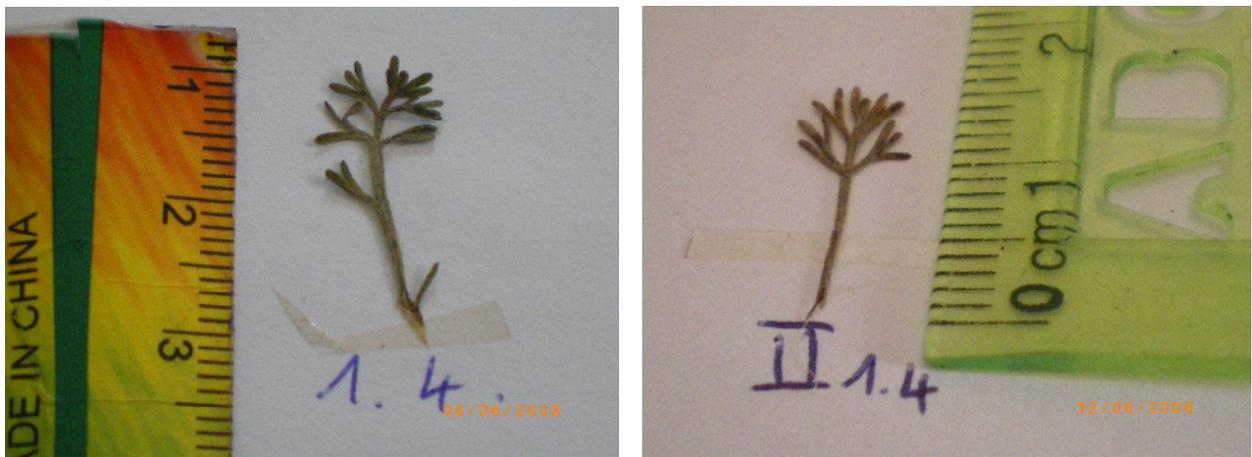


Figure 18 : Mode de répartition des folioles sur la feuille (le long à gauche et à l'extrémité à droite)



Figure 19 : Mode de disposition alternée des feuilles sur le rameau



Figure 20 : Mode d'insertion (oblique et verticale) de la corolle sur l'ovaire



Figure 21 : Rameau inflorescent (à gauche) et capitule (à droite) d'*Artemisia herba-laba*

1.3 Analyse des caractères morphologiques par la classification ascendante hiérarchique (CAH)

1.3.1 Stade végétatif

Le dendrogramme réalisé pour les 48 individus étudiés (Fig.22) permet de visualiser la position relative des individus au sein de chaque population dans les 3 sites étudiés.

L'analyse du dendrogramme permet de distinguer, pour la distance d'agrégation 2, 13 groupes distincts.

Le premier groupe comprend essentiellement des individus issus du site El-Mansab, avec un seul (individu19) provenant de la localité d'Ain Oussera (Site de la coopérative Yahiaoui). Ces résultats démontrent l'existence d'une variabilité inter-populations assez prononcée. Les paramètres choisis seraient d'une forte héritabilité, ce qui minimise l'impact de l'environnement sur l'expression de ces caractéristiques morphologiques foliaires et par conséquent consolide une forte implication de la variabilité génétique pour expliquer ce polymorphisme.

Le deuxième groupe comprend 20 individus dont 15 individus appartiennent au site 2 et le reste au site 3. Ceci indique une certaine similitude d'expression phénotypique de ces paramètres morphologiques entre certains individus des populations issus des deux sites évoqués précédemment. Les ressemblances écologiques entre les sites seraient à l'origine des faibles amplitudes constatées pour ces paramètres.

Les groupes, 3, 4 et 5 contiennent 5 individus, appartenant tous au site 1. Ceci confirme également l'existence d'une variabilité intra-population pour ces caractères. En excluant toute variabilité environnementale, ces variations s'expliqueraient à travers des variations de structures ou de fonctionnements génétiques.

Enfin, les 10 groupes restants contiennent tous un individu pour chacun issu du site 3, à l'exception d'un seul qui comprend un individu du site 2. Ce résultat démontre la supériorité du niveau de la variabilité morphologique de la population du site de Oued Sdeur par rapport à celui issus des deux autres sites.

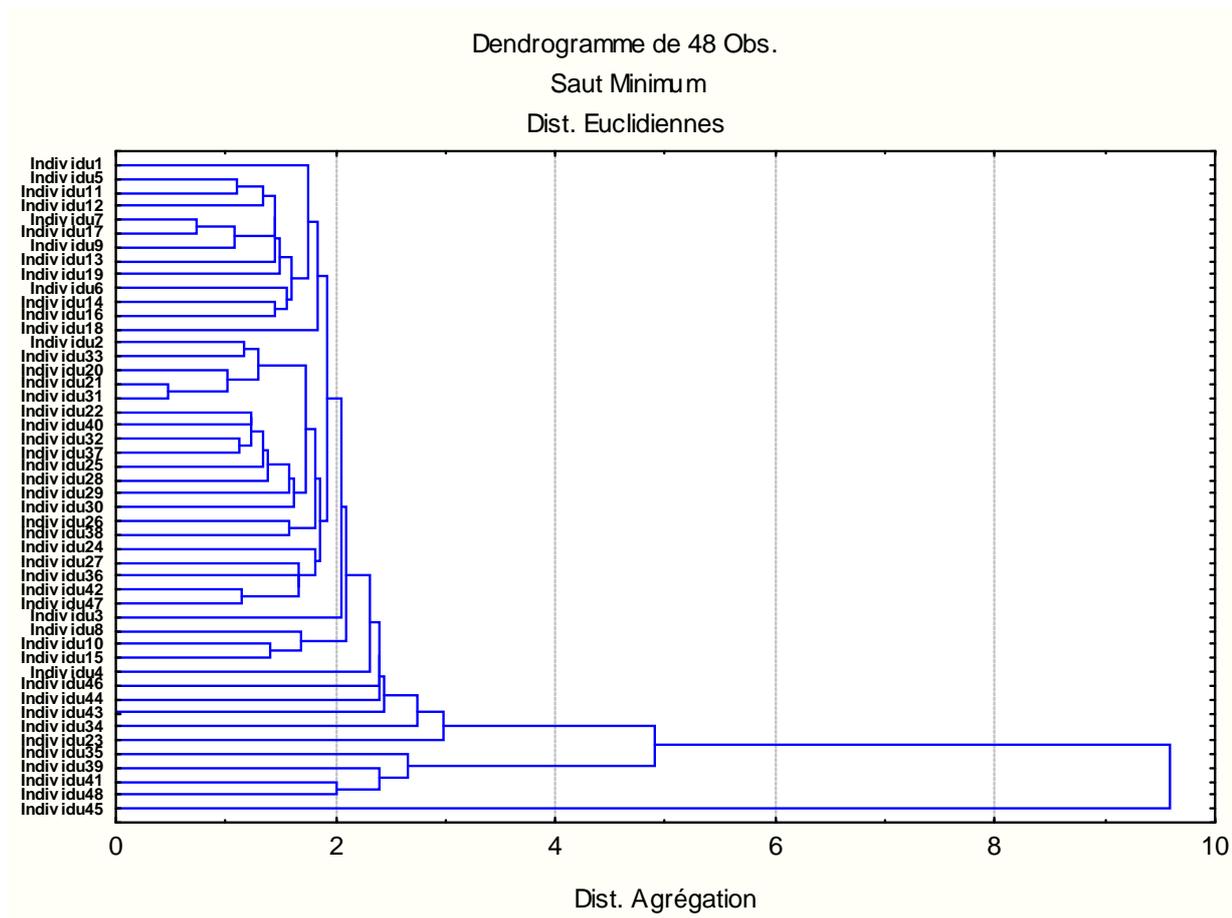


Figure 22 : Dendrogramme de 48 individus issus des trois sites sur la base des paramètres morphologiques du stade végétatif.

