

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE
EL HARRACH – ALGER

MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Sciences Agronomiques

Département : Foresterie et protection de la nature

Option : Gestion des Ecosystèmes Forestiers

THEME

**Etude de la variabilité morphologique et de la teneur en
alcaloïdes tropaniques de quatorze populations de *Datura
innoxia* Mill.**

Présenté par : KADID Zakia

Soutenu : le 13 juin 2010

Devant le jury :

Président	: Mr BELLATRECHE M.	PR	E.N.S.A., El-Harrach, Alger
Directeur de thèse	: Mr KHELIFI L.	PR	E.N.S.A., El-Harrach, Alger
Co-directeur de thèse	: Mr MORSLI A.	CC	E.N.S.A., El-Harrach, Alger
Examineurs	: Mr BOUDJENIBA M.	MC	E.N.S., Kouba, Alger
	Mr SBABDJI M.	CC	E.N.S.A., El-Harrach, Alger

Année Universitaire 2009-2010

Dédicaces

A mes très chers parents

A mon mari

A mon frère Ahmed, sa femme et leurs enfants

A mes frères et sœurs et leurs enfants

A toute ma belle famille et spécialement Lynda

A mes meilleures amies : Nour et Zineb

Remerciements

Au terme de ce travail je tiens à remercier vivement Mr BELLATRECHE M., qui a bien voulu présider le jury et juger ce travail.

Je suis très heureuse de témoigner ma profonde reconnaissance à mon directeur de thèse Mr KHELIFI L., qui a bien voulu m'encadrer malgré ses préoccupations et mon co-directeur de thèse Mr MORSLI A., pour son appui scientifique, son assistance et ses conseils utiles tout le long de mon travail.

Mes remerciements s'adressent également à Mr BOUDJENIBA M. et Mr SBABDJI M., qui ont bien voulu faire partie du jury de cette thèse.

Que Mr AMDOUN R., qui a eu la gentillesse d'accepter de juger mon travail sache que je n'ai point oublié son aide précieuse lors de l'extraction des alcaloïdes tropaniques dont le dosage a été réalisé par lui même.

Mes remerciements vont également à Mme DJAMILA l'ingénieur du laboratoire de biotechnologie végétale du département Phytotechnie, pour son aide et sa gentillesse durant la réalisation des manipulations au laboratoire ainsi que la technicienne du laboratoire de Foresterie et Protection de la nature Mme KHEIRA, les bibliothécaires Mme FATIHA et Mme RACHIDA sans oublier notre aimable secrétaire Mme ZAHIA ainsi que mes amies d'études NOUARA, LOUNDJA et RABEA.

Je tiens à remercier également Mr SBABDJI M., pour son aide durant la réalisation de mon expérimentation au champ ainsi que les étudiants ZOUBIR, AMINE et SAMIR de la promotion 2001-2006.

Enfin, que tous ceux qui ont participé de loin ou de près à la réalisation de ce document trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
I. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	4
1.1. Présentation du genre <i>Datura</i> L.	4
1.1.1. Origine et aire de répartition	4
1.1.2. Intérêts des <i>Daturas</i>	4
1.1.3. Principales espèces du genre <i>Datura</i> existantes en Algérie	5
1.2. Caractères morphologiques et physiologiques du <i>Datura innoxia</i> Mill.	5
1.3. Les alcaloïdes tropaniques du <i>Datura innoxia</i> Mill.	7
1.3.1. Localisation histologique des alcaloïdes tropaniques	7
1.3.2. Biosynthèse des alcaloïdes tropaniques	8
1.3.3. Extraction et purification des alcaloïdes tropaniques	11
1.3.3.1. Extraction par un solvant en milieu alcalin	11
1.3.3.2. Extraction en milieu acide	12
1.3.4. Identification des alcaloïdes tropaniques	12
1.4. Propriétés médicinales et toxicité par le <i>Datura innoxia</i> Mill.	14
1.4.1. Propriétés médicinales	14
1.4.1.1. Action médicinale de l'hyoscyamine	14
1.4.1.2. Action médicinale de la scopolamine	14
1.4.1.3. Action médicinale de l'atropine	15
1.4.2. Intoxications par le <i>Datura innoxia</i>	15
1.4.2.1. Intoxications chez l'homme	15
1.4.2.1.1. Intoxications accidentelles	16
1.4.2.1.2. Intoxications volontaires	16
1.4.2.2. Intoxication chez les animaux	17
1.5. Influence des facteurs ecophysiologiques et génétiques sur la teneur en alcaloïdes tropaniques	17
II. MATERIEL ET METHODES	21
2.1. Etude biométrique des fruits et des graines de populations naturelles de <i>Datura innoxia</i>	20
2.1.1. Origine du matériel végétal	20
2.1.2. Caractères biométriques étudiés	21

2.1.2.1. Sur les capsules	21
2.1.2.2. Sur les graines	21
2.2. Etude de la germination des graines de <i>Datura innoxia</i>	21
2.3. Etude morphologique et quantification des populations de <i>Datura innoxia</i> en culture expérimentale	22
2.3.1. Origine du matériel végétal	22
2.3.2. Mise en place et suivi de l'essai	22
2.3.2.1. Description du site expérimental	22
2.3.2.2. Caractéristiques climatiques	23
2.3.2.3. Caractéristiques édaphiques	23
2.3.2.4. Travail du sol	24
2.3.2.5. Dispositif expérimental	24
2.3.2.6. Semis	25
2.3.2.7. Irrigation	25
2.3.2.8. Désherbage	25
2.3.3. Paramètres biométriques étudiés sur les populations expérimentales de <i>Datura innoxia</i>	26
2.3.3.1. Taux de levées des populations	26
2.3.3.2. Caractères observés sur les plants	26
2.3.3.3. Caractères observés sur les capsules et les graines	27
2.4. Extraction et dosage des alcaloïdes tropaniques des différentes populations expérimentales de <i>Datura innoxia</i>	27
2.4.1. Matériel biologique	27
2.4.2. Méthode d'extraction	28
2.4.2.1. Principe d'extraction	28
2.4.2.2. Dosage des alcaloïdes	28
2.5. Méthodes d'analyses des résultats	28
III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS	
3.1. Etude biométrique des fruits et des graines des populations naturelles de <i>Datura innoxia</i> Mill	30
3.1.1. Longueur des capsules	30
3.1.2. Largeur des capsules	31
3.1.3. Longueur des épines	31

3.1.4. Poids sec des capsules vides	32
3.1.5. Longueur des graines	32
3.1.6. Largeur des graines	33
3.1.7. Poids moyen de mille graines	33
3.2. Etude de l'effet du milieu d'origine sur les populations naturelles de <i>Datura innoxia</i>	34
3.3. Etude de la germination des graines de <i>Datura innoxia</i>	34
3.3.1. Variation du taux de germination des graines en fonction de la température et de la scarification	35
3.3.2. Variation du temps moyen de germination des graines en fonction de la température et de la scarification	37
3.4. Conclusion	37
3.5. Etude biométrique des populations expérimentales de <i>Datura innoxia</i>	38
3.5.1. Taux de levée des populations	38
3.5.2. Caractérisation biométrique des plants	39
3.5.2.1. Diamètre au collet des plants	40
3.5.2.2. Hauteur du plant	40
3.5.2.3. Nombre de ramifications par plant	41
3.5.2.4. Nombre de capsules par plant	42
3.5.2.5. Longueur des fleurs	42
3.5.2.6. Surface foliaire	43
3.5.3. Caractérisation biométrique des capsules et des graines	43
3.5.3.1. Longueur des capsules	43
3.5.3.2. Largeur des capsules	44
3.5.3.3. Longueur des épines	45
3.5.3.4. Poids sec des capsules vides	45
3.5.3.5. Longueur des graines	46
3.5.3.6. Largeur des graines	46
3.5.3.7. Poids moyen de mille graines	47
3.5.3.8. Conclusion	47
3.6. Teneur alcaloïdique des feuilles issues de culture expérimentale	48
3.7. Etude des corrélations	48

3.7.1. Analyse en composantes principales des populations expérimentales de <i>Datura innoxia</i>	49
3.7.2. Répartition des populations expérimentales de <i>Datura innoxia</i> en Classification ascendante hiérarchique	52
3.8. Etude comparée des populations naturelles et expérimentales de <i>Datura innoxia</i>	53
IV. DISCUSSIONS	55
CONCLUSION GENERALE	59
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
ANNEXES	

Liste des tableaux :

Tableau I : présentation des populations de <i>Datura innoxia</i> étudiées.....	20
Tableau II : Quelques paramètres climatiques pour la période expérimentale (2007).....	23
Tableau III : caractéristiques physico-chimiques du sol de la parcelle expérimentale.....	23
Tableau IV : populations expérimentales de <i>Datura innoxia</i> étudiées sur champ.....	26
Tableau V : matrice de corrélation entre les différentes variables étudiées sur les populations naturelles de <i>Datura innoxia</i>	34
Tableau VI : temps moyen de germination des graines de <i>Datura innoxia</i> en fonction de la température et de la scarification.....	37
Tableau VII: nombre de plants obtenus après germination et taux de levées des populations de <i>Datura innoxia</i>	39
Tableau VIII : valeurs propres et taux de variance des quatre premiers axes factoriels.....	49
Tableau IX : variation du Fobs en fonction des populations et des caractères étudiés.....	54
Tableau X : valeurs moyennes des caractères biométriques évalués sur les populations naturelles et expérimentales de <i>Datura innoxia</i>	55

Liste des figures :

Figure 01 : morphologie du <i>Datura innoxia</i>	06
Figure 02 : voies de la biosynthèse des alcaloïdes tropaniques (hyoscyamine et scopolamine).....	10
Figure 03 : Schéma d'extraction et de purification des alcaloïdes tropaniques.....	14
Figure 04 : dispositif expérimental adopté pour les différentes populations de <i>Datura innoxia</i> semées.....	25
Figure 05 : variation de la longueur moyenne des capsules de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	30
Figure 06 : variation de la largeur moyenne des capsules de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	31
Figure 07 : variation de la longueur moyenne des épines de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	31
Figure 08 : variation du poids moyen sec des capsules vides de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	32
Figure 09 : variation de la longueur moyenne des graines de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	32
Figure 10 : variation de la largeur moyenne des graines de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	33
Figure 11 : variation du poids moyen de 1000 graines de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	33
Figure 12 : évolution des pourcentages cumulés de germination des graines de <i>Datura innoxia</i> en fonction du temps et de la scarification à la température de 20°C.....	36
Figure 13 : évolution des pourcentages cumulés de germination des graines de <i>Datura innoxia</i> en fonction du temps et de la scarification à la température de 27°C.....	36
Figure 14 : évolution des pourcentages cumulés de germination des graines de <i>Datura innoxia</i> en fonction du temps et de la scarification à la température de 30°C.....	36
Figure 15 : variation du diamètre moyen au collet de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	40
Figure 16 : variation de la hauteur moyenne des plants de <i>Datura innoxia</i> en fonction	41

des populations.....	
Figure 17 : variation du nombre moyen de ramifications par plants de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	41
Figure 18 : variation du nombre moyen de capsules par plants de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	42
Figure 19 : variation de la longueur moyenne des fleurs de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	42
Figure 20 : variation de la surface foliaire moyenne de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	43
Figure 21 : variation de la longueur moyenne des capsules de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	44
Figure 22 : variation de la largeur moyenne des capsules de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	44
Figure 23 : variation de la longueur moyenne des épines de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	45
Figure 24 : variation du poids sec moyen des capsules de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	45
Figure 25 : variation de la longueur moyenne des graines de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	46
Figure 26 : variation de la largeur moyenne des graines de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	46
Figure 27 : variation du poids de 1000 graines de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	47
Figure 28 : variation de la production alcaloïdique moyenne de <i>Datura innoxia</i> en fonction des populations.....	48
Figure 29 : analyse en composantes principales des populations expérimentales de <i>Datura innoxia</i> (système d'axes 1-2).....	51
Figure 30 : dendrogramme de la classification hiérarchique des populations expérimentales de <i>Datura innoxia</i>	53

Liste des abréviations :

ACP : Analyse en Composantes Principales

ADC : Arginine Décarboxylase

CAH : Classification Ascendante Hiérarchique

CCM : Chromatographie en Couche Mince

CHCl₃ : chloroforme

CM (a) : carré moyen factoriel

CM (r) : carré moyen résiduel

D.B.K: Draa Ben Khedda

DC : diamètre au collet

GNS : graines non scarifiées

GPS : Global Positioning System

GS : graines scarifiées

HP : hauteur du plant

HS : hautement significatif

Hyos : hyoscyamine

LAC : largeur des capsules

LAG : largeur des graines

LOC : longueur des capsules

LOE : longueur des épines

LOF : longueur des fleurs

LOG : longueur des graines

LOE : longueur des épines

MS : matière sèche

NCGNSG : nombre cumulé de graines non scarifiées germées

NCGSG : nombre cumulé de graines scarifiées germées

NCP : nombre de capsules par plant

NH₄OH : ammoniacque

NRP : nombre de ramification par plant

ODC : Ornithine Décarboxylase

OMT : Ornithine Méthyle Transférase

PAL : production alcaloïdique

PGGNS : pourcentage de germination des graines non scarifiées

PGGS : pourcentage de germination des graines scarifiées

PMG : poids de mille (1000) graines

Pop : populations

p.p.d.s : plus petite différence significative

PSCV : poids sec de la capsule vide

S : significatif

Scop : scopolamine

SF : surface foliaire

THS : très hautement significatif

INTRODUCTION GENERALE :

Le Maghreb, dont l'Algérie, est caractérisé par une grande diversité génétique végétale. Cette diversité s'explique par la grande variété des milieux agro écologiques qui s'y trouvent (LEFORT in BENMOHAMED, 1997). Dans ce contexte, BOUZIDI et *al.* (2002) indiquent que l'Algérie possède une flore très riche et diversifiée notamment en plantes toxiques, qui comprennent des plantes vénéneuses et hallucinogènes, capables de provoquer des symptômes graves, même lorsqu'elles sont consommées en faibles quantités, causant des perturbations des métabolismes des différents organes et pouvant provoquer la mort.

Les *Solanacées* passent pour l'une des familles les plus riches en espèces dangereuses, leur métabolisme conduit à une large variété de molécules toxiques et l'on remarque que les différentes espèces d'un même genre peuvent souvent élaborer des substances très différentes (BRUNETON, 2005), constituant une source importante de substances notamment pour le secteur de l'industrie pharmaceutique. Ces substances sont des produits du métabolisme secondaire (terpène, alcaloïdes...). L'accumulation de ces substances dans les plantes dites « médicinales » leur confère les vertus thérapeutiques. En pharmacologie, ces substances, encore appelées « principes actifs » sont utilisées directement sous forme de plantes fraîches, de poudre ou de préparations galéniques, elles sont également utilisées pures après extraction ou en mélange (BRUNETON, 1995).

Le *Datura innoxia* Mill., appartenant à cette famille est originaire du Mexique, il est répandu dans plusieurs zones chaudes et humides du monde (DUCROCQ, 1994). C'est une plante peu exigeante en culture et se contente des sols pauvres et drainants (DIDIER, 2001). Le feuillage exhale une odeur déplaisante et toutes les parties de la plante renferment des alcaloïdes tropaniques (LOCKWOOD, 1973), qui sont des substances particulièrement intéressantes pour leurs activités pharmacologiques, qui s'exercent dans les domaines les plus variés : sympathique et parasympathique, cardiovasculaire, anesthésie, maladies respiratoires etc. (BRUNETON, 1987).

Les alcaloïdes forment une grande famille très hétérogène de métabolites secondaires. Chimiquement, ce sont des matières organiques, composées de carbone, d'hydrogène, d'azote et d'oxygène (BRUNETON, 2005)

Selon HOUMANI et COSSON (2000), l'Algérie est un pays importateur de substances destinées à l'industrie pharmaceutique. HAMMICHE et GUEYOUCHE (1988), indiquent à ce propos que les statistiques portant sur les années 90 montrent que l'Algérie a importé en moyenne et par an 2.3kg d'atropine et 350kg d'alcaloïdes divers, alors que de nombreuses plantes productrices d'alcaloïdes y poussent à l'état sauvage (HOUMANI et COSSON, 2000).

Dans un programme d'amélioration génétique, la diversité est très appréciée par le chercheur, elle constitue un véritable réservoir de caractères agronomiques intéressants et indispensables, pour la création variétale (LEFORT et BUSON in BENMOHAMED, 1997). La préparation de programme de sélection et d'amélioration débute nécessairement par des prospections systématiques des espèces spontanées ou subsponnées ayant pour but de recenser le maximum de variabilité en vue de l'analyser et de la valoriser.

La connaissance précise des caractéristiques biologiques et des exigences écologiques d'une espèce végétale, constitue la pierre angulaire de tout programme visant à sa conservation, son amélioration, et sa domestication. Dans cette perspective, le présent travail a été consacré à l'étude de l'espèce *Datura innoxia* Mill., afin de la mieux caractériser et d'évaluer ses aptitudes productrices d'alcaloïdes tropaniques en rapport avec sa diversité morphologique. Il a porté précisément sur la variabilité morphologique et la production alcaloïdique de populations de *Datura innoxia* provenant de différents sites bioclimatiques de l'Algérie.

Ce travail comporte trois grandes parties. La première partie est une synthèse bibliographique sur le sujet traité, la deuxième partie présente le matériel végétal étudié ainsi que les différentes méthodes d'études utilisées et la troisième partie est consacrée aux différents résultats de :

- L'étude biométrique des populations naturelles de *Datura innoxia*, à travers une analyse statistique des différentes mesures effectuées sur les fruits et les graines de ces populations.
- L'étude de la germination au laboratoire des graines de *Datura innoxia* dans des différentes températures.

- L'étude morphologique ainsi que la quantification des alcaloïdes tropaniques des populations de *Datura innoxia* en culture expérimentale, avec l'analyse statistique des résultats obtenus.

I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE :

1.1. Présentation du genre *Datura* L. :

1.1.1. Origine et aire de répartition :

Les genres tropicaux et subtropicaux *Brugmansia* et *Datura* sont parents, les grandes espèces ligneuses à fleurs retombantes sont rattachées à *Brugmansia* qui compte huit (08) espèces annuelles ou vivaces, cultivées pour leurs grandes fleurs décoratives généralement odorantes (BURNIE et al. 1997).