1.3.2 Stade floraison

L'étude du dendrogramme obtenue par l'établissement de la classification hiérarchisée (Fig. 23), confirme la variabilité intra et inter-populations constatée dans les analyses statistiques réalisées précédemment dans ce travail. La classification, incluant l'ensemble des individus issus des trois sites concernés par cette étude, démontre que ces derniers se divergent en neuf groupes distincts. Cette distinction s'est réalisée indifféremment des origines (sites de prélèvement) des individus. Ceci indique que les différences et les similitudes d'expression des différents paramètres floraux, caractérisant la variabilité des différentes accessions ne sont que faiblement conditionnées par la répartition géographique des individus.

Les individus concernés par l'évaluation de cette variabilité se collectionnent en neuf groupes distincts.

Dans un premier groupe s'assemblent 13 individus, représentant les trois sites d'observations. Dans ce groupe les individus issus de Oued Sdeur sont les plus représentatifs avec un taux de 54%, suivis indistinctement des individus des deux autres sites avec un taux de 23% chacun.

Un second groupe rassemblant le nombre d'individus le plus élevé (23 individus) parmi l'ensemble. Il se distingue par une hétérogénéité plus accentuée, en comparaison avec le reste des groupes. Il rassemble 9 individus (39%) du site El-Mansab, 7 autres (30%) du site de la coopérative Yahiaoui et les sept individus (30%) restants sont issus de Oued Sdeur.

Deux autres groupes regroupent, uniquement chacun deux individus. Pour l'un, les deux individus sont issus de la coopérative Yahiaoui et l'autre se compose d'un seul individu d'El-Mansab et un autre de Oued Sdeur.

Enfin cinq autres groupes contiennent chacun un seul individu dont les uns représentent des accessions d'El-Mansab et d'autres ceux de la coopérative Yahiaoui.

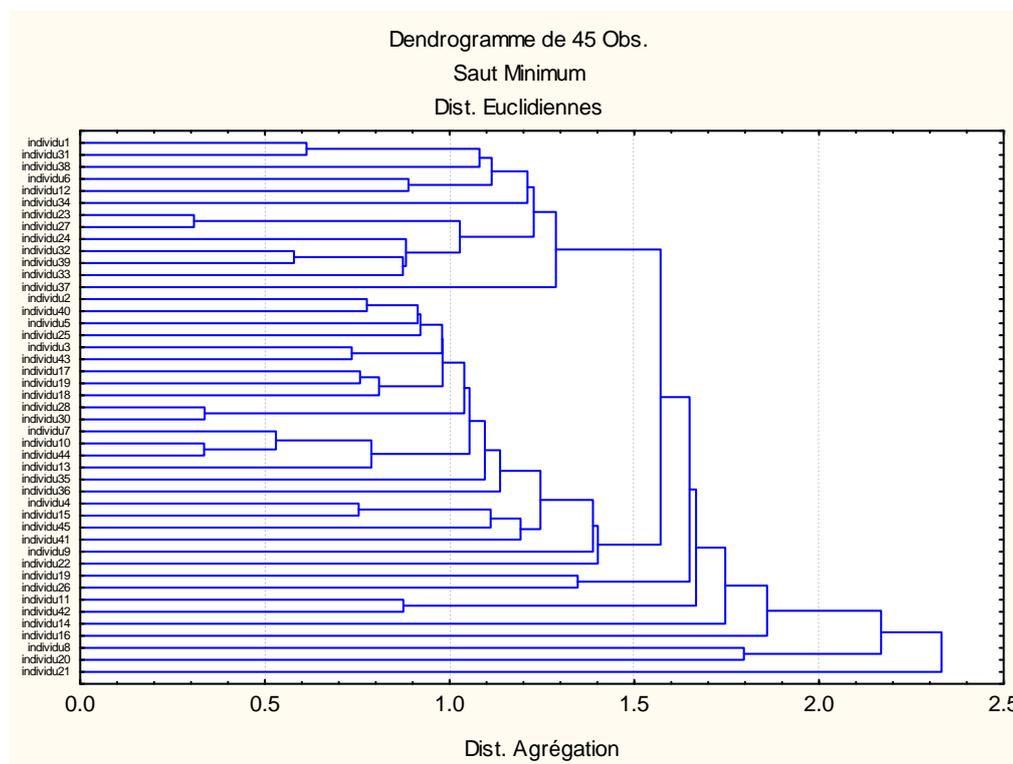


Figure 23 : Dendrogramme de 45 individus issus des trois sites sur la base des paramètres morphologiques du stade floraison.

2. Résultats du marqueur moléculaire

L'analyse des résultats obtenus de l'étude du marqueur moléculaire démontre que les bandes révélées chez les différents individus sont de tailles différentes. En effet, les individus analysés présentent une variabilité génétique très marquée, prouvée par un peuplement d'amplifiés de 47 bandes de tailles différentes. Les tailles de ces dernières vacillent entre des valeurs de 704 et 17348 paires de bases.

Les valeurs obtenues indiquent que ce nombre se répartit à travers 13 bandes ayant des tailles de valeurs supérieures à 10000 paires de bases, 33 bandes présentent des valeurs vacillant entre 1172 et 6968 paires de bases. Enfin une seule bande a dévoilé une taille d'une valeur inférieure à 1000 paires de bases.

Les résultats obtenus de la réalisation de cet essai indiquent que l'espèce *Artemisia herba alba* est caractérisée par une richesse génétique très marquée. Ceci se prouve à travers les données obtenues par la réalisation d'ISSR comme marqueur génétique (Fig. 24).

Le travail réalisé sur un échantillon de 18 individus prospectés au niveau de la région de Ain El-Ibel (Site Oued Sdeur) indique que cette population est très polymorphe pour ce marqueur.

La classification des individus en utilisant le critère du marqueur ISSR comme critère de divergence génétique (Fig. 25) révèle l'existence de 14 groupes distincts. Ainsi, tous les individus se constituent en groupes différents, sauf les individus 5, 6, 13, 14 et 15 qui présentent une similitude génétique et se distinguent ainsi en un groupe homogène.

La variabilité génétique ainsi démontrée s'expliquerait essentiellement par les mutations spontanées affectant cette espèce. Le brassage génétique résultant du mode de reproduction de cette espèce serait également une cause explicative de la variabilité génétique constatée, et du polymorphisme morphologique déterminée dans les essais précédents de ce travail et traitant les variabilités des organes végétatifs et reproducteurs.

La variabilité estimée au sein de cette population divulguerait évidemment une autre plus accentuée à travers les différents espaces peuplés par cette espèce.

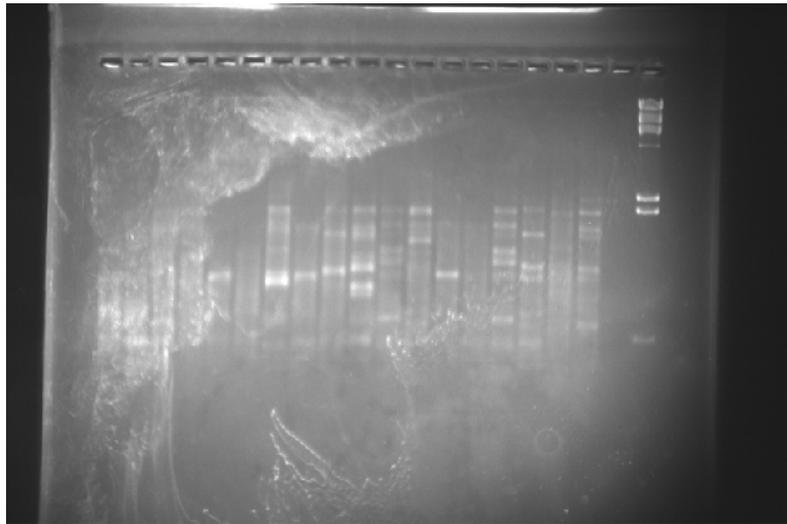


Figure 24 : Bandes d'amplification ISSR des 18 individus d'*Artemisia herba-alba* Asso

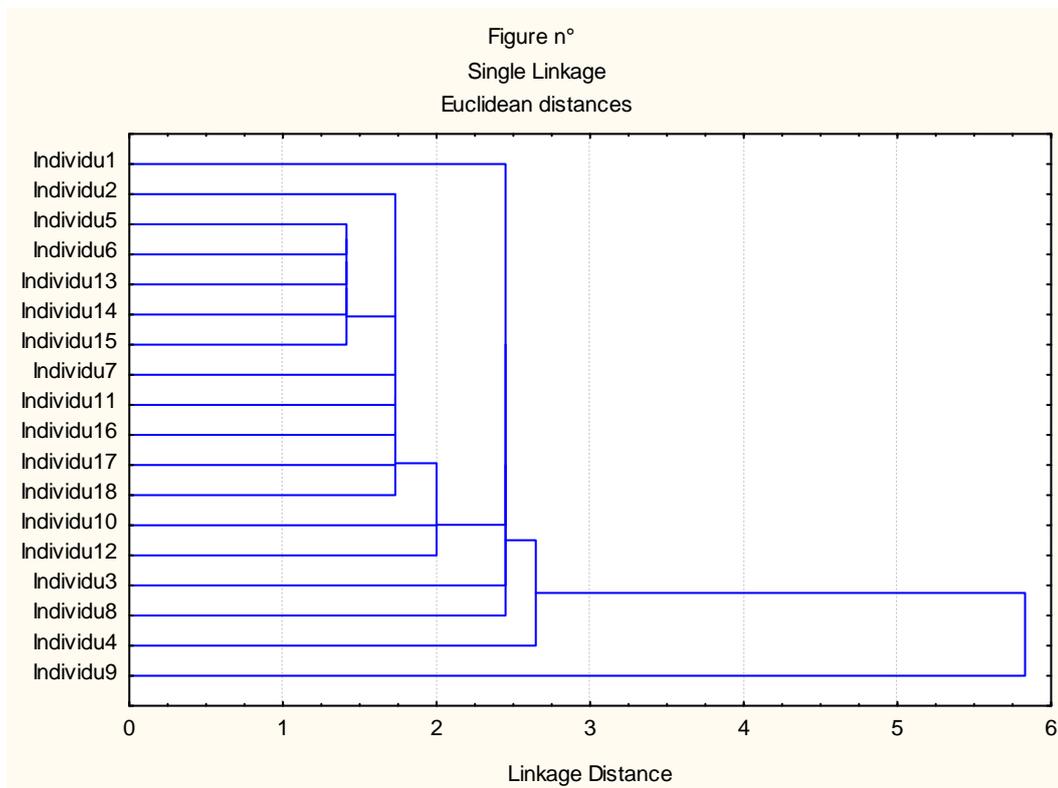


Figure 25 : Dendrogramme des 18 individus issus du site de oued Sdeur

CONCLUSION GENERALE

Les variations morpho-phénologiques observées sur l'armoise blanche, notamment la réduction de la surface transpirante durant les saisons sèches, la période de floraison en automne et son système racinaire très dense à la surface du sol montrent une adaptation très poussée de l'espèce vis-à-vis du milieu et en particulier la sécheresse du climat. Sa large distribution géographique à travers le monde, et en Algérie steppique amène à penser l'existence d'une variabilité génétique à l'intérieur de cette espèce.

Les paramètres de distinction intra et inter-populations employés dans l'étude présentée, englobent ceux d'ordre morphologiques et génétiques. Les paramètres morphologiques se rapportent à une caractérisation caulinaire réalisée au cours de la période végétative d'une part et d'autre part à une étude des divergences des caractères de l'appareil reproducteur pendant la phase reproductrice. Afin de mieux discriminer la variabilité morphologique constatée entre et au sein des différentes populations étudiées, l'utilisation du marqueur moléculaire, ISSR, est d'un apport considérable pour particulariser les effets imposés par les facteurs de l'environnement de ceux issus d'une dissemblance des structures génétiques.

L'étude globale des résultats obtenus indistinctement de l'utilisation des différents marqueurs indique que cette espèce se définit par une large variabilité phénotypique expliquée par un polymorphisme génétique. La variabilité génétique prouvée par l'utilisation des marqueurs moléculaires n'écarterait certainement pas une influence environnementale notamment pour les caractères ciblés dits compliqués et dont l'extériorisation impose les facteurs génétiques et environnementaux.

Les résultats obtenus de l'étude morphologique (morphologie foliaire et florale) affichent une variabilité très importante entre les trois populations pour les caractères quantitatifs. En effet, sur les huit caractères étudiés, il est observé une variabilité inter-populations très hautement significative au niveau de sept caractères. La variabilité ainsi constatée s'admettrait avec une large réserve, du moment que ces caractères résultent de

nombreux processus morphogénétiques souvent imposés par les variations des facteurs de l'environnement.

Pour les caractères qualitatifs, l'étude statistique inter-populations portée sur six caractères au cours des deux stades phénologiques affiche une variabilité significative pour trois caractères. En effet, la couleur des feuilles, le mode de disposition des folioles sur la feuille et le niveau d'insertion des étamines sur l'ovaire s'avère les paramètres les plus variables dans cette étude. Cette variabilité constituerait des critères d'estimation du polymorphisme caractérisant cette espèce. Cependant, ces caractères seraient d'une forte héritabilité et toute variation puise son origine d'une variation des structures génétiques des différents individus étudiés.

La classification hiérarchisée des individus issus des trois sites au cours des deux stades phénologiques permet de distinguer pour le stade végétatif, la structuration des 48 individus étudiés en 13 groupes distincts. Les résultats obtenus démontrent l'existence d'une variabilité inter-populations assez prononcée. Cette partie a permis de révéler une certaine similitude d'expression phénotypique de ces paramètres morphologiques entre certains individus au sein des populations 2 et 3. Les ressemblances écologiques entre les sites seraient à l'origine des faibles amplitudes constatées pour ces paramètres.

Il est confirmé également l'existence d'une variabilité intra-population au niveau du site 1 pour certains caractères. En excluant toute variabilité environnementale, ces variations s'expliqueraient à travers des variations de structures ou de fonctionnements génétiques.

Enfin, les résultats obtenus démontrent une supériorité du niveau de la variabilité morphologique de la population du site de Oued Sdeur par rapport à celui issu des deux autres sites, par une présence de 10 groupes contenant chacun un individu issu de ce site, à l'exception d'un seul qui comprend un individu du site 2.

La classification hiérarchisée des paramètres morphologiques de la fleur confirme la variabilité intra et inter-populations. La classification, incluant l'ensemble des individus issus des trois sites concernés par cette étude, démontre que ces derniers se divergent en neuf groupes distincts. Cette distinction s'est réalisée indifféremment des origines (sites de

prélèvement) des individus. Ceci indique que les différences et les similitudes d'expression des différents paramètres floraux, caractérisant la variabilité des différentes accessions ne sont que faiblement conditionnées par la répartition géographique des individus. La discrimination ainsi obtenue confirme la présence d'une forte variabilité morphologique au sein et entre les différentes populations.

L'utilisation des marqueurs moléculaires nous a permis de mettre au point une méthode plus efficace pour l'extraction de l'ADN et la définition des amorces les plus efficaces pour révéler la variabilité chez cette espèce d'une part, et d'autre part l'estimation de la variabilité génétique caractérisant cette dernière. L'utilisation du marqueur ISSR s'avère très efficace dans la divulgation des principales différences de la structure génétique des différentes accessions de cette espèce.