Le genre *Datura* L., appartient à la famille des *Solanaceae*, caractérisée par une grande homogénéité de caractères notamment botaniques et biochimiques, elle contient environ deux mille cinq cents espèces regroupées en quatre vingt dix genres (DIDIER, 2001).

D'après BIANCHINI et PANTANO (1986), le genre *Datura* regroupe plusieurs espèces telles que : *D. innoxia*, *D. tatula*, *D. stramonium*, *D. quercifolia*, *D. candida*, *D. sanguinea*, *D. meltoïdes* et *D. metel*. Ces mêmes auteurs indiquent que ce genre est originaire d'Europe, alors qu'OZENDA (1977), signale qu'il est d'Amérique. Ce genre est répandu au Mexique et dans les régions méditerranéennes (DOERK et al. 1991), ainsi que dans les régions tempérées et chaudes du monde (COURTIN, 2004).

1.1.2. Intérêts des *Daturas* :

En plus de leur rôle dans la pharmacologie, les *Daturas* trouvent plusieurs autres applications dans divers domaines tels que la phytopathologie, l'agriculture biologique, l'écologie, la physiologie et l'ornementation (DUVAL, 1991).

HARBOUCHE (2005), indique qu'en agriculture biologique, la plante donne avec le pyrèthre d'excellents résultats contre le doryphore, cultivée ou poussée comme mauvaise herbe, elle attire les adultes du doryphore, qui pendent sur les plantes, les larves lorsqu'elles naissent se mettent aussitôt à dévorer les feuilles, s'empoisonnent et meurent.

Selon (BONNIER, 1990) les graines de cette plante sont utilisées pour engraisser certains animaux, ainsi, les marchands de chevaux s'en servent pour donner l'apparence de l'embonpoint et de la bonne santé aux chevaux amaigris.

Dans le domaine écologique, les *Daturas* peuvent être utilisés pour décontaminer les eaux et les sols pollués par les métaux lourds. A ce propos, JEAN (2007) signale que le *Datura innoxia* est capable de se développer en présence d'éléments métalliques ; cette plante est communément retrouvée sur les talus de mines abandonnées, ce qui démontre encore sa tolérance aux métaux. De plus, différentes études ont montré que *Datura innoxia* montre des capacités d'accumulation des métaux tout en développant une forte biomasse ; elle est

tolérante au Zinc (VAILLANT et al. 2005), au Nickel, au Plomb (KELLY et al. 2002) et au Chrome (VERNAY et al. 2008). En effet, elle est capable d'accumuler dans ses feuilles une quantité de 10 mg de Chrome par 1kg de matière fraîche sans présenter des signes de toxicité (JEAN et al. 2008). Les études de BOOJAR et GOODARZI (2007) ont démontré que les feuilles de *Datura stramonium* ont la capacité de stocker le Cuivre dans les vacuoles et les chloroplastes avec des taux respectifs de 42% et 08 %.

COSSON et al. (1978) indiquent que dans le domaine de la physiologie, les alcaloïdes des *Daturas* sont d'excellents détecteurs des réactions du métabolisme azoté de la plante vis-à-vis des variations du milieu, cette caractéristique fait de ces métabolites secondaires des marqueurs de certains processus physiologiques lors du développement de la plante.

Dans le domaine de la phytopathologie, le *Datura metel* possède des propriétés antifongiques, en effet son extrait solubilisé avec du méthanol présente une activité potentielle contre les champignons du genre *Aspergillus* en inhibant la germination de ses spores (DABUR et al. 2004), ainsi que *Rhizoctonia solani* qui affecte le riz et provoque des pertes énormes chaque année (KAGALE et al. 2004).

Selon FERESHTEH et al. (2005), l'extrait des feuilles de *Datura innoxia* présente une activité antibactérienne contre le *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis* et *Staphylococcus aureus*.

1.1.3. Principales espèces du genre *Datura* existantes en Algérie :

HOUMANI-BENHIZIA (1999) a identifié au cours de ses prospections à travers plusieurs régions de l'Algérie, huit espèces de plantes productrices d'alcaloïdes tropaniques, appartenant à trois genres de la famille des *Solanaceae* : *Atropa*, *Datura* et *Hyoscyamus*. *Datura* est le genre le plus représenté avec cinq espèces annuelles : *Datura ferox*, *Datura quercifolia*, *Datura innoxia*, *Datura stramonium* et *Datura tatula*, ces espèces sont considérées comme des mauvaises herbes qui poussent essentiellement dans les champs cultivés.

1.2. Caractères morphologiques et physiologiques du *Datura innoxia* Mill. :

Selon (DUCROCQ, 1994), *Datura innoxia* est une plante annuelle de port dressé, elle peut atteindre 2 m de hauteur, les feuilles sont couvertes de nombreux poils en leur donnant un aspect velouté, elles sont simples, alternes et munies d'un long pétiole cylindrique parcouru sur la face supérieure par un long sillon. La forme du limbe varie en fonction de sa position sur la tige ; c'est ainsi que les feuilles formées sur les premières ramifications ont un

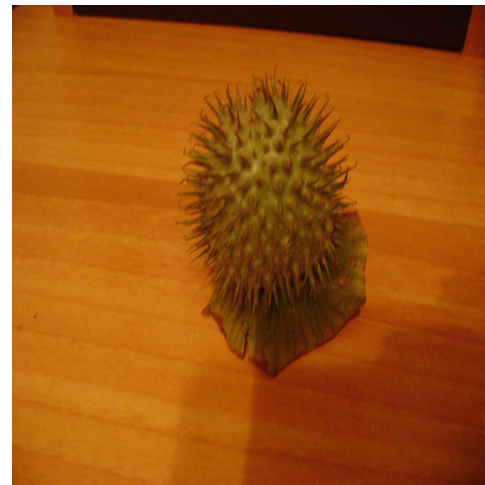
limbe peu découpé, alors que les feuilles les plus tardives situées aux sommets des plantes présentent un limbe denté (PARIS et MOYSE, 1971).

D'après JOUZIER (2005) la spectaculaire floraison s'étale sur une longue période qui débute en juillet et finit en septembre, les fleurs solitaires, de 15 à 18 cm de long, d'un blanc pur sont dressées vers le ciel. Les fruits sont des capsules pendantes, globuleuses ou ovoïdes pouvant atteindre 5 à 7cm de diamètre et couvertes de piquants effilés. Elles contiennent plusieurs centaines de graines qui rappellent celles de la tomate, de couleur brune, mesurant environ 05 mm de long (DUCROCQ, 1994).

Les racines sont ramifiées et peu profondes, la racine primaire est volumineuse et pivotante (DAMBRI, 1998).



-A-



-B-

Figure 01 : morphologie du *Datura innoxia* (parcelle expérimentale E.N.S.A., 2007)

A: plant (G X 6.06).

B: fruit (G X 2.25).

1.3. Les alcaloïdes tropaniques du *Datura innoxia* :

Ces alcaloïdes sont des métabolites secondaires qui caractérisent le genre *Datura* (DONCHEVA et al. 2006). Ce sont des composés azotés basiques, de structure complexe, qui se trouvent dans de nombreuses plantes, comme produits de déchets du métabolisme, ils apparaissent liés aux acides organiques (acide acétique, acide malique, acide tropique des solanacées ou aux tannins) dans le cytoplasme des tissus extérieurs (par exemple de l'écorce) (THURZOVA, 1981).

Les alcaloïdes ont une activité biologique et ils entrent dans la composition de nombreux médicaments comme principes actifs, doués de propriétés physiologiques et toxicologiques remarquables. Les plantes les utilisent dans leur système de défense contre les herbivores et les pathogènes (HARBOUCHE, 2005) et dans la modulation du comportement de la plante par rapport à son environnement tel que la résistance au stress (VALLET, 1996).

Les alcaloïdes tropaniques sont produits souvent par les solanacées et par d'autres familles proches. Les plus souvent réputés sont des esters d'un acide aromatique (acide tropique) et d'un alcool (KOELEN et GROSS, 1982).

Pour qu'une plante soit classée comme alcaloïdifique, il faut qu'elle renferme une teneur minimale d'alcaloïdes de l'ordre de 0,1‰ (SCHAUMBERG et PARIS, 1977). Les travaux de COSSON (1972) sur le *Datura innoxia* montrent que la scopolamine est l'alcaloïde dominant durant tous les stades de développement ontogéniques de la plante. Cette espèce renferme 0.3 % à 0.5 % d'alcaloïdes totaux, avec comme base principale la scopolamine accompagnée d'hyoscyamine et d'atropine (PETRI et BAJAJ, 1989).

1.3.1. Localisation histologique des alcaloïdes tropaniques :

Selon GAD et al., cités par ZAMRI (2000), les alcaloïdes sont présents dans les divers organes de la plante à des concentrations différentes, dans ce contexte, HOPKINS (2003) indique que les concentrations des alcaloïdes rapportées à la masse totale de la plante sont très faibles, mais elles peuvent être très élevées dans certains organes ou certains tissus particuliers. Les structures qui accumulent des alcaloïdes sont celles qui sont impliquées dans la survie de l'espèce dans son biotope (jeunes inflorescences par exemple), ou dans celles exposées à la périphérie de la plante et qui sont les premières susceptibles d'être attaquées par les herbivores (les feuilles).

Selon PLANK et al., cités par VALLET (1996), les alcaloïdes se trouvent au niveau des poils glandulaires de l'épiderme et des poils racinaires du rhizome, ce qui indiquerait une sorte de mécanisme d'excrétion, ils sont d'ailleurs excrétés dans le phloème intercellulaire et

le parenchyme médullaire, où ils se cristallisent dans des cellules particulières : les idioblastes.

L'hyoscyamine est synthétisée dans les racines et transportée par le xylème jusqu'aux feuilles où elle peut être redistribuée par le phloème de façon acropète et basipète, tandis que sa conversion en scopolamine par époxydation a essentiellement lieu dans le mésophile photosynthétique des feuilles et les chloroplastes semblent être le site principal de cette époxydation (PLANK et WAGNER, 1986).

BRUNETON (1987), constate que la microchimie permet de montrer que, d'une façon constante, les alcaloïdes sont localisés dans les tissus périphériques : téguments de la graine, assise externe, écorce de tiges et de racines, épiderme et couche sous épidermique des feuilles (époderme), ainsi que dans les pétioles et les nervures. La quantité maximale d'atropine se trouve dans les feuilles médianes de la plante et la quantité maximale de scopolamine est observée dans les feuilles apicales (MIRALDI *et al.* 2001).

A la floraison et à la fructification, les alcaloïdes vont se localiser fréquemment dans les pièces florales, dans les fruits ou dans les graines (GUIGNARD, 1979).

Du fait de leur toxicité, leur production est limitée et leur stockage a lieu dans les vacuoles à l'écart du métabolisme. Dans les fleurs, les sépales constitueraient des sites d'accumulation comparables aux feuilles ; la corolle n'en contient que des traces. (LOVETT et POTTS, 1987).

1.3.2. Biosynthèse des alcaloïdes tropaniques :

La biosynthèse des alcaloïdes tropaniques (figure 02) a attiré l'attention de plusieurs auteurs durant de longues années (DURAN-PATRON *et al.* 2000). Ainsi, les grandes lignes de la biosynthèse des alcaloïdes sont connues, notamment grâce à l'emploi d'éléments marqués (GUIGNARD, 1979).

Selon GUIGNARD *et al.* (1985), les racines sont le siège de la biosynthèse de l'hyoscyamine. Dans ce contexte, DEMEYER et DEJAEGERE (1992), indiquent que la racine absorbe l'azote de la solution du sol, qui sera inclus dans la synthèse du premier acide aminé qui est la glutamate, à partir duquel se forme l'ornithine.

Selon VALLET, (1996) l'hyoscyamine et la scopolamine (qui sont les plus importants alcaloïdes du *Datura*) sont issus du cycle de polyamines. Les deux précurseurs de la chaîne de biosynthèse sont l'ornithine et l'arginine et les deux activités enzymatiques initiales sont l'ornithine décarboxylase (ODC) et l'arginine décarboxylase (ADC).

HEBY (1981), constate que l'hyoscyamine, provient de l'estérification de l'acide tropique et du tropanol, ce dernier est synthétisé à partir de l'ornithine, qui est méthylée par l'ornithine méthyl transférase (OMT) en N-méthyl ornithine. Une décarboxylation, conduit à la N-méthyl putrescine, qui peut également provenir de la méthylation de la putrescine par la putrescine n-methyltransférase. L'action de la N-méthyl putrescine oxydase engendre le 4-methylamino-butanol, qui par décarboxylation donne le noyau N-méthylpyrrolinium, sa condensation avec l'acétoacétate donne l'hygrine. La cyclisation de cette dernière conduit au tropinone qui sera réduit par la tropinone réductase en tropine. L'acide tropique, quant à lui, dérive de la phenylalamine, la tropine estérifiée par l'acide tropique donne ainsi l'hyoscyamine.

La voie de biosynthèse de la scopolamine est complexe et fait intervenir plusieurs précurseurs différents, mais cet alcaloïde est directement issu de l'hyoscyamine par époxydation, ce phénomène met en jeu deux (02) enzymes, l'hyoscyamine 6-b- hydroxylase localisé au niveau du péricycle des jeunes racines et l'hyoscyamine 6-b- époxydase principalement localisé dans les feuilles (HASHIMOTO et *al.* 1991).

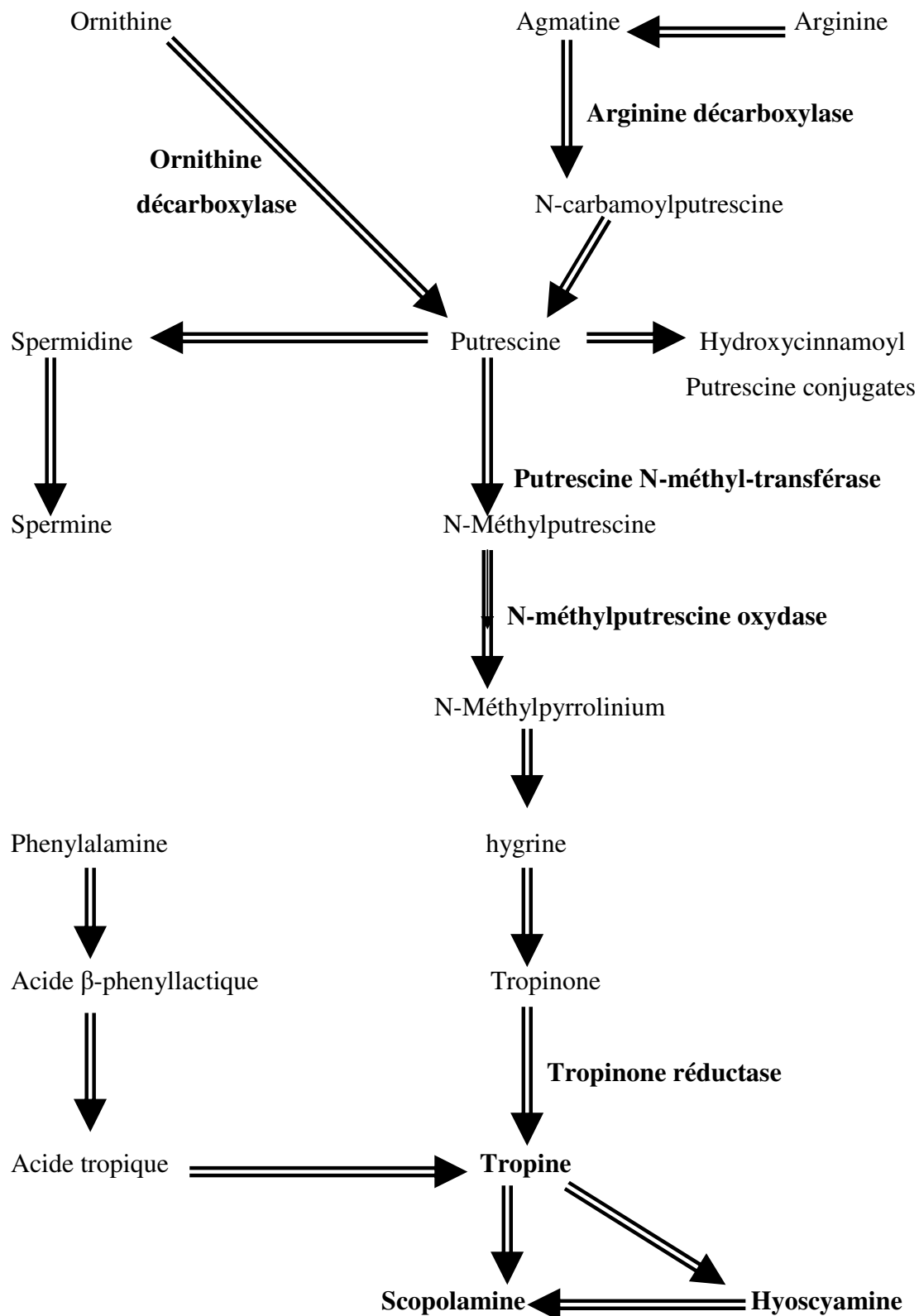


Figure 02 : voies de la biosynthèse des alcaloïdes tropaniques (hyoscyamine et scopolamine) (ROBINS *et al.*, in FELIDJ, 1998)

1.3.3. Extraction et purification des alcaloïdes tropaniques :

Selon BRUNETON (1987), l'extraction des alcaloïdes est fondée, en règle générale, sur le fait qu'ils existent dans la plante à l'état de sels ou de combinaisons solubles, sur leur caractère basique et donc sur la solubilité différentielle des bases et des sels dans l'eau et dans les solvants en fonction du pH. La drogue est préférablement pulvérisée pour la rendre perméable aux liquides d'extraction (solvants organiques polaires, non polaires ou l'eau acidifiée) PARIS et HURABIELLE (1981) (figure 03). Les solvants utilisés pour l'extraction sont le chloroforme, le dichlorométhane et le benzène (MROCZEK et *al.* 2006).

La purification consiste à faire passer les alcaloïdes de la phase organique à la phase aqueuse par acidification et inversement de la phase aqueuse à la phase organique par alcalinisation : on élimine les impuretés solubles dans les solvants organiques (lipides, résines, chlorophylle) et les impuretés hydrosolubles comme les sucres, les sels minéraux et organiques (PARIS et HURABIELLE 1981).

BRUNETON (1987), distingue deux méthodes d'extraction d'alcaloïdes :

1.3.3.1. Extraction en milieu alcalin :

- La drogue pulvérisée est mélangée à une solution aqueuse alcaline, l'agent d'alcalinisation est très souvent l'ammoniaque et dans certains cas particuliers la chaux et la soude peuvent être utilisées, les bases ainsi libérées sont ensuite solubilisées dans un solvant organique, qui peut être un solvant chloré, le benzène ou l'éther diéthylique.
- Le solvant organique contenant les alcaloïdes bases est séparé et si nécessaire concentré par distillation sous pression réduite, il est alors agité à plusieurs reprises avec une solution aqueuse acide (HCl, H₂SO₄, H₃PO₄, acide sulfamique, acide citrique).
- Les alcaloïdes se solubilisent sous forme de sels dans la phase aqueuse tandis que les pigments, stéroïdes et autres impuretés restent en solution dans la phase organique.
- Les solutions aqueuses de sels d'alcaloïdes sont alcalinisées par une base en présence d'un solvant non miscible.
- Le solvant organique contenant les alcaloïdes bases est décanté, débarrassé des traces d'eau qu'il peut renfermer par déshydratation sur un sel anhydre, et évaporé sous vide, il reste alors un résidu : les alcaloïdes totaux.

1.3.3.2. Extraction en milieu acide :

Deux cas peuvent se présenter :

- ❖ Dans le premier cas la drogue pulvérisée est directement épuisée par de l'eau acidifiée.
- ❖ Dans le deuxième cas c'est avec une solution alcoolique ou hydro alcoolique d'acide, qu'est réalisé l'épuisement

Dans les deux cas on se retrouve avec une solution aqueuse d'alcaloïdes sels qui peut être traitée de différentes façons :

- Alcalinisation et extraction des bases par un solvant organique
- Fixation des alcaloïdes sur des résines échangeuses d'ions puis élution par des acides forts
- Précipitation des alcaloïdes sous une forme d'iodomercures par du réactif de Meyer concentré, le complexe formé est récupéré par filtration ou centrifugation, redissous dans un mélange hydro-alcool-acétonique et décomposé par passage sur des résines échangeuses d'ions.

1.3.4. Identification des alcaloïdes :

Le grand intérêt des métabolites secondaires, a dirigé l'intention vers leurs méthodes d'analyse (DRAGER, 2002).

BRUNETON (1987), signale que quelle que soit la méthode choisie pour extraire les alcaloïdes, ce ne sont pas des produits purs qui sont obtenus mais des alcaloïdes totaux, mélanges souvent complexes de bases qu'il est nécessaire de séparer entre elles en utilisant les différentes méthodes chromatographiques :

- Chromatographie sur couche mince.
- Chromatographie en phase gazeuse.
- Chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de base ou à un simple intégrateur.

Découverte par TWESTT en 1903, la chromatographie est une technique analytique qui permet la séparation des constituants d'un mélange en phase homogène liquide ou gazeuse, elle est définie comme étant l'enregistrement graphique des couleurs, elle présente différentes techniques d'applications (sur papier, sur couche mince, en phase gazeuse et en phase liquide), qui ont élargi son utilisation à tous les mélanges de substances naturelles incolores.

Le principe de la chromatographie repose sur l'équilibre de concentrations des composés présents entre deux phases en contact ; la phase stationnaire (liquide ou solide) et la

phase mobile (liquide ou gazeuse) qui se déplace, la séparation est basée sur l'entraînement différentiel des constituants présents dans la phase stationnaire.

Ces constituants parcourent cette dernière avec des temps proportionnels à leurs propriétés intrinsèques (taille, structure...) ou à leur affinité avec la phase stationnaire (polarité), (BEGGAS et BOUDA, 2002).

La chromatographie en couche mince (en abrégé CCM) est particulièrement indiquée dans la recherche analytique des drogues en pharmacie, cette technique requiert peu de substances à analyser (environ 100 mg) et un appareillage réduit, la durée d'une analyse varie entre 15 minutes et 60 minutes et la réalisation en est simple (STAHL, 1975).

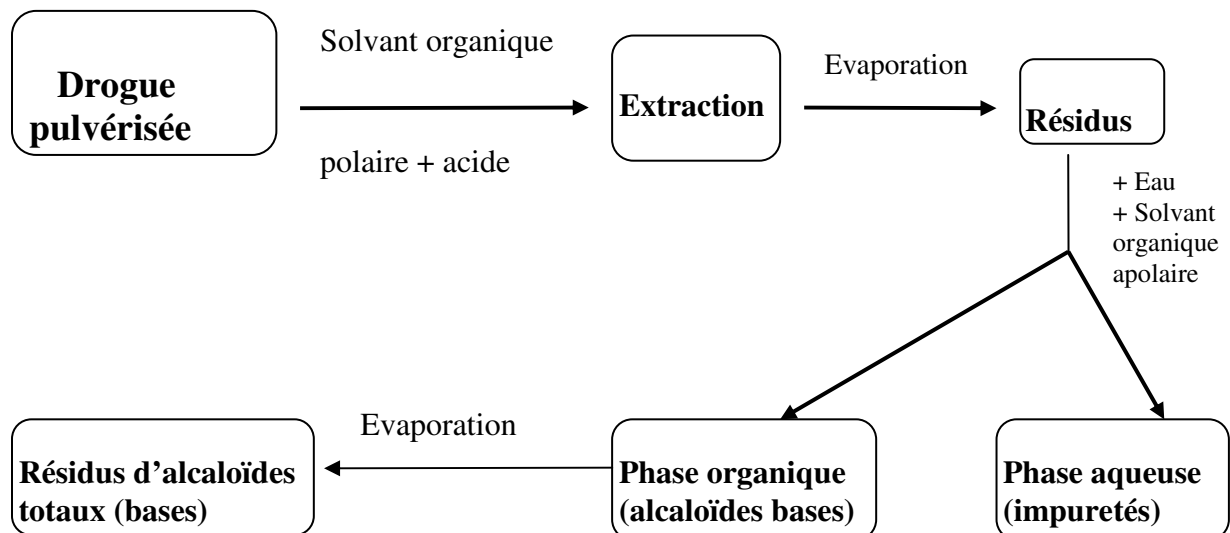


Figure 03 : Schéma d'extraction et de purification des alcaloïdes tropaniques d'après PARIS et HURABIELLE (1981)

1.4. Propriétés médicinales et toxicité du *Datura* :

1.4.1. Propriétés médicinales :

Le *Datura* a toujours fait partie du bagage des sorciers et sorcières qui s'en servaient pour ses propriétés narcotiques. Il n'est pas étonnant que sa réputation fût pendant longtemps des plus mauvaises et ce n'est que vers la moitié du 18^{ème} siècle que ses réelles propriétés thérapeutiques furent reconnues (POLETTI, 1987).

Les feuilles et les graines de ces plantes développent des actions de type antinévralgiques, antispasmodiques et antirhumatismales, dues à la présence de nombreux alcaloïdes dont l'ensemble s'appelle daturine (BIANCHINI et CORBETTA, 1975). Les alcaloïdes ou les extraits de plantes qui en renferment sont été utilisés comme médicaments, relaxants musculaires, analgésiques, tranquillisants et psychotropes (HOPKINS, 2003).

ISERIN (2001), signale que le *Datura innoxia* s'emploie pour soigner l'asthme, la toux, la fièvre et les maladies de la peau.

Pour POLETTI (1987), les *Datura* sont des plantes vénéneuses très dangereuses et leur emploi doit être réservé à des personnes qualifiées sous contrôle médical, en outre, la tolérance envers ces drogues est très personnelle et des symptômes d'empoisonnement peuvent apparaître même pour des doses minimales. Ainsi, la dose thérapeutique recommandée de l'atropine et la scopolamine est de 0,5 mg pour un adulte de poids moyen (DIKER et *al.* 2007).

1.4.1.1. Action médicinale de l'hyoscyamine :

DOMART et BOURNEUF (1986), indiquent que l'hyoscyamine est employée sous forme de sulfate ou de bromohydrate pour son action parasympatholytique en particulier dans les spasmes digestifs. En collyre, elle a une action mydriatique énergique (elle dilate la pupille). A des doses toxiques, elle peut engendrer un état d'excitation, avec des manifestations convulsives jusqu'à l'arrêt respiratoire par paralysie des muscles (GAY et *al.* 1981).

1.4.1.2. Action médicinale de la Scopolamine :

MARX et PRETORIUS (2006), indiquent que la scopolamine a des propriétés relaxantes et hallucinogènes. Par ailleurs, DOMART et BOURNEUF (1986), signalent que le sel officinal (le bromohydrate de scopolamine) est utilisé pour son action sédatrice et hypnotique et selon VERDRAGER (1978), cet alcaloïde potentialise l'action des anesthésiques et de la morphine, on l'utilise en association avec la morphine pour la préparation de l'anesthésie générale des

grandes interventions chirurgicales, on l'utilise également en injections intramusculaires ou intraveineuses pour calmer les douleurs de l'entorse qu'elle soulage d'une façon spectaculaire. A forte dose, la scopolamine agit sur le système nerveux central, en provoquant des agitations, des hallucinations, le délire et dans les cas extrêmes, elle peut entraîner un état comateux (DORVAULT, 1982).

La consommation mondiale en scopolamine est plus élevée que celle de l'hyoscyamine car utilisée comme matière première pour plusieurs drogues semi synthétiques (DRAGER, 2006).

1.4.1.3. Action médicinale de l'atropine :

DOMART et BOUFRNEUF (1986), signalent que l'atropine s'emploie sous forme de sulfate d'atropine qui a une action inhibitrice sur le parasympathique que l'on utilise dans l'asthme, les toux réflexes, les spasmes coliques, vésiculaires, urétéraux ; c'est un anti sécréteur, à petite dose et sous forme de collyre s'emploie pour dilater la pupille.

BRUNETON (1987), constate qu'au niveau des sécrétions, l'atropine abaisse le débit du suc gastrique, par diminution de la part des sécrétions qui est d'origine vagale et indirectement par inhibition partielle de la sécrétion dite chimique. Les autres sécrétions sont de la même manière, freinées par l'atropine : sécrétions pancréatique, sudorale et salivaire.

1.4.2. Intoxications par le *Datura* :

Les *Daturas* sont des plantes hallucinogènes, qui apparaissent comme les plus importantes espèces impliquées dans l'intoxication par les alcaloïdes tropaniques (NAUDE, 2007). Ils sont capables de provoquer des symptômes graves, même lorsqu'ils sont consommés en faibles quantités, causant des perturbations des métabolismes des différents organes en provoquant des troubles digestifs, respiratoires, cardiaques et visuels accompagnés de délire et d'hallucinations intenses et prolongées (COUPLAN et STYNER 1994). Des décès sont provoqués dans plus de 5% des cas intoxiqués (MARC et al. 2007). Les même auteurs indiquent que les intoxications par le *Datura* se déroulent généralement en période estivale et au début de l'automne, période de floraison et de fructification de la plante.

1.4.2.1. Intoxication chez l'homme:

Aujourd'hui, malgré l'amélioration du niveau de vie et du niveau d'instruction, plusieurs études ont montré une augmentation des intoxications par des substances synthétiques (produits pharmaceutiques ou autres), mais aussi par des substances naturelles,

telles que le cannabis, la cocaïne, le khat et la stramoine ; de ce fait deviennent une préoccupation pour beaucoup de pays particulièrement ceux du tiers monde (BOUZIDI et *al.* 2002).

1.4.2.1.1. Intoxications accidentelles :

Il peut arriver que l'intoxication soit accidentelle : consommation d'aliments préparés avec des farines contaminées par des graines de *Datura* ou du miel élaboré par des abeilles butinant des *Daturas* (BRUNETON, 2005). Par ailleurs, BOUZIDI et *al.* (2002), signalent que la curiosité chez l'enfant, le pousse à découvrir les différentes parties de la plante, particulièrement les fleurs et les fruits ; ainsi ils s'empoisonnent en suçant le nectar à la base des fleurs ou en mangeant les graines, ces intoxications touchent les enfants dont l'âge compris entre 2 et 15 ans. La dose létale étant de (20) graines environ (VOLKA et STODOLA, 1983).

En Algérie, l'étude épidémiologique menée par MEHDEB (2002) au niveau de la région de Sétif, El Eulma et Bougaâ a mis en évidence 53 cas d'intoxications par cette plante entre 1989 et 2000, la catégorie des enfants et des jeunes des régions rurales est la plus touchée par ces intoxications. En effet les enfants dont l'âge compris entre 2 et 10 ans, 11 et 15 ans et 16 et 20 ans, présentent un taux d'intoxication respectivement de 62.26 %, 26.41 % et 9.43 %.

1.4.2.1.2. Intoxications volontaires :

L'accessibilité et l'absence de réglementations font du *Datura* une substance psycho active de choix pour des jeunes en quête de sensations fortes (GERMOND-BURQUIER et *al.* 2008). Généralement, l'intoxication volontaire à but festif est la forme la plus fréquente, avec ingestion le plus souvent des graines mais rarement des racines, des feuilles et des fleurs, voire des tiges (BOUZIDI et *al.* 2002). Dans la plupart des cas, l'organe choisi est consommé directement ; parfois le consommateur prépare d'abord une infusion ou une décoction destinée à être bue, des fleurs séchées peuvent être utilisées pour confectionner des cigarettes. La population concernée est le plus souvent jeune (15 à 20 ans) et majoritairement masculine (BRUNETON, 2005).

Ainsi, les patients ayant consommé la stramoine sont incohérents, agités, avec une rougeur au visage et au cou, leurs pupilles sont dilatées avec une diminution de la vision, ils présentent souvent des hallucinations (auditives, tactiles ou visuelles) et une tachycardie avec des taux approximatifs supérieur à 200 (BOUZIDI et *al.* 2002), dans les cas les plus graves,

on peut observer : coma, convulsions, et détresse respiratoire (LAPOSTOLLE et FLESCHE 2006).

1.4.2.2. Intoxications chez les animaux :

Dans les ouvrages publiés, on signale des cas d'intoxications de bovins, de chèvres, de chevaux, de volailles, de moutons et de porcs. Cependant, comme la plante a une forte odeur et un goût désagréable ; les animaux ne la mangent que lorsqu'ils ne disposent d'aucune autre nourriture (BRUNETON, 2005). Il est par contre possible que des fourrages et des graines contaminées (Maïs et Soja) soient à l'origine d'épisodes toxiques (WILLIAMS et SCOTT in BRUNETON 2005).

KOVATISIS et *al.* (1993) indiquent qu'une dose de 150mg de graines de *Datura ferox* par un (01) kg de nourriture de volaille entraîne une réduction significative du poids de ces animaux.

D'après SIEGEL cité par HARBOUCHE (2005), certains animaux ont développé des réactions de défense biochimiques contre les principes actifs de la plante, tels que les oiseaux, les sauterelles, les abeilles et les fourmis, ces dernières contribuent dans la dispersion des graines qui constituent des composés riches en substances nutritives appréciées par ces insectes.

1.5. Influence des facteurs ecophysiologiques et génétiques sur la teneur en alcaloïdes tropaniques :

Au niveau de la plante entière, la production d'alcaloïdes est déterminée et régulée par une large gamme de facteurs nutritionnels, environnementaux et biologiques (BERKOV et *al.* 2005). Selon HARBOUCHE (2005), comme pour d'autres caractéristiques de la plante, la teneur en alcaloïde est la résultante des effets des facteurs intrinsèques de la plante (stade de développement végétatif, variété) et des conditions du milieu de la région, l'expression de ces dernières peut être considérée comme la combinaison des effets du sol, la lumière, la pluviométrie, l'humidité et l'ensoleillement.

FELEDJ (2005), indique que le climat présente une grande influence sur l'accumulation des alcaloïdes majeurs (hyoscyamine et scopolamine), en effet un éclaircissement long et intense favorise l'accumulation de la scopolamine au moment de la floraison, par ailleurs l'hyoscyamine serait moins sensible aux variations de la lumière. C'est ainsi que COSSON et *al.* (1966), remarquent qu'un éclaircissement long et intense est nécessaire à l'augmentation de la teneur en scopolamine entre le troisième stade (apparition du premier

bouton floral) et le quatrième stade (début de l'épanouissement des premières fleurs) alors que les variations ontogéniques de l'hyoscyamine sont les mêmes dans les différentes conditions.

KAPAHY et SARIN (1978), étudient l'influence des conditions édaphiques et l'humidité du milieu sur le *Datura innoxia* observent que ces facteurs affectent la croissance et la production alcaloïdique de la plante. Ils concluent qu'un sol limono sableux ayant un pH variant de 6.4 à 7.4 et un taux d'humidité élevé (70%) conduisent à une meilleure croissance végétative avec une mise en graines importante. Ces conditions favorisent la production alcaloïdique des plantes.

D'après FELIDJ et HOUMANI (2006), l'exposition des plantes au stress hydrique contribuerait à l'optimisation des rendements alcaloïdiques. Ainsi, sa domestication sous différentes conditions du stress hydrique montre que les plantes non arrosées produisent presque autant d'alcaloïdes que celles arrosées tous les jours mais avec une production de phytomasse réduite de 30%.

Selon IZOUINE (2001), la composition alcaloïdique du *Datura innoxia* dépendrait des facteurs environnementaux, les plants de *Datura innoxia* poussant à l'état sauvage à l'Ouest du pays (Rouina), montrent une plus grande richesse en alcaloïdes totaux (environ deux fois plus important) par rapport à ceux étudiés par certains auteurs et récoltés à l'Est du pays (M'chedella).

Pour AMDOUN (2003), l'augmentation du calcium échangeable dans le sol entraîne une augmentation proportionnelle d'alcaloïdes des plantes de *Datura stramonium*, le calcium activerait le N-Méthyl-Transférase, qui est l'un des premières enzymes qui entre dans la biosynthèse des alcaloïdes tropaniques.

D'après BENHIZIA (1989), pour tous les stades de développement de *Datura stramonium*, les plants récoltés au mois d'août contiennent plus d'alcaloïdes que ceux récoltés en juin et juillet, le premier stade correspondant à l'apparition du premier bouton floral est plus riche en scopolamine, alors que l'hyoscyamine présente un maximum au deuxième stade correspondant à la présence de plus de trois fleurs.