L'analyse du matériel génétique par l'utilisation des marqueurs génétiques ISSR réalisée sur un échantillon de 18 individus prospectés au niveau de la région de Oued Sdeur indique que cette population est très polymorphe pour ce marqueur. L'analyse des résultats obtenus de l'étude des marqueurs démontre que les bandes révélées chez les différents individus sont de tailles différentes. En effet, les individus analysés présentent une variabilité génétique très marquée, prouvée par un peuplement d'amplifias de 47 bandes de tailles différentes. Les tailles de ces dernières vacillent entre des valeurs de 704 et 17348 paires de bases.

Les valeurs obtenues indiquent que ce nombre se répartit à travers 13 bandes ayant des tailles de valeurs supérieures à 10000 paires de bases, 33 bandes présentent des valeurs vacillant entre 1172 et 6968 paires de bases. Enfin, une seule bande a dévoilé une taille d'une valeur inférieure à 1000 paires de bases.

Les résultats obtenus de la réalisation de cet essai indiquent que l'espèce *Artemisia herba alba* Asso est caractérisée par une richesse génétique très marquée. La classification des individus en utilisant le critère du marqueur ISSR comme critère de divergence génétique révèle l'existence de 14 groupes distincts au niveau du seul site de Oued sdeur. Ainsi, tous les individus se constituent en groupes différents, sauf les individus 5, 6, 13, 14 et 15 qui présentent une similitude génétique et se distinguent ainsi en un groupe homogène.

La variabilité génétique ainsi démontrée servirait certainement, à travers le brassage génétique et l'apparition de nouvelles recombinaisons d'allèles, à une richesse phénotypique et comportementale chez cette espèce.

La variabilité génétique constatée et révélée par ce marqueur, expliquerait en partie le polymorphisme morphologique concernant les différents paramètres constatés au sein de cette espèce. Il est également important d'évoquer que la variabilité, d'ordres divers, constatée n'est pas limitée par les territoires géographiques occupés par l'espèce, ce qui exclut une sélection ségrégative et la présence de larges aptitudes d'adaptation vis-à-vis de la variabilité du milieu. Ceci indique que l'espèce est définie par une grande plasticité en fonction des variations des conditions du milieu. La variabilité estimée au sein de cette population divulguerait évidemment une autre plus accentuée à travers les différents espaces peuplés par cette espèce.

Références bibliographiques

- Abderrahman M., Raymond J., 1999.** Biologie moléculaire. 2^e édition. Dunod. Paris, 1999. 159 P.
- Adli B., 2006.** Contribution à l'étude de l'*Opuntia* et perspectives d'amélioration. *Mémoire de Magistère. Univ. Saad Dahleb. Blida.* 144 P.
- Aidoud A., Le Floc'h E., Le Houerou H.N., 2006.** Les steppes arides du nord de l'Afrique. Science et changements planétaires / *Sécheresse. Volume 17, Numéro 1*, 19-30.
- Aidoud A., 1989.** Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés (Hautes plaines Algéro – Oranaises. Algérie). *Th. doct. es. Sci ; Univ. Sci Tech. H. Boumediène.* 240 P. + ann.
- Aidoud A., 1988.** Les écosystèmes steppiques à armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso) : Caractères généraux. *Biocénose : Bulletin d'écologie terrestre. CRBT. Alger. Tome 3. N° 12*, année 1988.
- Aidoud A., 1983.** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud oranais. Phytomasse, productivité primaires et applications pastorales. *Thèse 3^{ème} cycle. Univ. Sci. Tech. H. Boumediène.* 245 P. + ann
- Akrout A., 2004.** Etude des huiles essentielles de quelques plantes pastorales de la région de Matmata (Tunisie). *CIHEAM – IAMZ, 2004.* 489 P. (*Cahiers Options méditerranéennes ; v. 62*).
- Ayad N., 2008.** Etude éco-phytochimique et apport nutritionnel de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso) du sud Oranais, dans l'aliment du cheptel – *Thèse de doctorat. Univ. Djillali Liabes.* 98 P.
- Ayad N., Hellal B., Maatoug M., 2007.** Dynamique des peuplements d'*Artemisia herba-alba* Asso dans la steppe du sud oranais (Algérie occidentale). *Science et changements planétaires / Sécheresse. Volume 18. Numéro 3*, 193-8.
- Baba-aissa F., 1991.** Les plantes médicinales en Algérie. *Coédition Bouchène et Ad. Diwan. Alger.* 181 P.
- Battandier & Trabut., 1902.** Flore Analytique et Synoptique de l'Algérie et de la Tunisie. *Vue GIRALT, Imprimeur – Editeur. Rue des colons, 17, Mustapha. Alger*
- Benrebiha A., 1984.** Contribution à l'étude de l'aménagement pastoral dans les zones steppiques : cas de la coopérative pastorale d'Ain-Oussera (W. Djelfa). *Thèse de Magistère. INA. El-Harrach.* 166 P.
- Bidault M., 1971.** Variation et spéciation chez végétaux supérieurs. *Notions fondamentales De systématique moderne. DOIN Editeurs.* 8, Place de l'Odéon. Paris - VI^e

- Birane M., 2006.** Essai de culture *in vitro* chez l'*Artemisia herba-alba* Asso (armoïse blanche). *Mémoire d'ingénieur en biologie*. Univ. Saad Dahleb. Bida. 66 P.
- Botschantzev V., 1970.** Géobotanique des pâturages du secteur Ouest du département de Médéa de la république algérienne démocratique et populaire. I^e partie (textes). *Edition « Naouka »*. Filiale de Leningrad. 1970. 124 P.
- Boudy P., 1955.** Economie forestière Nord-africaine Tome 4. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. *Edition Larose*, 11 rue Victor-Gousin, 11 Paris (Ve). 472 P
- Carmen R., 2008.** Diversité génétique et réponse aux contraintes du climat : une étude de cas à partir de la biologie des populations de quinoa (*Chenopodium quinoa* WILL.) de Bolivie. *The. Doc. en. Sci. Agr. et. Ing. Bio.* Communauté Française de Belgique. Faculté Universitaire des sciences agronomiques de Gembloux. 140 P.
- C.R.B.T., 1985.** Centre de recherche sur les Ressources Biologiques et Terrestres : Rapport Phytoécologique et pastoral avec une proposition d'exploitation. Zone pilote Yahiaoui « Aïn-Oussera ». *CRBT*. Alger, 30 P.
- De Vienne D., 1998.** Les marqueurs moléculaires en génétique et biotechnologie végétale. 2^{ème} édition. INRA. Paris. *Imprimerie Bialec.s.a.* Nancy. 198 P.
- Djebaili S., Djellouli Y., Daget P.H., 1995.** Essai de typologie des steppes pâturées du secteur des hauts plateaux algériens. *Biocénoses*. Tome 6. 118 P.
- Djebaili S., 1984.** Steppe Algérienne. Phytosociologie et écologie. *Ed. Office des Publications Universitaires*, 1. Place centrale de Ben Aknoun (Alger). 159 P.
- Djebaili S., 1983.** Carte de l'occupation des terres de l'Algérie. Carte pastorale de l'Algérie. Biocénose : *Bulletin d'écologie terrestre*. *CRBT*. Alger. Tome 2. N° 12, année 1983.
- Djebaili S., 1978.** Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des Hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien. *Thèse. Doct., Univ. Sci. Tech.* Languedoc, Montpellier, 229 P.
- Etienne J., 1999.** Biochimie génétique. Biologie moléculaire. 3^{ème} édition. Masson. Paris. 319 P.
- Ferchichi A., Chaieb C., Ferjani E., 2004.** Caractérisation de la variabilité du comportement phytologique de certaines populations d'*Artemisia herba-alba* du sud Tunisien. *CIHEAM-IAMZ, 2004*. 489 P. (*Cahiers Options Méditerranéennes*; v. 62).