Les teneurs en scopolamine et en hyoscyamine du *Datura stramonium* dépendent étroitement du stade de développement de la plante ; la teneur en scopolamine est élevée chez la plante jeune, alors que la plante adulte est plus riche en hyoscyamine et suivant la position des feuilles sur l'axe de la plante, la somme hyoscyamine + scopolamine augmente de l'apex vers la base (HOUMANI et al. 1994).

LAKHDAR EZZINE (2003), indique que la teneur en alcaloïdes tropaniques chez le *Datura ferox*, varie selon le mode de culture et le stade de développement. Ainsi, chez les plantes sauvages l'auteur a enregistré une teneur en alcaloïdes totaux des parties aériennes qui varie de 0.15g/100g de MS au stade plantule à 0.52g/100g de MS au stade plein fructification (plus de 3 fruits mures), alors que chez les plantes transplantées et cultivées en plein champ cette teneur varie de 0.55g/100g de MS au stade 1^{er} bouton floral à 0.62g/100 de MS au stade plein maturité. De ce fait, les moyennes des teneurs en alcaloïdes totaux chez les plants transplantés sont supérieures aux moyennes des plantes sauvages.

MECHLER et KOHLENBACH (1978), ont montré que les plantes diploïdes chez certaines espèces de *Datura* (*Datura météloïdes* et *Datura innoxia*) présentent des teneurs en alcaloïdes totaux plus importantes que celles des plantes haploïdes, ces teneurs dépendent également du stade de développement de la plante, en effet, les plantes diploïdes et haploïdes présentent des teneurs élevées en alcaloïdes totaux au stade végétatif, mais cette teneur diminue de façon rapide et brusque au stade de floraison et de maturation des fruits chez les plantes diploïdes tandis qu'elle est progressive chez les plantes haploïdes.

Selon BERKOV et PHILIPOV (2002), la teneur en alcaloïdes chez *Datura stramonium* est affectée aussi par le degré de ploïdie de la plante ; une comparaison entre une plante diploïde ($2n=24$ chromosomes) et une plante tétraploïde ($2n=48$ chromosomes) induite par la colchicine au cours de quatre générations, a montré une augmentation du taux d'alcaloïdes chez les tétraploïdes, aussi bien au niveau des feuilles qu'au niveau des racines.

II. MATERIEL ET METHODES

2.1. Etude biométrique des fruits et des graines de populations naturelles de *Datura innoxia* :

2.1.1. Origine du matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé pour notre étude provient des prospections réalisées par MORSLI A., en juillet (2006) à travers le Nord de l'Algérie. Ainsi, les fruits de *Datura innoxia* ont été collectés sur 45 sites prospectés. Lors de ces prospections, les altitudes des différents sites sont relevées par GPS et les précipitations moyennes annuelles (2005-2006) des différentes régions prospectées sont recueillies à partir de l'Office National de la Météorologie (Dar El Beïda).

Notre travail a porté donc sur quatorze populations Algériennes de *Datura innoxia* réparties comme suit (tableau I) :

Tableau I: présentation des populations de *Datura innoxia* étudiées.

Populations et leurs codes	Provenances	Altitude (m)	Précipitations Moyennes annuelles (mm)	Etages bioclimatiques
<i>Datura innoxia</i> N1	El Tarf	2.20	1000	Sub humide
<i>Datura innoxia</i> N2	El Milia (Jijel)	69	852.65	Sub humide
<i>Datura innoxia</i> N3	Jijel	47	852.65	Sub humide
<i>Datura innoxia</i> N4	D.B.K (Tizi ousou)	29	601	Sub humide
<i>Datura innoxia</i> N5	Béni Mered (Blida)	129	598	Sub humide
<i>Datura innoxia</i> N6	Guerouaou (Blida)	188	598	Sub humide
<i>Datura innoxia</i> N7	Ain Defla	231	470	Sub humide
<i>Datura innoxia</i> N8	El Attaf (Ain Defla)	166	470	Sub humide
<i>Datura innoxia</i> N9	Djelida (Ain Defla)	283	470	Sub humide
<i>Datura innoxia</i> N10	Ténès	83	447.3	Semi aride
<i>Datura innoxia</i> N11	Oued Sly (Chlef)	108	350.65	Semi aride
<i>Datura innoxia</i> N12	Boukadir (Chlef)	106	350.65	Semi aride
<i>Datura innoxia</i> N13	Hammam Bouhdjar (Ain Temouchent)	173	310	Semi aride
<i>Datura innoxia</i> N14	Boussaâda	553	242.9	Aride

2.1.2. Caractères biométriques étudiés :

2.1.2.1. Sur les capsules :

Les caractères biométriques notés sur les fruits de *Datura innoxia* sont respectivement : la longueur de la capsule (**LOC**), sa largeur (**LAC**) et la longueur des épines (**LOE**). Les mesures sont faites à l'aide d'un pied à coulisse électronique.

2.1.2.2. Sur les graines :

Les caractères retenus sont la longueur de la graine (**LOG**) et sa largeur (**LAG**). Les mesures de longueurs et de largeurs des graines ont été effectuées à l'aide d'un pied à coulisse électronique.

2.2. Etude de la germination des graines de *Datura innoxia* :

Afin d'étudier l'effet de la température et de la scarification sur le pouvoir germinatif des graines de *Datura innoxia*, un test de germination a été effectué au laboratoire sur la population N12 provenant de Boukadir (Chlef).

Un lot de soixante (60) graines a été désinfecté dans une solution d'hypochlorite de sodium à 2° pendant 5mn, afin d'éliminer les agents saprophytes se trouvant à la surface des graines, puis rincé trois fois avec de l'eau distillée stérile et séché sur du papier buvard. Ce lot est divisé en deux lots de 30 graines, l'un subit une scarification qui consiste à enlever l'enveloppe des graines à l'aide d'un coupe-ongles et l'autre lot ne subit pas ce processus (scarification). Ainsi, les graines scarifiées et non scarifiées ont été mises à germer dans des boîtes de pétri tapissées de coton recouvert de papier filtre, le tout imbibé d'eau distillée, à raison de quinze (15) graines par boîte.

La germination s'est déroulée à la température ambiante du laboratoire 20° (température moyenne pendant l'essai) et aux températures contrôlées de 27°C et 30°C à l'étuve.

La durée du test a été fixée à 30 jours, le nombre de graines germées a été noté à des intervalles réguliers de 2 jours et les arrosages ont été effectués régulièrement.

Pour exprimer la germination nous avons adopté 2 paramètres définis par COME (1970) à savoir :

- Les courbes de germination qui expriment l'évolution du pourcentage cumulé de germination dans les conditions considérées.

- La vitesse de germination correspondant au temps moyen de germination exprimé en jours et calculée par la formule suivante :

$$\text{TMG} = \frac{N_1 T_1 + N_2 T_2 + \dots + N_N T_N}{N_1 + N_2 + \dots + N_N}$$

TMG : temps moyen de germination.

N₁ : nombre de graines germées au temps T₁

N_N : nombre de graines germées au temps T_N

2.3. Etude morphologique et quantification des alcaloïdes tropaniques des populations de *Datura innoxia* en culture expérimentale

2.3.1. Origine du matériel végétal :

Les graines utilisées lors de la présente expérimentation, proviennent des différentes populations de *Datura innoxia*, récoltées lors des missions de prospections et figurant dans le tableau I.

2.3.2. Mise en place et suivi de l'essai :

2.3.2.1. Description du site expérimental :

L'essai a été mené en plein champ au niveau de la station expérimentale du département de Foresterie et Protection de la nature de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach, situé à 20km à l'Est d'Alger (E.N.S.A). La superficie de la parcelle expérimentale est de 600m².

2.3.2.2. Caractéristiques climatiques :

La station expérimentale est située dans l'étage bioclimatique subhumide, les données climatiques (précipitation, température du sol, température et humidité relative de l'air) ont été recueillies à la station météorologique de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique, elles figurent dans le tableau (II).

Tableau II : Quelques paramètres climatiques pour la période expérimentale (2007)

Mois	Température moyenne de l'air (°C)	Température moyenne du sol (°C)	Précipitations moyennes (mm)	Humidité relative de l'air (%)
Mai (semis)	19.6	22.5	15.2	77.7
Juin	23.1	29.6	3.1	78.3
Juillet	26.5	30.0	0	79.1
Août	25.9	29.7	8.0	79.5
Septembre	23.9	26.7	33.2	78.6

Source : station météorologique E.N.S.A (El Harrach).

2.3.2.3. Caractéristiques édaphiques :

L'analyse du sol de la parcelle expérimentale réalisées par BOUDJIRIS (2007) a révélé les caractéristiques physico-chimiques figurant dans le tableau (III) et qui indiquent un sol neutre, de texture limono sableuse, pauvre en calcaire, moyennement riche en matière organique.

Tableau III : caractéristiques physico-chimiques du sol de la parcelle expérimentale

Paramètres	Caractéristiques
Matière organique	1.13
Calcaire total	3.2
Azote total	0.10%
Argile (%)	21.75%
Limon fin (%)	15.6%
Limon grossier (%)	30.12%
Sable (%)	32.53%
Sable fin (%)	3.58%
Sable grossier (%)	28.95%
Texture	Limono sableuse
pH du sol	6.9

Source BOUDJIRIS 2007

2.3.2.4. Travail du sol :

Celui -ci consiste en un labour à l'aide d'une charrue bisocs suivi d'une reprise avec des façons superficielles au cover-crop.

2.3.2.5. Dispositif expérimental :

Nous avons opté pour un dispositif en randomisation totale avec trois (03) répétitions, ainsi la parcelle expérimentale est divisée en microparcelles de 3.24 m² (3m×1.08m) et espacées de 0.58 m l'une de l'autre (figure 04).

Chaque microparcelle correspond à une population et contient deux (02) lignes espacées de 0.50 m l'une de l'autre, avec six emplacements de graines par ligne.

2.3.2.6. Semis :

Après avoir subi le processus de scarification, les graines de *Datura innoxia* ont été semées manuellement à une profondeur de 2cm. Le semis a été réalisé le 6 mai 2007 à raison de 24 graines par microparcelle (deux graines dans chaque emplacement de graines).

2.3.2.7. Irrigation :

Un système d'irrigation par micro aspersion a été installé, et les arrosages effectués régulièrement tout les jours tôt le matin, ou en fin d'après midi, la quantité journalière d'eau apportée pour chaque plante est de 50 ml.

2.3.2.8. Désherbage :

Les sillons de chaque microparcelle sont désherbés manuellement, à chaque fois que cela s'avère nécessaire et dans le but d'éviter la concurrence des mauvaises herbes avec les plants de *Datura innoxia*.

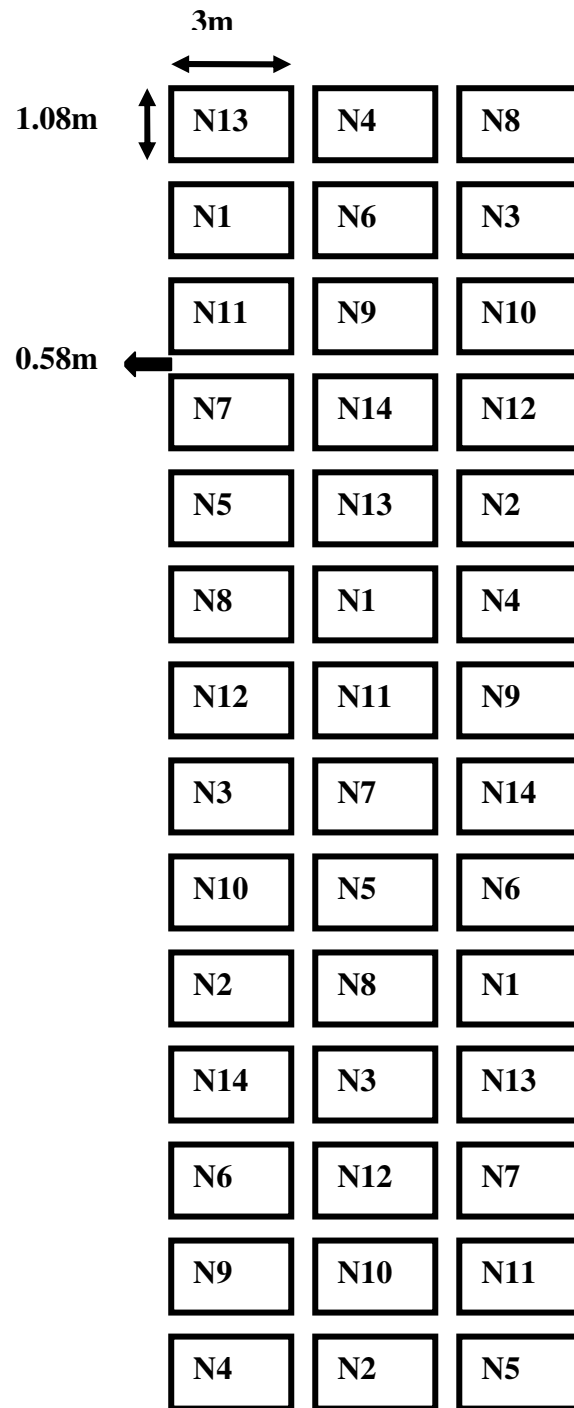


Figure 04 : dispositif expérimental adopté pour les différentes populations de *Datura innoxia* semées.

2.3.3. Paramètres biométriques étudiés sur les populations expérimentales de *Datura innoxia*:

2.3.3.1. Taux de levées des populations:

Le comptage des plants levés de chaque population a été effectué après trente (30) jours de semis et connaissant le nombre de graines mises en terre (72 graines), une simple règle de trois nous donne le taux de levée.

Après l'évaluation des taux de levées des différentes populations de *Datura innoxia*, notre étude a porté sur onze (11) populations seulement de *Datura innoxia*, mentionnées dans le tableau IV.

Tableau IV : populations expérimentales de *Datura innoxia* étudiées sur champ.

Populations	Codes	Provenances
<i>Datura innoxia</i>	N1	El Tarf
<i>Datura innoxia</i>	N2	El Milia (Jijel)
<i>Datura innoxia</i>	N4	D.B.K (Tizi ousou)
<i>Datura innoxia</i>	N5	Béni Mered (Blida)
<i>Datura innoxia</i>	N6	Guerouaou (Blida)
<i>Datura innoxia</i>	N8	El Attaf (Ain Defla)
<i>Datura innoxia</i>	N9	Djelida (Ain Defla)
<i>Datura innoxia</i>	N11	Oued Sly (Chlef)
<i>Datura innoxia</i>	N12	Boukadir (Chlef)
<i>Datura innoxia</i>	N13	Hammam Bouhdjar (Ain Temouchent)
<i>Datura innoxia</i>	N14	Boussaâda

2.3.3.2. Caractères observés sur les plants :

Neuf plants de chaque population de *Datura innoxia* au stade plein floraison (60 jours après le semis), ont fait l'objet des différentes mesures biométriques sur champs.

Les caractères mesurés sont :

- Le diamètre au collet (**DC**)
- La hauteur du plant (**HP**)
- Le nombre de ramifications par plant (**NRP**)
- Le nombre de capsules par plant (**NCP**)

- La longueur des fleurs (**LOF**)
- La surface foliaire (**SF**)

La hauteur des plants a été mesurée à l'aide d'une perche télescopique, le diamètre au collet et la longueur des fleurs à l'aide d'un pied à coulisse électronique.

La surface foliaire est calculée par la méthode des pesées, inspirée de celle de PRAT cité par MERZOUK (1993) ; nous avons prélevé trois feuilles de chaque plant étudié, nous les avons scannées et imprimées, puis découpées soigneusement et pesées à l'aide d'une balance de précision, nous découpons et pesons de la même manière un centimètre carré du même papier, connaissant le poids du centimètre carré du papier et le poids des feuilles découpées, une simple règle de trois nous fournit les surfaces foliaires de tous les échantillons.

2.3.3.3. Caractères observés sur les capsules et les graines :

Trois fruits matures ont été prélevés de chacun des 9 plants étudiés auparavant, sur ces 27 fruits nous avons choisis au hasard 15 graines. Ces fruits et graines ont fait l'objet des mesures biométriques suivantes :

- La longueur de capsule (**LOC**)
- La largeur de capsule (**LAC**)
- La longueur des épines (**LOE**)
- Le poids sec de capsule vide (**PSC**)
- La longueur des graines (**LOG**)
- La largeur des graines (**LAG**)
- Le poids de mille graines (**PMG**)

Les mesures de longueur et de largeur ont été effectuées à l'aide d'un pied à coulisse électronique et les pesées avec une balance de précision (0.001 g).

2.4. Extraction et dosage des alcaloïdes tropaniques de différentes populations expérimentales de *Datura innoxia*:

2.4.1. Matériel biologique :

Le matériel biologique consiste en des feuilles prélevées au niveau intermédiaire de chaque plant au stade floraison, les feuilles sont séchées à l'étuve à 60° pendant 48 heures (THURZOVA, 1981), puis broyées et réduites en poudre.

2.4.2. Méthode d'extraction :

2.4.2.1. Principe d'extraction :

La méthode d'extraction utilisée est celle de AMDOUN et *al.*, (2007) : 0.5g de poudre végétale est traitée par 20ml d'acide chlorhydrique HCL (0,1N) pour obtenir les alcaloïdes sous forme de sels, après filtration, la solution aqueuse de sels d'alcaloïdes obtenue est alcalinisée avec l'ammoniaque NH₄OH (28%) jusqu'au pH de 10. Les mêmes opérations sont répétées trois (03) fois afin d'épuiser la poudre de ses alcaloïdes. La solution aqueuse ajustée à un pH de 10 est épuisée trois (03) fois par du chloroforme (CHCl₃), ce dernier est récupéré et séché par le sulfate de sodium anhydre (Na₂SO₄). Après filtration, la solution du chloroforme est évaporé à sec dans un bain marie à 60° ; on obtient alors un résidu sec de couleur jaune : les alcaloïdes totaux.

2.4.2.2. Dosage des alcaloïdes :

Le résidu sec est repris dans 5 ml de dichloromethane puis filtré. Le filtrat est ensuite analysé par GC-MS (chromatographe en phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse) selon le protocole de KARTAL et *al.*, (2003). L'identification des différents constituants de l'extrait a été effectuée sur la base des spectres de masse et des étalons (AMDOUN et *al.*, 2009).

2.5. Méthodes d'analyses des résultats :

En vue d'évaluer la variabilité existante chez les populations de *Datura innoxia* étudiées nous avons effectué :

- Des analyses de variance à un seul critère de classification qui ont pour but de comparer les différentes populations (DAGNELIE, 1975) et de faire ressortir la variabilité des caractères étudiés, ces analyses ont été complétées par une comparaison de moyennes par la méthode de la plus petite différence significative (p.p.d.s) au seuil 0.05.
- Une analyse en composantes principales (ACP) analysant plusieurs variables à la fois, c'est une analyse d'un tableau d'individus et de variables quantitatives centrées par la moyenne, son objectif est à la fois d'analyser les corrélations entre variables, ce qui donne une matrice de corrélation, d'analyser les proximités entre individus, et de réaliser une analyse simultanée visant à déterminer lorsque deux groupes d'individus se distinguent l'un de l'autre, pour quelles variables prennent-ils des valeurs différentes (PHILIPPEAU, 1986)

- Une classification hiérarchique (CAH) des données permet de regrouper les populations en un nombre restreint de classes homogènes, à l'intérieur des quelles les individus sont les plus semblables possibles et aussi différents que possibles des individus des classes voisines, chaque classe de partition est incluse dans une classe de la partition suivante, la suite des partitions obtenues usuellement sous la forme d'un arbre. On est ainsi amené à considérer une distance entre deux individus, qui est ici le coefficient de corrélation de Pearson, en fonction des variables considérées (DAGNELIE, 1982)
- Deux logiciels ont été utilisés pour le traitement des données à savoir STATGRAPHICS version 5.0 pour l'analyse de la variance, la p.p.d.s et la CAH et XLSTAT-Pro 7.0 pour l'ACP.

III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

3.1. Etude biométrique des fruits et des graines des populations naturelles de *Datura innoxia* Mill.

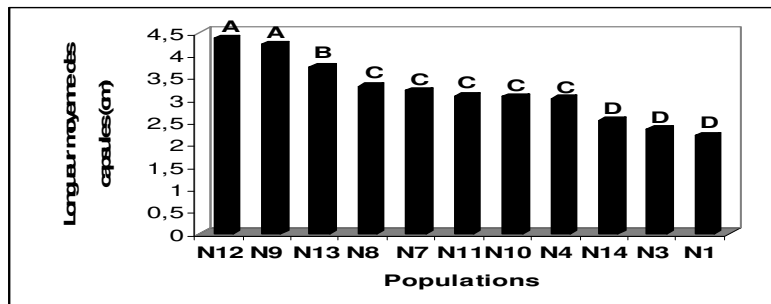
Cette étape a pour but de caractériser la variabilité morphologique des différentes populations de *Datura innoxia* issues directement de leurs milieux d'origines. Il s'agit de l'étude biométrique des capsules et des graines, récoltées lors des missions de prospection. Il est à signaler que les fruits (capsules) des populations N2 d'El Milia, N5 de Béni Mered et N6 de Guerouaou étaient partiellement brisées ce qui nous a empêché de mesurer leurs longueurs et largeurs.

Le *Datura innoxia* se caractérise par des fruits en capsules globuleuses dont la longueur moyenne enregistrée chez les différentes populations étudiées est de 3.19 ± 0.70 cm avec une largeur moyenne de 2.6 ± 0.65 cm et des épines effilées d'une longueur moyenne de 0.69 ± 0.09 cm. Les fruits contiennent des graines réniformes de couleur brune et d'une taille moyenne de 3.71 ± 0.16 mm sur 2.45 ± 0.2 mm.

L'analyse de la variance appliquée sur les résultats des paramètres biométriques des capsules et des graines, révèle des effets très hautement et hautement significatifs entre les différentes populations avec $p=0.0000$ pour la longueur et la largeur des graines et celles des capsules et $p=0.0001$ pour la longueur des épines. La comparaison des moyennes par le test de p.p.d.s a dégagé plusieurs groupes homogènes :

3.1.1. Longueur des capsules :

Le test de p.p.d.s a montré quatre groupes homogènes, le premier comprend deux populations N12 de Boukadir et N9 de Djelida, ayant les capsules les plus longues, avec des moyennes respectivement de 4.38 cm et 4.24cm, le dernier groupe est composé de trois populations (N14, N3 et N1), caractérisées par les plus petites capsules dont les moyennes varient de 2.53cm à 2.20cm. Les autres populations présentent des capsules de longueurs intermédiaires (figure 05).

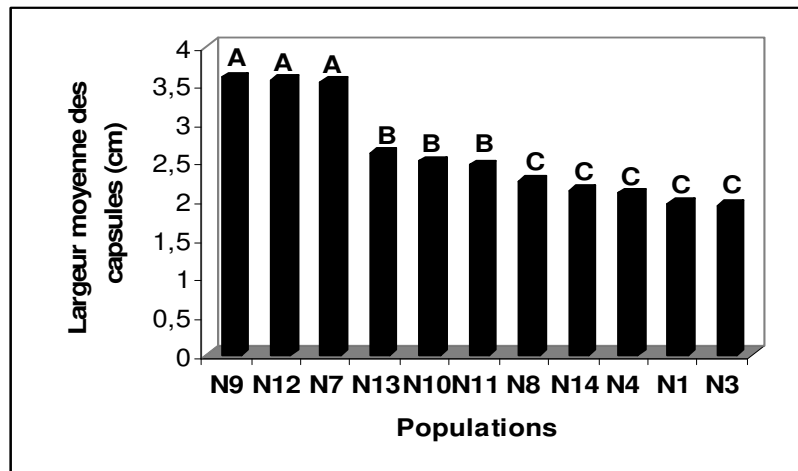


Fobs: 23.65 ; ddl: 10/ 39 ; ***

Figure 05 : variation de la longueur moyenne des capsules de *Datura innoxia* en fonction des populations

3.1.2. Largeur des capsules :

D'après le test de la p.p.d.s, trois groupes homogènes sont déterminés, le premier groupe présente trois populations (N9, N12 et N7), avec une moyenne allant de 3.6cm à 2.61cm et le dernier groupe est constitué de cinq populations (N8, N14, N4, N1 et N3), dont les moyennes sont de 2.25cm à 1.94cm. Les autres populations occupent des groupent intermédiaires avec des moyennes de 2.61cm à 2.46cm (figure 06).

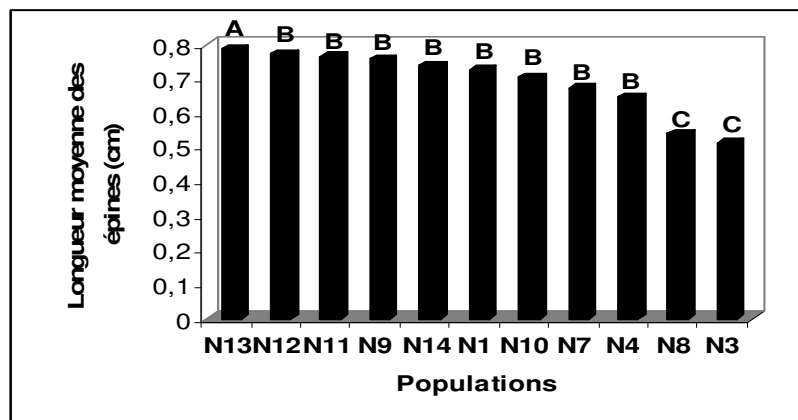


Fobs: 36.32 ; ddl: 10/39 ; ***

Figure 06 : variation de la largeur moyenne des capsules de *Datura innoxia* en fonction des populations

3.1.3. Longueur des épines :

Le premier groupe homogène comprend une seule population N13 (Hammam Bouhdjar), avec une longueur moyenne de 0.78 cm, le deuxième groupe constitué de huit populations (N12, N11, N9, N14, N1, N10, N7 et N4), avec des moyennes oscillant entre 0.77cm et 0.64cm, le dernier groupe comprend les populations N8 d'El Attaf et N3 de Jijel, présentant les plus petites épines (0.54cm et 0.51cm), (figure 07).

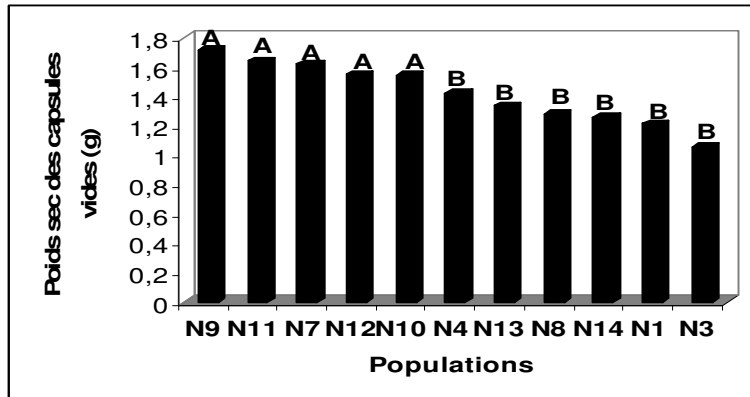


Fobs: 4.05 ; ddl: 10/ 154 ; **

Figure 07 : variation de la longueur moyenne des épines de *Datura innoxia* en fonction des populations

3.1.4. Poids sec des capsules vides :

Les populations étudiées sont classées selon le test de la p.p.d.s en deux groupes homogène, à savoir un premier groupe constitué par les populations N9, N11, N7, N12 et N10 et un deuxième groupe homogène regroupant les populations N4, N13, N8, N14, N1 et N3 de Jijel qui présente les plus légères capsules avec un poids moyen de 1.06g. Les plus lourdes capsules sont celles de la population N9 de Djelida avec un poids moyen de 1.72g (figure 08).

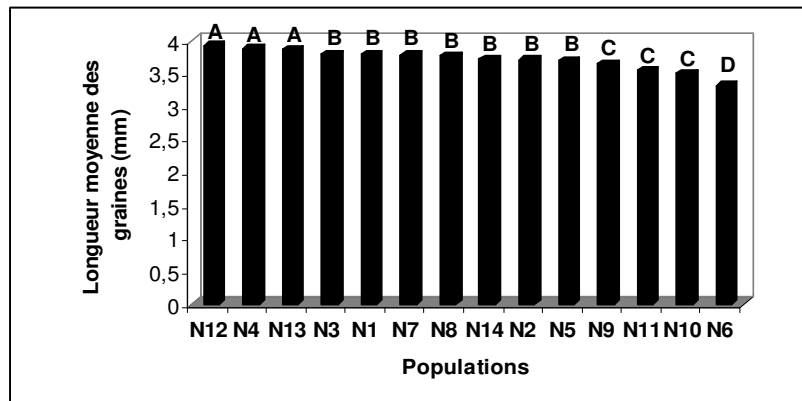


Fobs: 2.60 ; ddl: 10/ 33 ; *

Figure 08 : variation du poids moyen sec des capsules vides de *Datura innoxia* en fonction des populations

3.1.5. Longueur des graines :

La comparaison des moyennes de ce caractère a révélé quatre groupes homogènes ; dont le premier est constitué de trois populations (N12, N4 et N13), avec des moyennes allant de 3.93mm à 3.86mm, le deuxième comportant sept populations (N3, N1, N7, N8, N14, N2 et N5), avec des moyennes qui oscillent entre 3.79mm et 3.70mm, le quatrième comporte la population N6 de Guerouaou avec une moyenne de 3.32mm (figure 09).

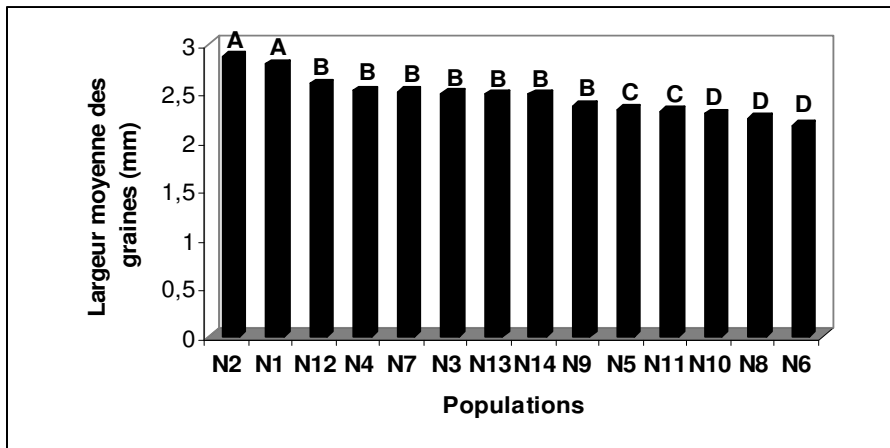


Fobs: 8.42 ; ddl: 13/ 195 ; ***

Figure 09 : variation de la longueur moyenne des graines de *Datura innoxia* en fonction des populations

3.1.6. Largeur des graines :

Quatre groupes homogènes sont observés, à savoir : un premier groupe constitué des populations N2 d' El Milia et N1 d'El Tarf, avec des moyennes respectives de 2.87mm et 2.78mm, un deuxième groupe constitué de sept populations (N12, N4, N7, N3, N13, N14 et N9) avec des moyenne variant de 2.58mm à 2.47mm et un dernier groupe représenté par trois populations (N10, N8 et N6), avec des moyennes allant de 2.27mm à 2.16mm (figure 10).



Fobs: 17.04 ; ddl: 13/ 95 ; ***

Figure 10 : variation de la largeur moyenne des graines de *Datura innoxia* en fonction des populations

3.1.7. Poids moyen de mille graines :

Le poids moyen de mille graines est de $9.2 \pm 2.23g$, le meilleur poids est enregistré chez la population N3 (Jijel) avec 11.96g, ce dernier n'est que de 4.8g pour la population N6 (Guerouaou). Les autres populations présentent des poids moyens variant entre ces deux extrêmes (figure11).

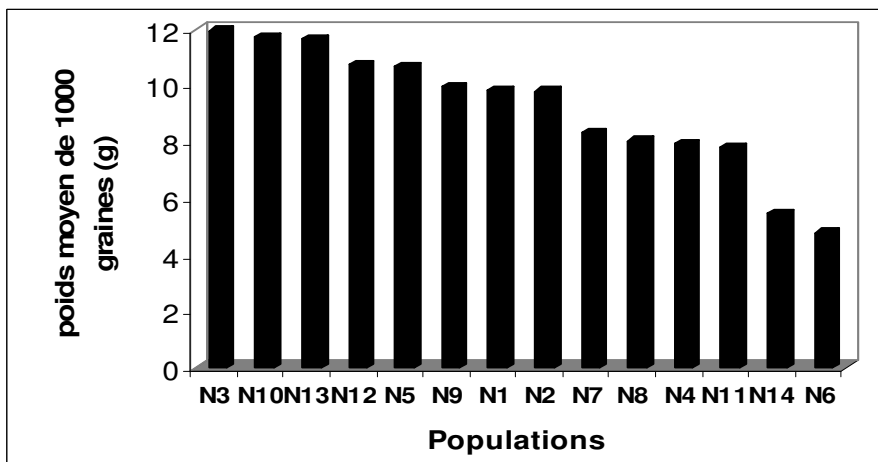


Figure 11 : variation du poids moyen de 1000 graines de *Datura innoxia* en fonction des populations

3.2. Etude de l'effet du milieu d'origine sur les populations naturelles de *Datura innoxia* :

Afin d'étudier la relation entre les caractères biométriques des capsules et des graines des populations naturelles de *Datura innoxia* avec leurs milieux d'origines, une matrice de corrélation est effectuée sur ces différents caractères biométriques ainsi que deux variables du milieu d'origine des populations (pluviométrie et altitude), ce qui permet d'établir le lien entre une variable avec une ou plusieurs autres variables

L'examen des résultats obtenus à travers la matrice des corrélations (tableau V) met en évidence un certain nombre de relations. En effet, nous constatons que les capsules longues se caractérisent par une bonne largeur ($r = 0.816$) et un poids sec élevé ($r = 0.676$), il ya de même une interaction positive et significative entre la largeur des capsules et leurs poids secs ($r = 0.788$). Par ailleurs, les graines longues présentent aussi de bonnes largeurs ($r = 0.615$).

Concernant l'effet des facteurs écologiques (pluviométrie et altitude) sur les différentes caractéristiques des fruits et des graines, aucune corrélation significative n'est enregistrée.

Tableau V : matrice de corrélation entre les différentes variables étudiées sur les populations naturelles de *Datura innoxia*.

Variables	LOC	LAC	LOE	PSCV	LOG	LAG	PMG	PLUV (mm)	ALT (m)
LOC	1								
LAC	0,816	1							
LOE	0,424	0,422	1						
PSCV	0,676	0,788	0,557	1					
LOG	0,149	0,054	-0,158	-0,355	1				
LAG	-0,269	-0,077	0,194	-0,318	0,615	1			
PMG	0,208	-0,038	-0,504	-0,322	0,430	-0,117	1		
PLUV (mm)	-0,570	-0,427	-0,464	-0,500	0,177	0,531	0,188	1	
ALT (m)	0,093	0,201	0,250	0,104	-0,143	-0,207	-0,228	-0,616	1

En gras, valeurs significatives au seuil alpha= 0.05

3.3. Etude de la germination des graines de *Datura innoxia* :

Le test de germination des graines, constitue une phase primordiale avant la réalisation du semis direct au champ. Celui ci permet en faite d'estimer l'aptitude germinative des graines de *Datura innoxia*, dans des conditions de culture bien définies. L'objectif étant de déterminer l'effet de la scarification et de la température sur le taux et la vitesse de germination des graines.

3.3.1. Variation du taux de germination des graines en fonction de la température et de la scarification :

Pour la température de 20°C, un taux de germination de 6.6% (02 graines germées) est enregistré à partir du 9^{ème} jour de culture pour les graines scarifiées (GS), ce pourcentage atteint 56.6% (17 graines germées) au 19^{ème} jour de culture. En revanche, le taux de germination des graines non scarifiées (GNS) n'est que de 10% (03 graines germées) et ce dès le 19^{ème} jour de culture (figure 12).