- Floret C., Potanier R., 1982.** Aridité en Tunisie présaharienne. Climat, sol, végétation et aménagement. *Travaux et documents de l'ORSTOM. Edition de l'office de la recherche scientifique et technique outre-mer.* Paris. 543 P.
- Haouari M., Ferchichi A., 2008.** Study of genetic polymorphisme of *Artemisia herba-alba* from Tunisia using ISSR markers. *African journal of Biotechnology* Vol. 7(1), PP. 044-050.
- Haouari M., Ferchichi A., 2004.** Utilisation des marqueurs ISSR pour l'étude du polymorphisme génétique d'*Artemisia herba-alba*. *CIHEAM-IAMZ, 2004.* 489 P. (*Cahiers Options Méditerranéennes ; v 62*).
- Julio E., De Borne F.D., 2003.** Réalisation d'une carte génétique de *Nicotiana tabacum*. Identification de QTLs associés à des caractères d'intérêt et liés à la qualité. *ALTADIS – Institut du Tabac. France. Bull. ARN.* 2003.
- Kaabeche M., 2003.** Ecologie des parcours steppiques. *Document de cours de Magistère.* Centre Universitaire Ziane Achour – Djelfa.
- Krizman M., Jakse J., Baricevic D., Javornik B., Prosek M., 2006.** Robust CTAB-Activated charcoal protocol for plant DNA extraction. *Acta agriculturae Slovenica*, 87 – 2.
- Lahmar B., 2001.** Mécanisme de désertification dans une steppe à armoise blanche (*Artemisia herba-alba* asso.): Cas de la région d'El May (Sud – Oranais, Algérie). *Thèse de Magistère. Univ. Sci. Tech. H. Boumediène.* 93 P.
- Le Houerou H.N., Claudin J., Pouget M., 1977.** Etude bioclimatique des steppes algériennes. *Bull. Soc. Hist, nat. Afr. Nord. Alger. t. 68. fasc. 3 et 4.* 73 P
- Le Houerou H.N., 1995.** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique – Diversité biologique, développement durable et désertisation. *CIHEAM.* 1995.- 397 p. (*Série B : Etudes et recherches, n° 10, Options Méditerranéennes*).
- Lodé T., 1998.** Cours de génétique des populations. *Ellipses. Edition marketing S.A.* Paris. 126 P.
- Lucote G., 1978.** Génétique et évolution. *Editions VIGOT.* Paris.117 P
- Maatoug M., 1997.** Evolution de quelques propriétés de base du bois de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en fonction de l'âge de peuplement : conséquences sur la valorisation industrielle du bois de cette essence. *Thèse Magistère. Univ. Sidi Bel-abbes.* 126 P.
- Mokhtari F., 2002.** Détermination de la variation saisonnière de la composition chimique et la productivité de l'armoise blanche (*Artemisia harba-alba*). Cas d'Oued seddeur, W. Djelfa. *Mémoire d'ingénieur. Centre univ. Ziane Achour. Djelfa.* 101 P.

- Moulessehoul S., 2008.** Biologie moléculaire. 3^{ème} édition. Office des Publications Universitaires. Alger. 97 P.
- Nedjraoui D., 2004.** Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. *CIHEAM-IAMZ, 2004.* 489 P. (*Cahiers Options Méditerranéennes; v. 62*)
- Negre R., 1962.** Petite flore des régions arides du Maroc occidental. *Tome II. CNRS.* Paris 7^e. 566 P.
- O.S.S., 2009.** Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS). Indicateurs écologiques du Roselt/OSS, désertification et biodiversité des écosystèmes circum-sahariens\ OSS. *Note introductive n° 4.*Tunis. 52 P.
- Ozenda P., 1991.** Flore et végétation du sahara. 3^{ème} édition. *CNRS Edition.* Paris.662 P.
- Parizeau M., 1997.** La biodiversité. Tout conserver ou tout exploiter ? Sciences. Ethiques. Sociologie. *DeBoeck & larcier s.a.* Paris, Bruxelles. P. 209.
- Pouget M., 1980.** Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. *Trav. Doct. ORSTOM,* 569 P.
- Quezel P & Santa S., 1962-1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. *Centre Nationale de la Recherche Scientifique.* Paris 7. 1170 P.
- Reddy P., Sarla N., Siddiq E.A., 2002.** Inter simple sequence repeat (ISSR) polymorphism and its application in plant breeding. *Euphytica* 128 : 9-17.
- Salido S., Valenzuela L.R., Altarejos J., Noguerras M., Sanchez A., Cano E., 2004.** Composition and infraspecific variability of *Artemisia herba-alba* from southern Spain. *Biochemical Systematics and Ecology* 32 (2004) 265-277.
- Santoni S., Faivre-Rampant P., Prado E., Prat D., 2000.** Molecular markers for genetic resource analysis and plant breeding. *Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures. Volume 9. Numbre 4.* 311-27.
- Ségal R., Eden L., Danin A., Kaiser M., Duddeck H. 1985.** Sesquiterpènes lactones from *Artemisia harba-alba*. *Phytochemistry* 24 : 1381 1382.
- Tagu D., 1999.** Principes des techniques de biologie moléculaire. INRA. Paris.131 P
- Taibaoui B., 2008.** Etude phytoécologique et diachronique de la végétation d'une steppe à armoise blanche (*Artemisia herba alba*-Asso)de la coopérative Yahiaoui (région d'Aïn-Oussera, Wilaya de Djelfa). *Mémoire de Magistère.* USTHB Univ. Sci Tech. H. Boumediène. 83 P

- Tarik B., Arslan A., 2005.** Dégradation des écosystèmes steppiques et stratégie de développement durable. Mise au point méthodologique appliqué à la Wilaya de Naama (Algérie). *Développement durable et territoire*. Septembre 2005.
- Tazairt K., 1992.** Etude de la variabilité morphologique, caryologique et électrophorétique de l'Alfa (*Stipa tenacissima* L) dans trois régions d'Algérie selon un gradient longitudinal. Résultats préliminaires d'un essai de révision de la systématique de l'Alfa. *Thèse de magistère. Univ. Sci Tech. H. Boumediène*. 111 P.
- Torrell M., Cebah M., Siljak-Yakovelv S., Vallès J., 2003.** Molecular cytogenetics of genus *Artemisia* (Asteraceae, Anthemideae): fluorochrome banding and fluorescence *in situ* hybridization. I. Subgenus *Seriphidium* and related taxa. *Plant Syst.Evol* 239 :141-153 (2003).
- Turner P.C., McLenna A.G., Bates A.D., White M.R.H., 2000.** L'Essentiel en Biologie Moléculaire. *Port Royal Livres, BERTI Editions*, 2000. Paris. 343 P
- U.R.B.T., 1987.** Unité de Recherches sur les Ressources Biologiques Terrestres. *Etude phytoécologique et pastorale de la wilaya de Djelfa (2 500 000 hectares). Etude d'aménagement pastoral sur deux zones pilotes (Ain Oussera et Messaad)*. 7 cartes + documents de synthèse.
- Waisel Y., 1972.** Ecology of Desert Systems. *Walter G. Whitford, Edition : Academic Press*, 2002. 343 P.
- Winter P.C., Hickey G.I., Fletcher H.L., 2000.** L'essentiel en Génétique. *Port Royal livres, BERTI. Editions*. Paris 401 P.