Pour la température de 27°C, la germination commence au 5^{ème} jour de culture pour les graines scarifiées (GS), avec un pourcentage de germination de 10% (03 graines germées), qui atteint 100% au 9^{ème} jour de culture. Pour les graines non scarifiées (GNS) le pourcentage de germination est de 23.33% (7 graines germées) au 7^{ème} jour, ce pourcentage atteint 93.33% (28 graines germées) au 17^{ème} jour de culture (figure 13).

A 30°C, la germination débute au 7^{ème} jour de culture pour les graines scarifiées (GS), et atteint un maximum de 23.33% (07 graines germées) au 19^{ème} jour de culture, les graines non scarifiées (GNS) n'ont commencé à germer qu'au 19^{ème} jour de culture, avec un taux maximal de germination de 3.33% (01 graine germée) (figure 14).

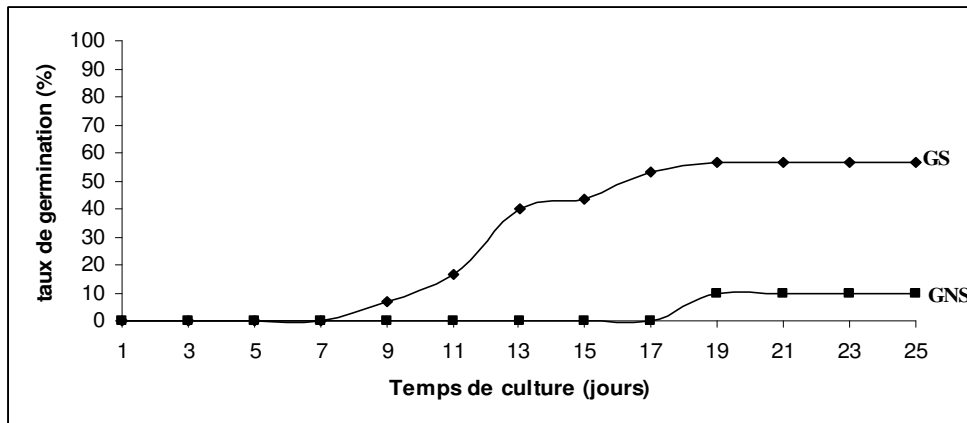


Figure 12 : évolution des pourcentages cumulés de germination des graines de *Datura innoxia* en fonction du temps et de la scarification à la température de 20°C

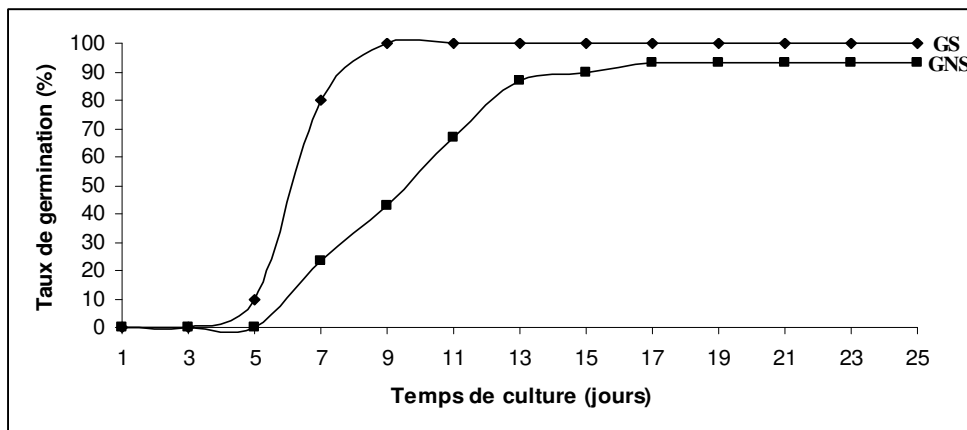


Figure 13 : évolution des pourcentages cumulés de germination des graines de *Datura innoxia* en fonction du temps et de la scarification à la température de 27°C

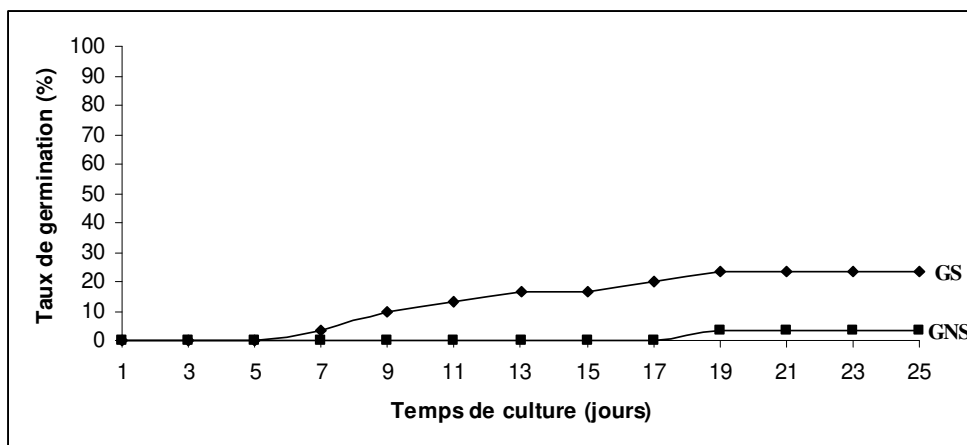


Figure 14 : évolution des pourcentages cumulés de germination des graines de *Datura innoxia* en fonction du temps et de la scarification à la température de 30°C

A partir des résultats obtenus, nous constatons que la scarification favorise la germination des graines de *Datura innoxia*. En effet, le taux de germination des graines scarifiées est supérieur à celui des graines non scarifiées, il est de 56.66%, 100% et 23.33% pour les graines scarifiées et de 10%, 93.33% et 3.33% pour les graines non scarifiées, et ce pour les températures respectives de 20°C, 27°C et 30°C.

L'évolution des taux de germination enregistrés aux différentes températures étudiées, nous permet de conclure que le meilleur taux de germination (100%) est enregistré chez les graines scarifiées à la température de 27°C, alors que le plus faible taux de germination (3.33%) est observé chez les graines non scarifiées à 30°C.

Le taux de germination des graines de *Datura innoxia* est très élevé à la température de 27°C (100% et 93.33% respectivement pour les graines scarifiées et non scarifiées), faible à la température de 20°C (56.66% pour les graines scarifiées et 10% pour les graines non scarifiées) et très faible à la température de 30°C (23.33% pour les graines scarifiées et 3.33% pour les graines non scarifiées).

3.3.2. Variation du temps moyen de germination des graines en fonction de la température et de la scarification :

Le meilleur temps moyen de germination est enregistré à la température de 27°C ; avec 6.43 jours pour les graines scarifiées et 9.85 jours pour les graines non scarifiées. Aux deux autres températures, la vitesse de germination présente de légères variations avec 11.57 jours et 11.70 pour les graines scarifiées, 19 jours et 18 jours pour les graines non scarifiées aux températures de 30°C et 20°C (tableau VI).

Tableau VI: temps moyen de germination des graines de *Datura innoxia* en fonction de la température et de la scarification.

TMG (jours)	Températures		
	20°C	27°C	30°C
GS	11.70	6.43	11.57
GNS	18	9.85	19

3.4. Conclusion :

Cette première partie de l'étude a permis de mettre en évidence une certaine variabilité intraspécifique chez le *Datura innoxia*. En effet, l'analyse de la variance a révélé des

différences significatives pour tous les paramètres biométriques étudiés, dont les plus discriminants sont la largeur et la longueur des capsules. Il est à remarquer également que les populations N12 de Boukadir et N9 de Djelida appartiennent toujours au même groupe homogène et se caractérisent par des valeurs moyennes élevées pour la majorité des caractères étudiés. La population N3 présente les plus faibles valeurs moyennes des caractéristiques des capsules (longueur, largeur, longueur des épines et poids sec), tout en se caractérisant par des graines lourdes alors que la population N6 de Guerouaou présente les plus petites et légères graines. Les corrélations significatives sont celles enregistrées entre la longueur de la capsule, avec sa largeur et son poids sec et entre la longueur et la largeur des graines.

L'étude de la germination des graines de la population N12 de Boukadir indique que la saccharification favorise la germination de ces graines et la température optimale de germination est de 27°C, pour laquelle on a enregistré un meilleur pourcentage de germination (100%) et un temps moyen de germination très réduit (6.43 jours).

3.5. Etude biométrique des populations expérimentales de *Datura innoxia* :

Cette partie a pour but de caractériser la variabilité morphologique des différentes populations expérimentales de *Datura innoxia* (première acclimatation) ; à travers l'étude des plants, des fruits et des graines, ainsi que la teneur en alcaloïdes tropaniques des feuilles.

3.5.1. Taux de levée des populations:

Le nombre moyen de plants de *Datura innoxia* obtenu est de 25.92 plants \pm 13.31, il varie entre un minimum de quatre (04) plants, pour la population N10 de Ténès et un maximum de 45 plants pour la population N13 de Hammam Bouhdjar et correspond à un taux moyen de levée de 36%. Les différents taux de levée obtenus permettent de classer les populations comme suit (tableau VII) :

1^{ère} classe : taux de levée supérieur à 50%, elle est présentée par la population N13 de Hammam Bouhdjar avec le taux de levée le plus élevé (62.5%).

2^{ème} classe : taux de levée variant de 40% à 50%, elle renferme la majorité des populations étudiées et présentant des taux de levées moyennement élevés ; dont N4 de D.B.K, N5 de Béni Mered, N2 d'El Milia, N11 de Oued Sly, N8 d'El Attaf, N12 de Boukadir, N14 de Boussaâda et N9 de Djelida avec des nombres de plants obtenus variant de 31 plants à 36 et des taux de levées de 43.5% à 50%.

3^{ème} classe : taux de levée variant de 20% à 40%, cette classe comprend la population N1 d'El Tarf avec 26 plants et un taux de levée de 36.11%.

4^{ème} classe : taux de levée inférieur à 10%, elle est composée des populations de N3 de Jijel, N7 de Ain Defla et N10 de Ténès, avec les taux de levées les plus faibles et qui sont respectivement de 9.72%, 6.94% et 5.55%.

Tableau VII : nombre de plants obtenus après germination et taux de levées des populations de *Datura innoxia*.

provenances	codes	Nombre de graines semées	Nombre de plants obtenus	Taux de levée (%)
Hamman Bouhdjar	N13	72	45	62.5
Djelida	N9	72	36	50
Boukadir	N12	72	35	48.61
Boussaâda	N14	72	35	48.61
El Attaf	N8	72	33	45.83
El Milia	N2	72	32	44.44
Oued Sly	N11	72	32	44.44
D.B.K	N4	72	31	43.05
Béni Mered	N5	72	31	43.05
El Tarf	N1	72	26	36.11
Guerouaou	N6	72	11	15.27
Jijel	N3	72	07	9.72
Ain Defla	N7	72	05	6.94
Ténès	N10	72	04	5.55

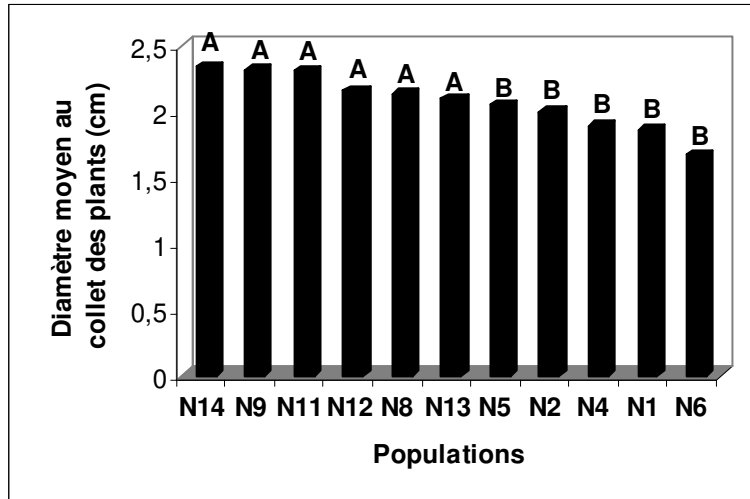
3.5.2. Caractérisation biométrique des plants:

Le *Datura innoxia* se caractérise par des plants présentant une forte biomasse, avec de grandes feuilles vertes, assez molles et munies de longs pétioles, dont la surface foliaire moyenne est de $93.89 \pm 12.71\text{cm}^2$, des fleurs blanches, érigées et dressées vers le ciel, leur longueur moyenne est de $18.06 \pm 0.85\text{cm}$, les tiges sont duveteuses et d'un vert clair, ayant un diamètre moyen au collet de $2.07 \pm 0.21\text{cm}$, une hauteur moyenne de $85.90 \pm 11.08\text{cm}$ et de nombreuses ramifications en moyenne de 47.21 ± 14.02 ramifications par plant, avec des fruits en capsules globuleuses et pendantes, d'une moyenne de 24.70 ± 5.42 capsules par plant.

L'analyse de la variance à un seul critère de classification effectuée sur ces différents caractères biométriques, montre un effet population significatif à très hautement significatif pour l'ensemble des caractères sauf pour la surface foliaire, ceci témoigne d'une hétérogénéité phénotypique importante entre les populations étudiées, qui sont rassemblées en différents groupes homogènes (annexe 03).

3.5.2.1. Diamètre au collet des plants :

La différence entre les diamètres moyens aux collets des différentes populations étudiées permet de distinguer deux (02) groupes homogènes ; le premier groupe comprend six (06) populations (N14, N9, N11, N12, N8, N13), dont le diamètre moyen au collet le plus élevé est enregistré chez la population N14 de Boussaâda avec 2.34cm, quant au deuxième groupe il renferme le reste des populations dont la valeur moyenne la plus faible est enregistrée chez la population N6 de Guerouaou avec 1.67cm (figure 15).

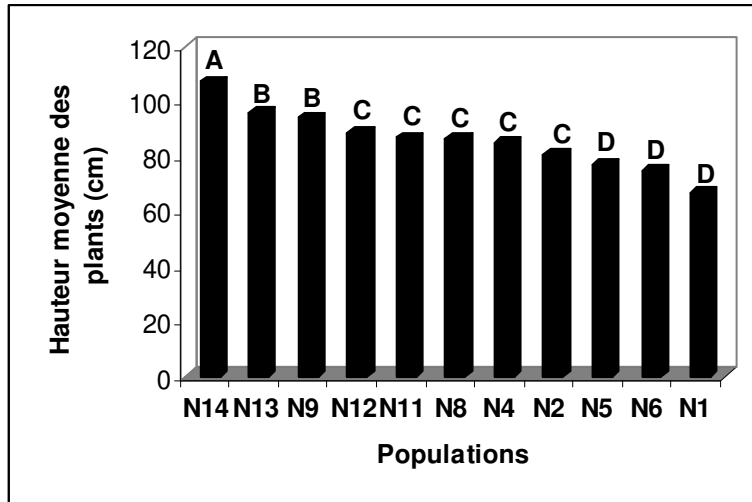


Fobs: 2.22 ; ddl: 10/ 88 ; *

Figure 15 : variation du diamètre moyen au collet en fonction des populations de *Datura innoxia*

3.4.2.2. Hauteur du plant :

La comparaison des moyennes a mis en évidence quatre (04) groupes homogènes ; le premier groupe se distingue en renfermant une population unique N14 de Boussaâda, dont la hauteur moyenne est de 107.44 cm. Le groupe trois comprend à lui seul cinq (05) populations N12, N11, N8, N4 et N2 avec des valeurs oscillant entre 88.88cm et 80.66cm. Le dernier groupe est occupé par les populations N5, N6 et N1 qui présentent la plus faible hauteur moyenne du plant (66.88 cm). Il est à remarquer que les populations N9 de Djelida et N8 d'El Attaf qui appartiennent à la même région (Ain Defla) sont classées dans deux groupes homogènes distincts, ce qui démontre l'hétérogénéité des hauteurs des plants même au sein des populations géographiquement proches (figure 16).

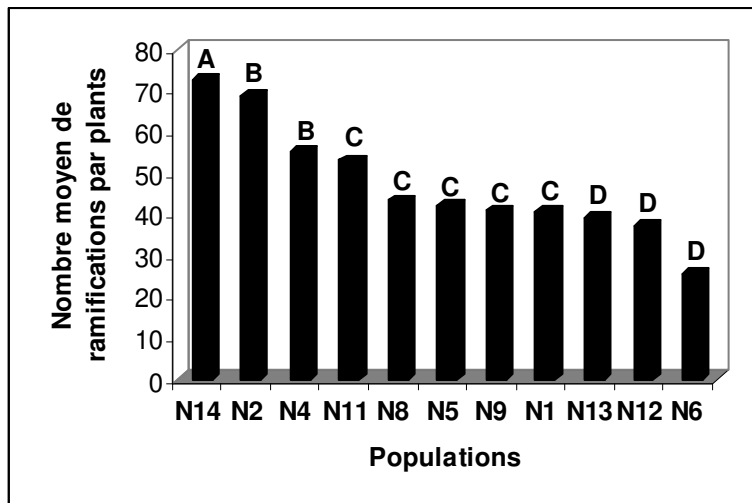


Fobs: 7.06 ; ddl: 10/ 88 ; * * *

Figure 16 : variation de la hauteur moyenne des plants de *Datura innoxia* en fonction des populations

3.5.2.3. Nombre de ramifications par plant:

Le meilleur nombre moyen de ramifications par plant est enregistré chez la population N14 de Boussaâda, qui occupe le premier groupe avec 72.66 ramifications. Par contre, la population N6 de Guerouaou présente le nombre moyen le plus faible de ramifications (25.66), les autres populations présentent des valeurs intermédiaires entre ces deux extrêmes (figure 17).