Liste des tableaux

N° du Tableau	Page
Tableau 01 : Coordonnées géographiques et altitudinales des sites étudiés.....	28
Tableau 02 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) des 3 stations de références et les valeurs corrigées des sites 1 et 3 (1999 – 2008).....	33
Tableau 03 : Précipitations saisonnières des pluies (mm)	34
Tableau 04 : Températures mensuelles des trois stations de références et les valeurs corrigées des sites 1 et 3 (1999 – 2008).....	35
Tableau 05 : Nombre d'échantillons prélevés durant le stade végétatif.....	40
Tableau 06 : Nombre d'échantillons prélevés durant le stade de floraison	41
Tableau 07 : Caractères qualitatifs retenus en stade végétatif.....	42
Tableau 08 : Caractères qualitatifs retenus en stade floraison.....	43
Tableau 09 : Analyse de la variance du site 1, sous-population 1.....	52
Tableau 10 : Analyse de la variance du site1, sous-population 2.....	52
Tableau 11 : Analyse de la variance du site 1, sous-population 3.....	52
Tableau 12 : Analyse de la variance de la population 1 (El-Mansab)	52
Tableau 13 : Analyse de la variance du site2, sous-population 1.....	57
Tableau 14 : Analyse de la variance du site 2, sous-population 2.....	57
Tableau 15 : Analyse de la variance du site 2, sous-population 3.....	57
Tableau 16 : Analyse de la variance de la population 2 (coopérative Yahiaoui).....	57
Tableau 17 : Analyse de la variance du site 3, sous-population 1.....	62
Tableau 18 : Analyse de la variance du site 3, sous-population 2.....	62
Tableau 19 : Analyse de la variance du site 3, sous-population 3.....	62
Tableau 20 : Analyse de la variance de la population 3 (Oued Sdeur).....	62
Tableau 21 : Analyse de la variance des trois populations.....	66
Tableau 22 : Résultats du test de Newman-keuls.....	66
Tableau 23 : Fréquence d'apparition des caractères qualitatifs au niveau des 03 sous-populations du site 1 (El-Mansab)	70
Tableau 24 : Fréquence d'apparition des caractères qualitatifs au niveau de la population de El-Mansab (Site1).....	70

Tableau 25 : Fréquence d'apparition des caractères qualitatifs au niveau des 03 sous-populations du site 2 (coopérative Yahiaoui).....	74
Tableau 26 : Fréquence d'apparition des caractères qualitatifs au niveau de la population de la coopérative Yahiaoui (Site 2).....	74
Tableau 27 : Fréquence d'apparition des caractères qualitatifs au niveau des 03 sous-populations du site 3 (Oued Sdeur).....	78
Tableau 28 : Fréquence d'apparition des caractères qualitatifs au niveau de la population de Oued Sdeur (Site 3).....	78
Tableau 29 : Fréquence d'apparition des caractères qualitatifs au niveau des 03 populations.....	81

Liste des figures

N° de Figure	Page
Figure 01 : Aire de répartition de l'armoise blanche dans le monde.....	7
Figure 02 : Aire de répartition d' <i>Artemisia herba-alba</i> Asso en Algérie	8
Figure 03 : Illustration des différents aspects morphologiques d' <i>Artemisia herba-alba</i> Asso.....	12
Figure 04 : Amplification d'un fragment d'ADN par PCR.....	24
Figure 05 : Cycle d'amplification par PCR.....	25
Figure 06 : Principe de l'ISSR (Inter-SSR PCR)	26
Figure 07 : Localisation des trois sites d'étude.....	29
Figure 08 : Précipitations moyennes mensuelles (1999-2008).....	33
Figure 09 : Régime saisonnier des trois sites d'étude.....	34
Figure 10 : Températures moyennes mensuelles des 3 sites d'étude en °C (1999-2008).	36
Figure 11 : Diagramme ombrothermique du site 1 (El-Mansab).....	37
Figure 12 : Diagramme ombrothermique du site 2 (Coopérative Yahiaoui).....	37
Figure 13 : Diagramme ombrothermique du site 3 (Oued Sdeur).....	38
Figure 14 : Climagramme d'Emberger pour les trois sites d'étude.....	39
Figure 15 : Les différents paramètres morphologiques foliaires concernés dans cette étude.....	42
Figure 16 : Polymorphisme de la couleur des feuilles d' <i>Artemisia herba-alba</i> Asso.....	82
Figure 17 : Mode de disposition alterné et opposé des folioles sur la feuille.....	82
Figure 18 : Mode de répartition des folioles sur la feuille	82
Figure 19 : Mode de disposition alternée des feuilles sur le rameau.....	83
Figure 20 : Mode d'insertion (oblique et verticale) de la corolle sur l'ovaire.....	83
Figure 21 : Rameau inflorescent (à gauche) et capitule (à droite) d' <i>Artemisia herba-laba</i>	83
Figure 22 : Dendrogramme de 48 individus issus des trois sites sur la base des paramètres morphologiques du stade végétatif.....	85
Figure 23 : Dendrogramme de 45 individus issus des trois sites sur la base des paramètres morphologiques du stade floraison.....	86

Figure 24 : Bandes d'amplification ISSR de 18 individus d' <i>Artemisia herba-alba</i> Asso.....	88
Figure 25 : Dendrogramme des 18 individus issus du site de oued Sdeur.....	88

ANNEXE

Analyse de la variance

1- Analyse de la variance par site :

Analyse de la Variance (site1. El-Mansab). Effets significatifs marqués à p < .05000								
	SC	dl	MC	SC	dl	MC	F	p
Nfof	2.96000	2	1.48000	49.0400	87	0.563678	2.62561	0.078127
Nfolf	9.52889	2	4.76444	770.2933	87	8.853946	0.53812	0.585778
Distfo	2.83473	2	1.41736	37.4469	87	0.430424	3.29294	0.041825
Distf	60.37778	2	30.18889	103.2892	87	1.187232	25.42797	0.000000
Ncapax	43.77333	2	21.88667	3640.500	147	24.76531	0.883763	0.415409
Nfcap	1.01333	2	0.50667	202.320	147	1.37633	0.368130	0.692664
Longcap	0.35504	2	0.17752	7.441	72	0.10335	1.717682	0.186754
Largcap	0.13359	2	0.06680	4.350	72	0.06042	1.105575	0.336574

Analyse de la Variance (site2. Coop. Yah). Effets significatifs marqués à p < .05000								
	SC	dl	MC	SC	dl	MC	F	p
Nfof	1.3067	2	0.65333	43.2800	72	0.601111	1.08688	0.342737
Nfolf	8.6400	2	4.32000	566.0800	72	7.862222	0.54946	0.579661
Distfo	1.0961	2	0.54804	15.1791	72	0.210821	2.59957	0.081268
Distf	131.3308	2	65.66540	267.6284	72	3.717061	17.66595	0.000001
Ncapax	316.3333	2	158.1667	2219.640	147	15.09959	10.47490	0.000056
Nfcap	41.2933	2	20.6467	189.000	147	1.28571	16.05852	0.000000
Longcap	1.7048	2	0.8524	9.822	72	0.13641	6.24870	0.003145
Largcap	0.0662	2	0.0331	3.524	72	0.04895	0.67631	0.511689

Analyse de la Variance (site3 Oued Sdeur) Effets significatifs marqués à p < .05000								
	SC	dl	MC	SC	dl	MC	F	p
Nfof	2.4800	2	1.2400	46.000	72	0.63889	1.94087	0.151018
Nfolf	350.9067	2	175.4533	3703.680	72	51.44000	3.41083	0.038435
Distfo	4.5947	2	2.2973	39.427	72	0.54759	4.19532	0.018905
Distf	18.8708	2	9.4354	342.923	72	4.76282	1.98105	0.145371
Ncapax	570.8800	2	285.4400	1174.780	147	7.991701	35.71705	0.000000
Nfcap	1.0133	2	0.5067	92.780	147	0.631156	0.80276	0.450045
Longcap	2.5224	2	1.2612	15.680	72	0.217773	5.79136	0.004653
Largcap	0.4699	2	0.2350	3.597	72	0.049954	4.70363	0.012025

2- Analyse de la variance par station (population) :

Site 1 : El-Mansab

Analyse de la Variance (station1).			Effets significatifs marqués à p < .05000					
	SC	dl	MC	SC	dl	MC	F	p
Nfof	8.4800	9	0.94222	24.0000	40	0.600000	1.57037	0.157568
Nfolf	252.7200	9	28.08000	261.2000	40	6.530000	4.30015	0.000586
Distfo	21.3918	9	2.37687	7.6874	40	0.192185	12.36760	0.000000
Distf	43.8136	9	4.86818	23.9585	40	0.598963	8.12768	0.000001
Ncapax	113.4000	4	28.35000	833.1000	45	18.51333	1.531329	0.209253
Nfcap	24.9200	4	6.23000	47.4000	45	1.05333	5.914557	0.000651
Longcap	0.2634	4	0.06585	1.9300	20	0.09650	0.682342	0.612363
Largcap	0.5524	4	0.13810	0.9909	20	0.04954	2.787341	0.054527

Analyse de la Variance (station2).			Effets significatifs marqués à p < .05000					
	SC	dl	MC	SC	dl	MC	F	p
Nfof	5.3600	4	1.34000	11.20000	20	0.560000	2.392857	0.084841
Nfolf	102.6400	4	25.66000	82.80000	20	4.140000	6.198068	0.002058
Distfo	0.5512	4	0.13781	2.84312	20	0.142156	0.969400	0.446014
Distf	5.4716	4	1.36789	8.31884	20	0.415942	3.288656	0.031696
Ncapax	690.2800	4	172.5700	843.0000	45	18.73333	9.211922	0.000016
Nfcap	30.3200	4	7.5800	52.8000	45	1.17333	6.460227	0.000339
Longcap	0.8942	4	0.2236	1.8592	20	0.09296	2.404914	0.083687
Largcap	0.8075	4	0.2019	0.4237	20	0.02119	9.528651	0.000176

Analyse de la Variance (station3).			Effets significatifs marqués à p < .05000					
	SC	dl	MC	SC	dl	MC	F	p
Nfof	0.00000	2	0.000000	0.00000	12	0.000000		
Nfolf	16.13333	2	8.066667	54.80000	12	4.566667	1.76642	0.212609
Distfo	3.86529	2	1.932647	1.10808	12	0.092340	20.92968	0.000122
Distf	13.55776	2	6.778880	8.16888	12	0.680740	9.95810	0.002825
Ncapax	407.7200	4	101.9300	753.0000	45	16.73333	6.09143	0.000526
Nfcap	29.2800	4	7.3200	17.6000	45	0.39111	18.71591	0.000000
Longcap	1.6478	4	0.4119	0.8466	20	0.04233	9.73177	0.000154
Largcap	0.8177	4	0.2044	0.7579	20	0.03789	5.39463	0.004105

Site 2 : Coopérative Yahiaoui

Analyse de la Variance (station1).			Effets significatifs marqués à $p < .05000$					
	SC	dl	MC	SC	dl	MC	F	p
Nfof	18.6400	4	4.66000	1.60000	20	0.080000	58.25000	0.000000
Nfolf	228.1600	4	57.04000	78.40000	20	3.920000	14.55102	0.000010
Distfo	7.1141	4	1.77853	2.08028	20	0.104014	17.09899	0.000003
Distf	65.2697	4	16.31743	38.16440	20	1.908220	8.55113	0.000342
Ncapax	634.0800	4	158.5200	104.5000	45	2.322222	68.26220	0.000000
Nfcap	49.7200	4	12.4300	39.5000	45	0.877778	14.16076	0.000000
Longcap	0.4689	4	0.1172	1.4099	20	0.070496	1.66287	0.197980
Largcap	0.4313	4	0.1078	0.5237	20	0.026186	4.11747	0.013570

Analyse de la Variance (station2).			Effets significatifs marqués à $p < .05000$					
	SC	dl	MC	SC	dl	MC	F	p
Nfof	10.8000	4	2.70000	5.20000	20	0.260000	10.38462	0.000102
Nfolf	103.3600	4	25.84000	65.60000	20	3.280000	7.87805	0.000554
Distfo	1.1073	4	0.27683	2.43396	20	0.121698	2.27476	0.097082
Distf	26.0522	4	6.51305	46.33564	20	2.316782	2.81125	0.053107
Ncapax	460.4800	4	115.1200	455.6000	45	10.12444	11.37050	0.000002
Nfcap	0.8800	4	0.2200	44.9000	45	0.99778	0.22049	0.925621
Longcap	2.8329	4	0.7082	1.3644	20	0.06822	10.38105	0.000102
Largcap	0.4563	4	0.1141	0.7679	20	0.03839	2.97130	0.044570

Analyse de la Variance (station3).			Effets significatifs marqués à $p < .05000$					
	SC	dl	MC	SC	dl	MC	F	p
Nfof	3.04000	4	0.760000	4.00000	20	0.200000	3.800000	0.018648
Nfolf	39.76000	4	9.940000	50.80000	20	2.540000	3.913386	0.016630
Distfo	1.29476	4	0.323690	1.14864	20	0.057432	5.636057	0.003320
Distf	21.47016	4	5.367540	70.33624	20	3.516812	1.526252	0.232611
Ncapax	373.6800	4	93.42000	191.3000	45	4.251111	21.97543	0.000000
Nfcap	11.4000	4	2.85000	42.6000	45	0.946667	3.01056	0.027703
Longcap	1.0643	4	0.26609	2.6812	20	0.134062	1.98480	0.135729
Largcap	0.3477	4	0.08693	0.9975	20	0.049874	1.74291	0.180173

Site 3 : Oued Sdeur

Analyse de la Variance (station1).			Effets significatifs marqués à p < .05000					
	SC	dl	MC	SC	dl	MC	F	p
Nfof	5.2000	4	1.3000	10.8000	20	0.54000	2.407407	0.083450
Nfolf	426.2400	4	106.5600	298.0000	20	14.90000	7.151678	0.000958
Distfo	0.7808	4	0.1952	5.6825	20	0.28413	0.687040	0.609329
Distf	74.2096	4	18.5524	63.3384	20	3.16692	5.858191	0.002741
Ncapax	107.0000	4	26.75000	141.5000	45	3.144444	8.507067	0.000034
Nfcap	9.2000	4	2.30000	17.3000	45	0.384444	5.982659	0.000600
Longcap	0.5777	4	0.14443	2.4125	20	0.120624	1.197357	0.342614
Largcap	0.3565	4	0.08912	0.3095	20	0.015476	5.758594	0.002986

Analyse de la Variance (station2).			Effets significatifs marqués à p < .05000					
	SC	dl	MC	SC	dl	MC	F	p
Nfof	3.4400	4	0.86000	6.0000	20	0.30000	2.86667	0.049968
Nfolf	322.8000	4	80.70000	635.2000	20	31.76000	2.54093	0.071760
Distfo	16.1279	4	4.03197	7.2347	20	0.36173	11.14624	0.000064
Distf	56.8520	4	14.21300	46.0598	20	2.30299	6.17155	0.002104
Ncapax	163.0000	4	40.75000	277.5000	45	6.166667	6.60811	0.000285
Nfcap	18.2000	4	4.55000	20.3000	45	0.451111	10.08621	0.000006
Longcap	2.1579	4	0.53946	3.9465	20	0.197324	2.73390	0.057848
Largcap	1.0291	4	0.25727	0.9635	20	0.048176	5.34029	0.004308