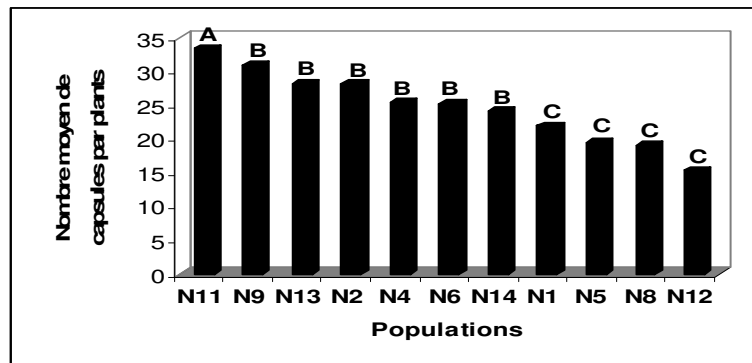


Fobs: 7.69 ; ddl: 10/ 88 ; * * *

Figure 17 : variation du nombre moyen de ramifications par plants de *Datura innoxia* en fonction des populations

3.5.2.4. Nombre de capsules par plant :

La meilleure production de fruits est en faveur de la population N11 de Oued Sly, qui occupe seule le premier groupe avec 33.44 capsules en moyenne. Quant au deuxième groupe, il comprend six populations dont les valeurs moyennes oscillent entre 24.22 capsules et 31 capsules. La plus faible valeur est enregistrée chez la population N12 de Boukadir avec seulement 15.33 capsules en moyenne par plant, et occupant le dernier groupe avec N1 d'El Tarf, N5 de Béni Mered et N8 d'El Attaf, dont les valeurs sont respectivement de 22 capsules, 19.55 capsules et 19.11 capsules (figure 18).

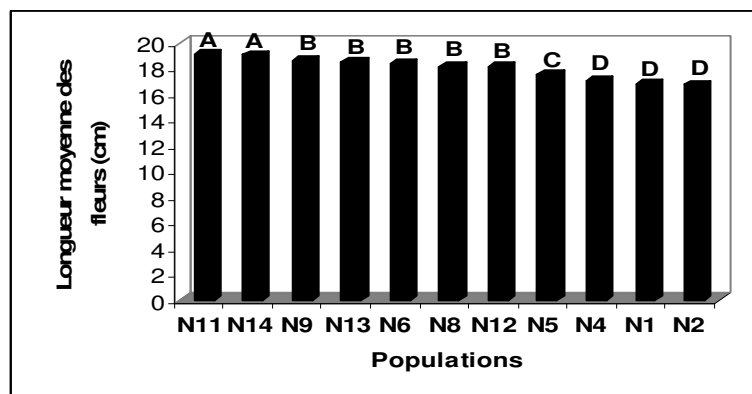


Fobs: 3.05 ; ddl: 10/ 88 ; * *

Figure 18: variation du nombre moyen de capsules par plants de *Datura innoxia* en fonction des populations

3.5.2.5. Longueur des fleurs :

La meilleure longueur moyenne des fleurs est enregistrée par les populations N11 de Oued Sly et N14 de Boussaâda, qui occupent le premier groupe avec des valeurs moyennes respectives de 19.15 cm et 19.09 cm. Par contre les populations N4 de D.B.K, N1 d'El Tarf et N2 d'El Milia se distinguent par des fleurs plus petites, dont les longueurs moyennes sont respectivement de 17.08cm, 16.88 cm et 16.77 cm (figure 19).

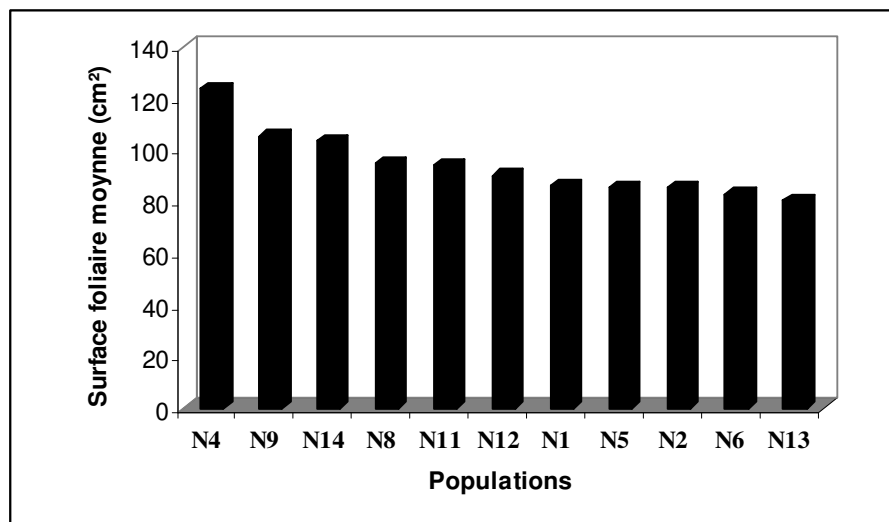


Fobs: 18.28 ; ddl: 10/187 ; * * *

Figure 19 : variation de la longueur moyenne des fleurs de *Datura innoxia* en fonction des populations

3.5.2.6. Surface foliaire :

La surface foliaire moyenne varie d'un minimum de 80.73cm², enregistré par la population N13 de Hammam Bouhdjar et un maximum de 123.76cm², observé chez la population N4 provenant de D.B.K. Les autres populations présentent des moyennes comprises entre ces deux extrêmes et allant de 105.3cm² à 83.02cm² (figure 20).



Fobs: 0.83 ; ddl: 10/286

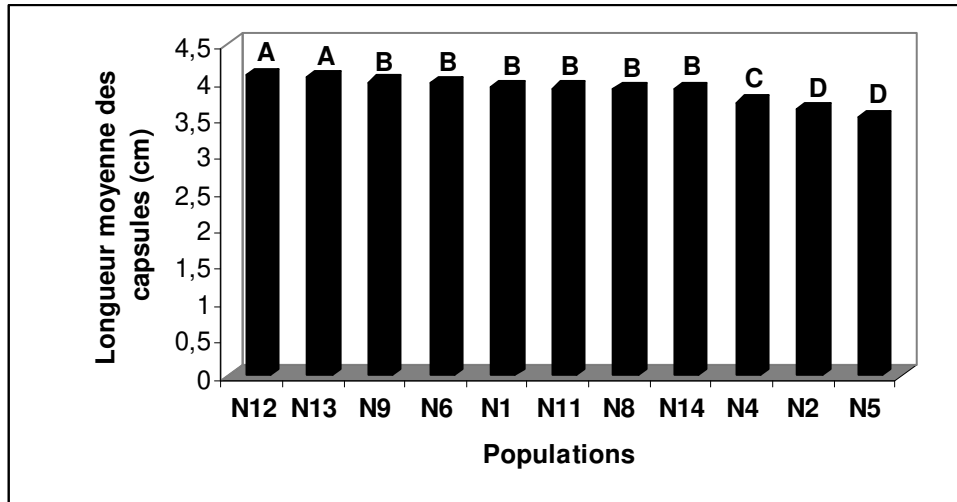
Figure 20 : variation de la surface foliaire moyenne de *Datura innoxia* en fonction des populations

3.5.3. Caractérisation biométrique des capsules et des graines :

Les fruits de *Datura innoxia* sont des capsules couvertes d'épines molles, présentant une taille moyenne de 3.87 ± 0.18 cm sur 3.63 ± 0.25 cm, et une longueur moyenne des épines de 0.67 ± 0.04 cm. Le poids moyen sec des capsules vides est de 1.63 ± 0.24 g. Les capsules renferment des centaines de graines, dont la taille moyenne est de 4.16 ± 0.37 mm en longueur et 2.94 ± 0.31 mm en largeur, avec un poids moyen de mille graines de 12.56 ± 1.4 g.

3.5.3.1. Longueur des capsules :

La comparaison des moyennes a mis en évidence quatre (04) groupes homogènes, le groupe un (01) le plus performant, comprend deux (02) populations N12 de Boukadir et N13 de Hammam Bouhdjar, avec des valeurs moyennes allant de 4.09cm à 4.05cm. Le deuxième groupe renferme à lui seul six (06) populations N9, N6, N1, N11, N8 et N14, et le dernier groupe comprend deux populations N2 d'El Milia et N5 de Béni Mered, dont les valeurs sont respectivement de 3.62cm et 3.51cm (figure 21).

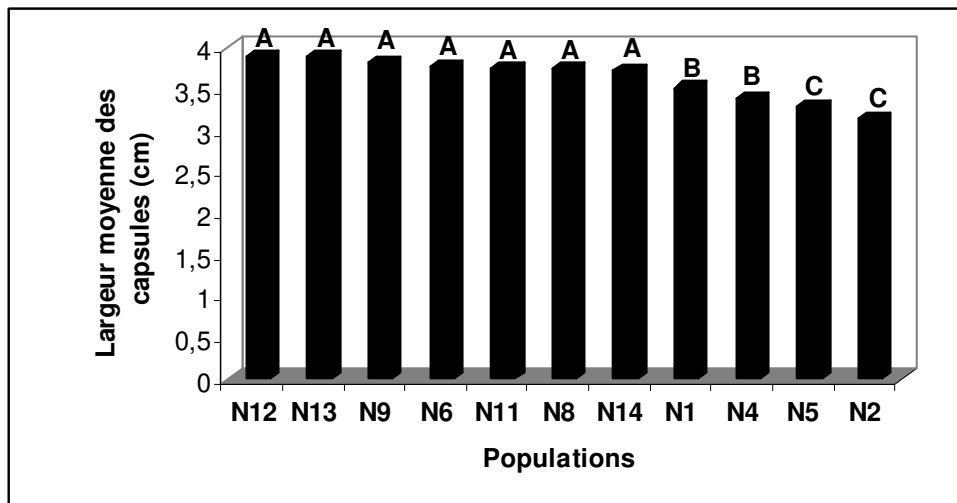


Fobs: 11.02 ; ddl: 10/ 286 ; * * *

Figure 21: variation de la longueur moyenne des capsules de *Datura innoxia* en fonction des populations

3.5.3.2. Largeur des capsules :

La comparaison des moyennes a mis en évidence trois (03) groupes homogènes, dont le premier est le plus performant et comprenant plus de deux tiers des populations étudiées (N12, N13, N9, N6, N11, N8 et N14), avec des largeurs moyennes allant de 3.9cm à 3.74cm. Les populations N5 de Béni Mered et N2 d’EL Milia se placent en dernier groupe, avec des valeurs moyennes de 3.3cm et 3.15cm (figure 22).

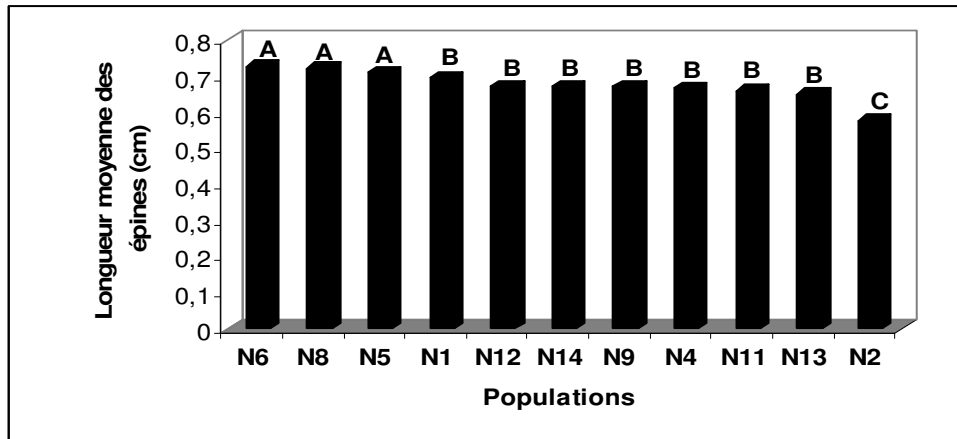


Fobs: 16.81 ; ddl: 10/286 ; * * *

Figure 22 : variation de la largeur moyenne des capsules de *Datura innoxia* en fonction des populations

3.5.3.3. Longueur des épines :

Toutes les populations étudiées se sont classées en trois groupes homogènes. Le premier comprend trois populations N6, N8 et N5 dont les valeurs moyennes oscillent entre 0.72cm et 0.71cm. Le deuxième groupe comprend sept populations (N1, N12, N14, N9, N4, N11, N13), dont les valeurs moyennes varient de 0.70cm à 0.65cm. La plus faible longueur moyenne des épines est enregistrée chez la population N2 d'El Milia qui occupe le dernier groupe avec une longueur moyenne des épines de 0.57cm (figure 23).

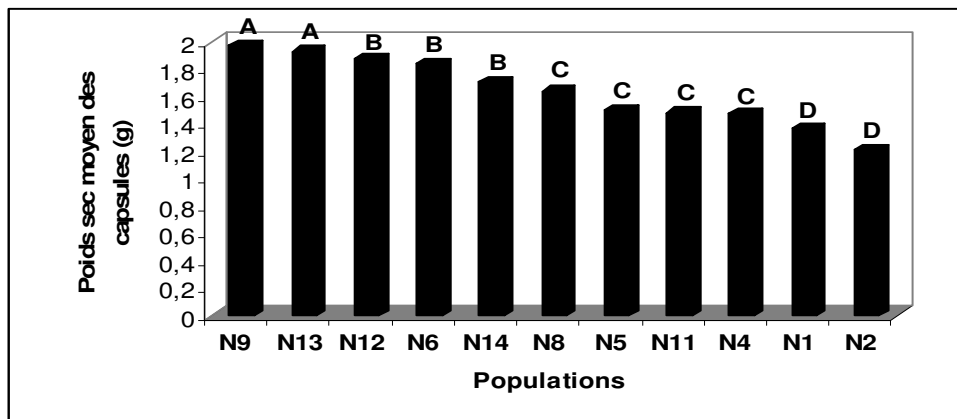


Fobs: 3.70 ; ddl: 10/ 880 ; * * *

Figure 23 : variation de la longueur moyenne des épines de *Datura innoxia* en fonction des populations

3.5.3.4. Poids sec des capsules vides:

Le meilleur poids sec moyen est observé chez la population N9 de Djelida avec 1.97g, suivie de la population N13 de Hammam Bouhdjar avec 1.93g. Les populations N1 d'El Tarf et N2 d'El Milia occupent le dernier groupe, avec les plus faibles poids moyens et qui sont respectivement de 1.37g et 1.21g (figure 24).

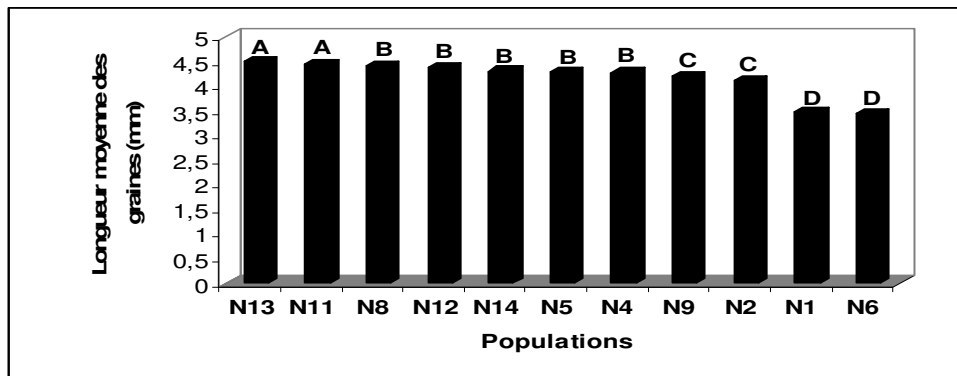


Fobs: 16.45 ; ddl: 10/ 286 ; * * *

Figure 24 : variation du poids sec moyen des capsules de *Datura innoxia* en fonction des populations

3.5.3.5. Longueur des graines :

La meilleure longueur moyenne des graines (4.52mm) est enregistrée avec la population N13 de Hammam Bouhdjar, qui forme avec la population N11 de Oued Sly (4.44cm) le premier groupe homogène. Par ailleurs, le dernier groupe est occupé par deux (2) populations N1 d’El Tarf et N6 de Guerouaou, qui présentent les plus petites graines dont les longueurs moyennes sont respectivement de 3.47mm et 3.44mm (figure 25).

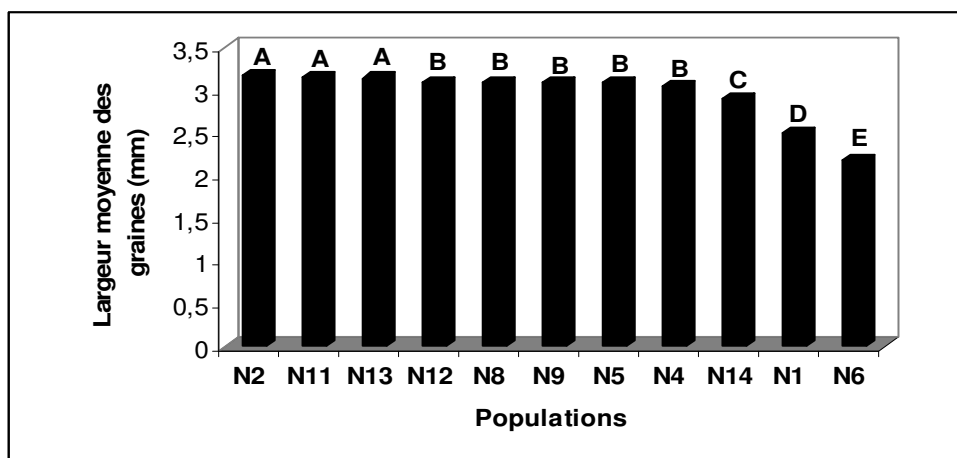


Fobs: 41.4 ; ddl: 10/319 ; * * *

Figure 25 : variation de la longueur moyenne des graines de *Datura innoxia* en fonction des populations

3.5.3.6. Largeur des graines :

Pour ce caractères, les différences de moyennes entre les populations des deux premiers groupes sont minimales, et la meilleure largeur des graines est enregistrée par la population d’El Milia (N2) avec 3.17mm, par contre chez les populations des trois derniers groupes les différences de moyennes sont bien apparentes, et chacun de ces groupes comprend une population unique et la plus faible largeur des graines est enregistrée par la population N6 de Guerouaou avec 2.18mm (figure 26).



Fobs: 92.85 ; ddl: 10/ 319 ; * * *

Figure 26 : variation de la largeur moyenne des graines de *Datura innoxia* en fonction des populations

3.5.3.7. Poids moyen de mille graines :

Le poids moyen de mille graines est de $12.56 \pm 1.4g$. En effet, les graines les plus lourdes sont issues de la population N14 de Boussaada avec une moyenne de 14.3g, et les plus légères graines proviennent de la population d'El Milia (N2) avec 9.23g en moyenne (figure 27).