Analyse de la Variance (station3).			Effets significatifs marqués à p < .05000					
	SC	dl	MC	SC	dl	MC	F	p
Nfof	9.360	4	2.3400	11.2000	20	0.56000	4.17857	0.012777
Nfolf	1040.640	4	260.1600	980.8000	20	49.04000	5.30506	0.004446
Distfo	5.093	4	1.2732	4.5082	20	0.22541	5.64836	0.003285
Distf	58.576	4	14.6439	43.8878	20	2.19439	6.67334	0.001396
Ncapax	87.68000	4	21.92000	398.1000	45	8.846667	2.47777	0.057435
Nfcap	12.68000	4	3.17000	15.1000	45	0.335556	9.44702	0.000012
Longcap	5.04274	4	1.26069	1.5424	20	0.077120	16.34707	0.000004
Largcap	0.48314	4	0.12078	0.4549	20	0.022746	5.31012	0.004426

3- Analyse de la variance globale (03 sites)

Analyse de la Variance globale (03 sites) Effets significatifs marqués à p < .05000								
	SC	dl	MC	SC	dl	MC	F	p
Nfof	2.117	2	1.0583	145.067	237	0.61210	1.7290	0.179687
Nfolf	1133.034	2	566.5168	5409.129	237	22.82333	24.8218	0.000000
Distfo	20.046	2	10.0228	100.578	237	0.42438	23.6173	0.000000
Distf	1274.058	2	637.0289	924.420	237	3.90051	163.3195	0.000000
Ncapax	305.4178	2	152.7089	7965.907	447	17.82082	8.56913	0.000223
Nfcap	234.3600	2	117.1800	527.420	447	1.17991	99.31262	0.000000
Longcap	13.0729	2	6.5365	37.525	222	0.16903	38.67033	0.000000
Largcap	2.7506	2	1.3753	12.141	222	0.05469	25.14831	0.000000

Résultats du test de Newman-Keul des trois sites

Test Newman-Keuls ; Variable Nfolf. Différences significatives marquées à p < .05000			
	{1}	{2}	{3}
Site1 {1}		0.401881	0.000022
Site2 {2}	0.401881		0.000009
Site3 {3}	0.000022	0.000009	

Test Newman-Keuls ; Variable Distfo. Différences significatives marquées à p < .05000			
	{1}	{2}	{3}
Site1 {1}		0.000022	0.036898
Site2 {2}	0.000022		0.000013
Site3 {3}	0.036898	0.000013	

Test Newman-Keuls ; Variable Distf. Différences significatives marquées à p < .05000			
	{1}	{2}	{3}
Site1 {1}		0.000009	0.000022
Site2 {2}	0.000009		0.000009
Site3 {3}	0.000022	0.000009	

Test Newman-Keuls ; Variable Ncapax. Différences significatives marquées à p < .05000			
	{1}	{2}	{3}
Site1 {1}		0.007669	0.000153
Site2 {2}	0.007669		0.158937
Site3 {3}	0.000153	0.158937	

Test Newman-Keuls ; Variable Nfcap. Différences significatives marquées à p < .05000			
	{1}	{2}	{3}
Site1 {1}		0.000022	0.632395
Site2 {2}	0.000022		0.000009
Site3 {3}	0.632395	0.000009	

Test Newman-Keuls ; Variable Longcap. Différences significatives marquées à p < .05000			
	{1}	{2}	{3}
Site1 {1}		0.000010	0.000094
Site2 {2}	0.000010		0.000022
Site3 {3}	0.000094	0.000022	

Test Newman-Keuls ; Variable Largcap. Différences significatives marquées à p < .05000			
	{1}	{2}	{3}
Site1 {1}		0.000009	0.607784
Site2 {2}	0.000009		0.000022
Site3 {3}	0.607784	0.000022	

RESUME

Le travail présenté consiste en une étude de la variabilité génétique caractérisant l'armoise blanche, ainsi qu'une estimation des taux de variations de cette variabilité en liaison avec les variations du milieu.

Les paramètres de distinction intra et inter-populations employés dans l'étude présentée, englobe ceux d'ordre morphologiques et génétiques. Les paramètres morphologiques se rapportent à la période végétative d'une part, et d'autre part à une étude des divergences des caractères de l'appareil reproducteur pendant la phase reproductrice.

L'étude génétique est réalisée par exploitation du marqueur moléculaire ISSR.

Les individus ayant fait l'objet des différentes études réalisées au cours de ce travail émanent de trois régions différentes (Tiaret, Ain oussara, et Ain El-Ible).

Les résultats obtenus de l'étude morphologique (morphologie foliaire et florale) affichent une variabilité très importante entre les trois populations pour les caractères quantitatifs. Pour les caractères qualitatifs, l'étude statistique inter-populations portée sur six caractères au cours des deux stades phénologiques affiche une variabilité significative pour trois caractères.

L'analyse du matériel génétique par l'utilisation du marqueur génétique ISSR réalisé sur un échantillon de 18 individus prospectés au niveau de la région de Oued Sdeur indique que l'espèce *Artemisia herba alba* Asso est caractérisée par une richesse génétique très marquée. La variabilité estimée au sein de cette population divulguerait évidemment une autre plus accentuée à travers les différents espaces peuplés par cette espèce.

Mots clés : *Artemisia herba-alba* Asso, steppe, variabilité génétique

ABSTRACT

The presented work consists in a study of the genetic variability characterizing the wormwood, as well as an evaluation of the rates of variation of this variability in link with the variations of the environment.

The parameters of distinction intra and inter-population used in the presented study include those of morphologic and genetic. The morphologic parameters relate on the one hand to the vegetative period and on the other hand to a study of the divergence of the characters of the reproductive organ during the reproductive phase.

The genetic study is achieved by exploitation of the molecular marker ISSR.

This study has been carried in three different regions (Tiaret, Ain oussara and Ain El-Ible).

The results gotten of the morphological study (foliar and floral morphology) display a very important variability between the three populations for the quantitative characters. For the qualitative characters, the statistical study inter-population carried on six characters during the two phenologic stages displays a meaningful variability for three characters.

The analysis of the genetic material by the use of the genetic marker ISSR achieved on a sample of 18 individuals prospecting in the region of Oued Sdeur, indicates that the species *Artemisia herba alba* Asso. is characterized by a genetic wealth very marked. The variability estimated within this population would evidently reveal another more accentuated through the different spaces populated by this specie.

Keywords: *Artemisia herba-alba* Asso, steppe, genetic variability.

هـ العمل يتمحور حول دراسة التنوع الجيني (الخاص بنبات الشيد . وأيضا تقييم نسب تغيرات هـ التنوع في علاقته مع الوسط البيئي.
عوامل التمييز البيئية و الداخلية للمجتمعات النباتية لها النوع المستعملة في هـ
عوامل ظاهرية (بنوية مورفولوجية) جينية(وراثية). العوامل المورفولوجية تتعلق
رية من جهة و من جهة
المرحلة التكاثرية.

الدراسة الجينية تركز على استعمال المؤشرات الجزيئية ISSR
هـ (تيارت عين وسارة عين)
نتائج الدراسة البنوية(مورفولوجيا الأزهار) بينت تنوع كبير بين الثلاث مجتمعات النباتية
فيما يخص الصفات الكمية. الإحصائية البيئية للمجموعات
النباتية المتعلقة بست صفات خلال مرحلتين من التطور أظهرت تنوع واضح فيما يخص ثلاث

التحليل الجيني باستعمال المؤشرات الجزيئية ISSR الذي اجري على عينة من 18
. اظهر *Artemisia herba alba Asso* يتميز بثناء جيني ملحوظ. هـ التنوع ينم عن
المختلفة لانتشار هـ

كلمات المفتاح . *Artemisia herba alba Asso* . السهوب.