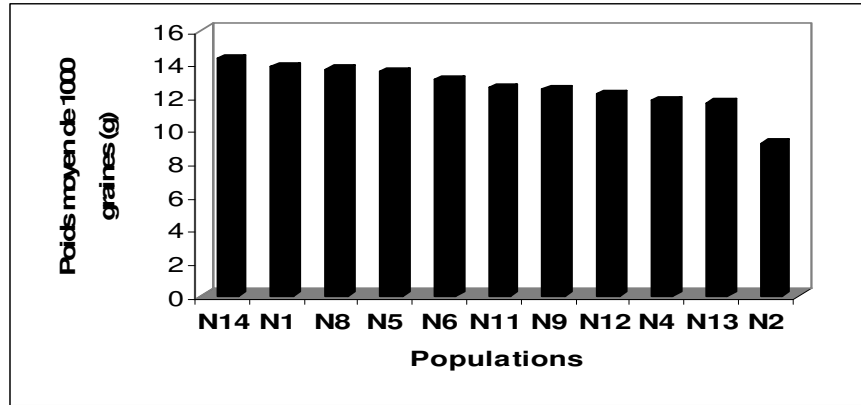


Figure 27 : variation du poids de 1000 graines de *Datura innoxia* en fonction des populations

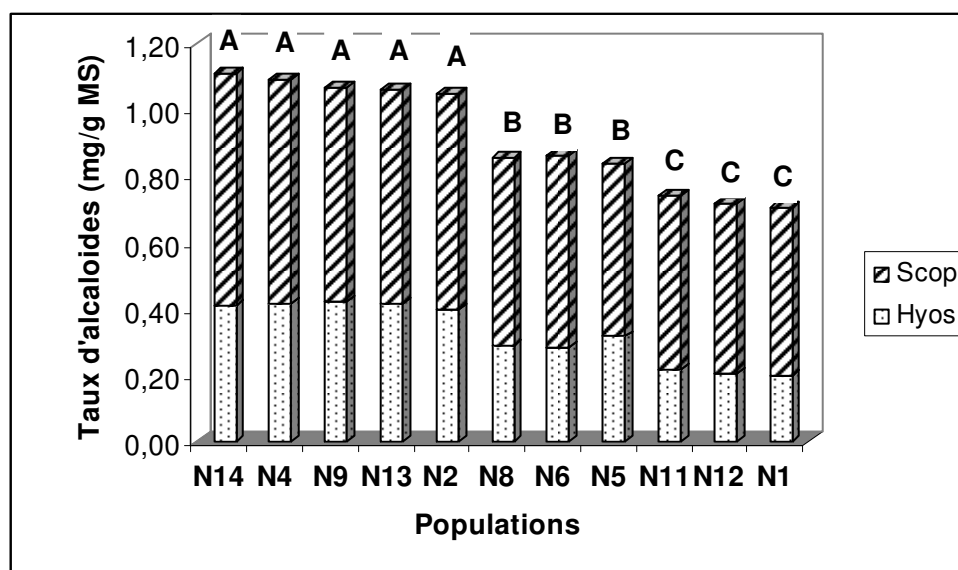
3.5.3.8. Conclusion :

L'étude morphologique menée sur les différentes populations expérimentales de *Datura innoxia* a confirmé l'existence d'une variabilité intraspécifique révélée auparavant dans la première partie d'étude des fruits et des graines des populations issues de leurs milieux d'origines. Ainsi, le taux de levée le plus important est enregistré par la population N13 de Hammam Bouhdjar qui présente également des bonnes moyennes en longueur et largeur des capsules et leurs poids secs, ainsi que la longueur et la largeur des graines, cependant cette population se caractérise par la plus faible surface foliaire. La population N6 de Guerouaou présente des plants avec un faible développement végétatif en hauteur, un petit diamètre au collet, un nombre de ramifications réduit, une surface foliaire faible et des petites gaines, quant à la population N2 d'El Milia, elle se caractérise par des capsules dont la longueur, la largeur, la longueur des épines et le poids sec, sont faibles ainsi que les graines les plus légères.

3.6. Teneur alcaloïdique des feuilles issues des populations expérimentales :

La teneur moyenne en alcaloïdes totaux (scopolamine + hyoscyamine) des feuilles de *Datura innoxia* est de 0.921 ± 0.15 mg/g de MS, dont 0.593 ± 0.07 mg/g de MS de scopolamine et 0.328 ± 0.08 mg/g de MS d'Hyoscyamine. Le test de la p.p.d.s nous a permis de classer les populations en trois groupes homogènes, le premier est composé de cinq (05) populations qui renferment les taux les plus élevés d'alcaloïdes, dont la meilleure moyenne 1.11mg/g de MS (0.41mg en hyoscyamine et 0.70mg en scopolamine) est enregistrée avec la population N14 de Boussaâda, qui présente les meilleures moyennes en hauteur et diamètre des plants, suivie de la population N4 de D.B.K avec 1.09mg/g de MS (0.41mg en hyoscyamine et 0.68mg en scopolamine). Le groupe intermédiaire renferme trois populations N8, N6 et N5 avec des taux d'alcaloïdes variant entre 0.86mg/g et 0.84mg/g de MS.

Le plus faible taux d'alcaloïdes est enregistré par la population N1 d'El Tarf, avec 0.70mg/g de MS dont 0.20mg en hyoscyamine et 0.50mg en scopolamine (figure 28). Cette population a enregistré par ailleurs, des moyennes faibles en hauteur et diamètre du plant.



Fobs: 48.79 ; ddl: 10/ 22 ; * * *

Figure 28 : variation de la production alcaloïdique moyenne de *Datura innoxia* en fonction des populations

3.7. Etude des corrélations:

La lecture de la matrice de corrélation (annexe 04), nous permet de ressortir certaines corrélations entre les différents paramètres étudiés.

Notons en premier lieu que les populations caractérisées par un grand diamètre au collet présentent une bonne hauteur des plants ($r = +0.764$), de longues fleurs ($r = +0.618$) et de longues et larges graines et celles présentant un bon développement en hauteur portent de

longues fleurs ($r = +0.679$) et graines ($r = 0.690$). Par ailleurs, les plants ramifiés se caractérisent par des capsules à petites épines ($r = -0.640$).

D'autre part, la longueur de la fleur est corrélée positivement avec la largeur de la capsule ($r = 0.804$) et son poids sec ($r = 0.682$).

Notons aussi que la longueur des capsules est corrélée positivement avec la largeur ($r = 0.922$) et le poids sec des capsules ($r = 0.730$). En outre, les capsules larges présentent un bon poids sec ($r = +0.850$). La longueur des épines est corrélée positivement avec le poids de mille graines ($r = +0.866$), et les graines longues présentent aussi une grande largeur ($r = +0.911$).

3.7.1. Analyse en composantes principales des populations expérimentales de *Datura innoxia* :

Cette méthode d'analyse permet de comprendre la structure des différentes caractéristiques biométriques des populations expérimentales de *Datura innoxia*, et la répartition de ces dernières dans un système d'axes ou composantes définis par différents plants. Ainsi, elle est effectuée sur les 14 variables quantitatives évalués précédemment sur ces populations.

Les valeurs propres et taux d'inertie donnés par les différents axes factoriels sont mentionnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau VIII: valeurs propres et taux de variance des quatre premiers axes factoriels.

Axes	F1	F2	F3	F4
valeur propre	4,516	4,327	1,565	1,317
% variance	32,258	30,909	11,179	9,404
% cumulé	32,258	63,167	74,346	83,750

A la lecture de ce tableau, il ressort que l'axe F1 contribue à 32.258% de l'information totale, le deuxième axe à 30.909% et le troisième axe à 11.179%, en tenant compte de l'importance relative de ces trois (03) axes, nous retiendrons les plans 1-2 et 1-3 qui permettent d'expliquer respectivement 63.167% et 43.437% de l'information totale exprimé par ces axes.

A partir de la représentation graphique des variables et populations dans le plan 1-2 (figure 29) et tenant compte des pourcentages de contribution des variables et individus pour les axes F1 et F2, nous remarquons que l'axe F1 est déterminé positivement par les populations N9 de Djelida, N13 de Hammam Bouhdjar et N14 de Boussaâda qui constituent

le premier groupe et se distinguent par les valeurs moyennes les plus élevées pour les caractères suivants :

- Hauteur moyenne des plants (HP) variant entre 94.33cm pour la population N9 et 107.44 cm pour la population N14.
- Diamètre moyen au collet (DC) qui varie entre 2.10cm pour la population N13 et 2.34cm pour la population N14.
- Longueur moyenne des graines (LOG) allant de 4.21mm pour la population N9 et 4.52mm pour la population N13.
- Largeur moyenne des graines (LAG) variant entre 2.9mm pour la population N14 et 3.14mm pour la population N13.

Par opposition à ce groupe, le groupe (02) occupe la partie négative du même axe (F1) et constitué des populations N1 d'El Tarf et N6 de Guerouaou qui se caractérisent par les plus faibles valeurs moyennes pour les mêmes caractères à savoir :

- La hauteur moyenne des plants (HP) variant entre 66.88cm pour la population N1 et 75 cm pour la population N6
- Le diamètre moyen au collet des plants (DC) qui varie entre 1.67cm pour la population N6 et 1.86cm pour la population N1
- La longueur moyenne des graines (LOG) qui varie entre 3.44mm pour la population N6 et 3.47mm pour la population N1.
- La largeur moyenne des graines (LAG) variant entre 2.18mm pour la population N6 et 2.5mm pour la population N1

Suivant l'axe F2, nous remarquons que les populations N4 de D.B.K et N2 d'El Milia forment un troisième groupe occupant la partie négative de cet axe, et se caractérisent par un nombre moyen élevé de ramification par plant allant de 55.33 ramifications pour la population N4 à 68.88 ramifications pour la population N2 et détient les valeurs moyennes les plus faibles des variables suivantes :

- ❖ La longueur moyenne des épines (LOE) qui varie entre 0.57cm pour la population N2 et 0.66cm pour la population N4.
- ❖ Le poids moyen de mille graines (PMG) variant entre 9.23g pour la population N2 et 11.8g pour la population N4

- ❖ La longueur moyenne des capsules (LOC) qui varie entre 3.62cm pour la population N2 et 3.72cm pour la population N4
- ❖ La largeur moyenne des capsules (LAC) qui varie entre 3.15cm pour la population N2 et 3.38cm pour la population N4
- ❖ Le poids sec moyen des capsules vides (PSCV) variant entre 1.21g pour la population N2 et 1.47g pour la population N4
- ❖ La longueur moyenne des fleurs (LOF) qui varie entre 16.77cm pour la population N2 et 17.08 pour la population N4

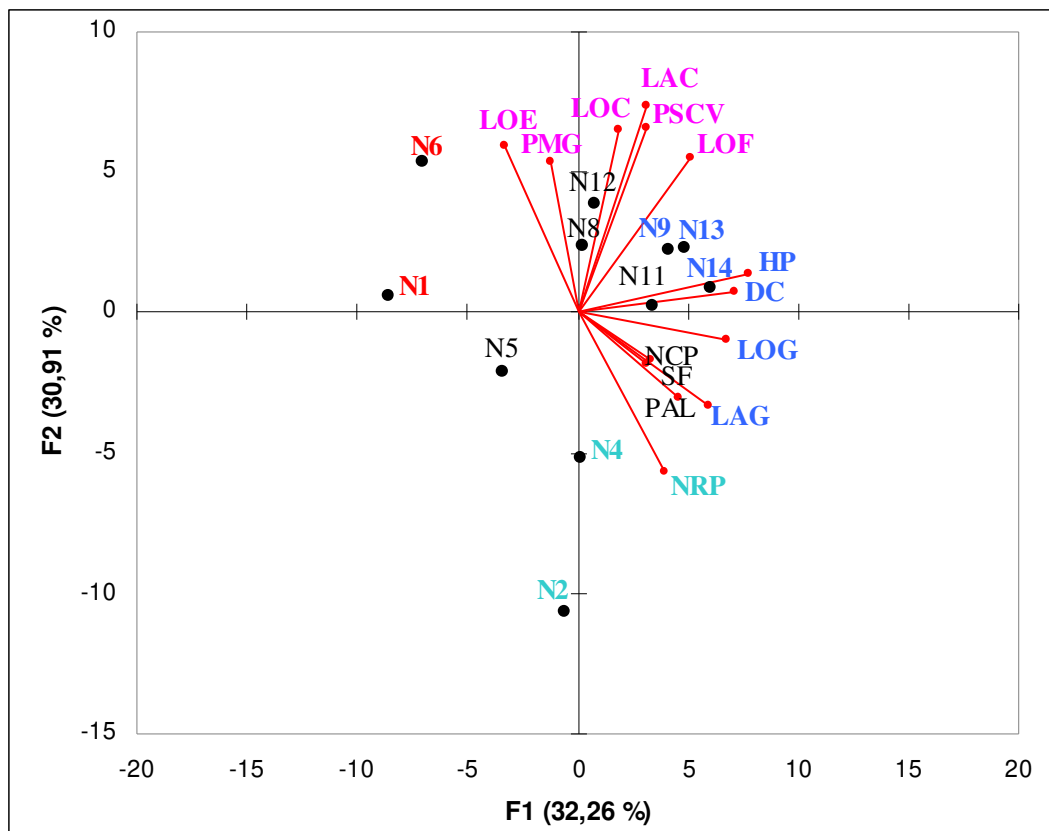


Figure 29: analyse en composantes principales des populations expérimentales de *Datura innoxia* (système d'axes 1-2)

3.7.2. Répartition des populations expérimentales de *Datura innoxia* en Classification ascendante hiérarchique :

Le dendrogramme obtenu à partir des moyennes des différents caractères biométriques évalués sur les populations de *Datura innoxia* en culture expérimentale est représenté dans la figure (30), il montre le regroupement des onze (11) populations étudiées en trois classes principales

La première classe renferme la majorité des populations étudiées et fait apparaître une importante hétérogénéité entre celles-ci. Elle est divisée en quatre groupements dont le premier groupe est représenté par les populations N1 d'EL Tarf et N6 de Guerouaou, le deuxième groupe est formé par les populations N5 de Béni Mered, N8 d'El Attaf et N12 de Boukadir, le troisième groupe est constitué par les populations N9 de Djelida, N13 de Hammam Bouhdjar et N11 de Oued Sly, le quatrième groupe est représenté uniquement par la population N14 de Boussaâda. Les plus faibles distances sont celles enregistrées d'une part entre N8 et N12 d'une part et N9 et N13 d'autre part, ces populations bien que leurs graines proviennent des régions géographiques éloignées et des étages bioclimatiques différents, elles sont les plus proches morphologiquement.

La deuxième classe est constituée par la population N4 de D.B.K. La troisième classe est représentée par la population N2 d'El Milia.

Les formations obtenues par cette analyse montrent une certaine similitude avec les groupes obtenus par l'analyse en composantes principales.

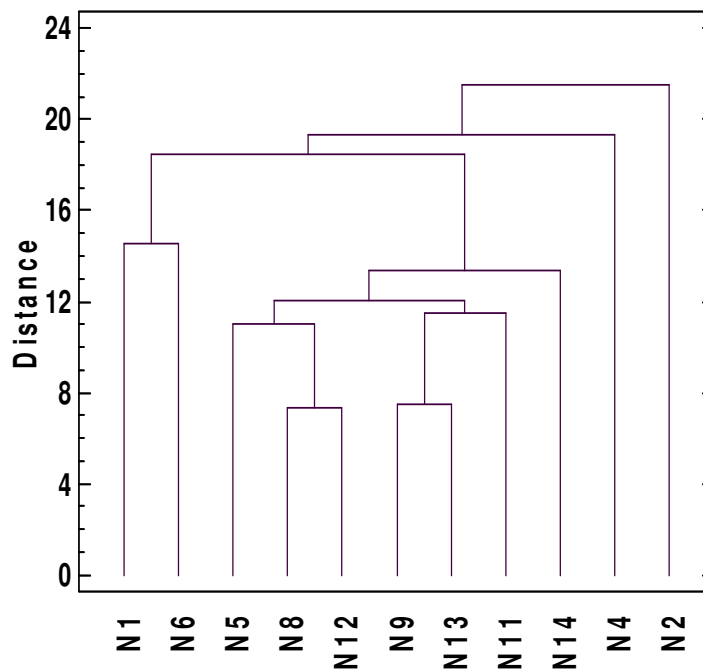


Figure 30 : dendrogramme de la classification hiérarchique des populations expérimentales de *Datura innoxia*

3.8. Etude comparée des populations naturelles et expérimentales de *Datura innoxia*:

Les résultats de la caractérisation biométrique des fruits et des graines des populations de *Datura innoxia* issues directement de leurs milieux d'origines sont comparés avec ceux de la culture expérimentale. L'analyse de la variance à un seul critère de classification, appliquée sur les différents caractères biométriques effectués sur les fruits et les graines des populations naturelles et expérimentales de cette espèce a mis en évidence un effet significatif des populations sur les caractères étudiés. Le classement des « Fobs » par ordre décroissant, permet de déceler les caractères les plus discriminants. Il s'agit des caractères : largeur et longueur des capsules (LAC et LOC), et largeur et longueur des graines (LAG et LAC) pour les populations naturelles et les caractères largeur et longueur des graines (LAG et LOG), largeur des capsules (LAC) et poids sec des capsules vides (PSCV) pour les populations expérimentales (tableau IX)

Tableau IX : variation du Fobs en fonction des populations et des caractères étudiés.

Caractères	Fobs (populations naturelles)	Fobs (populations expérimentales)
Longueur des capsules	23.63	11.02
Largeur des capsules	36.32	16.81
Longueur des épines	4.05	3.07
Poids sec des capsules vides	2.6	16.31
Longueur des graines	8.42	41.4
Largeur des graines	17.04	92.85

Pour le classement des populations en groupes homogènes (test de p.p.d.s), nous remarquons pour quelques caractères, que certaines populations occupent les mêmes groupes homogènes en populations naturelles ou en culture expérimentale mais ceci ne constitue pas une règle générale à tous les groupes. Ainsi, les populations appartenant aux mêmes groupes homogènes en population naturelles ou en celles issues de la culture expérimentales sont : la population N12 de Boukadir qui présente les plus grandes capsules et occupe le premier groupe homogène pour les caractéristiques longueur et largeur des capsules, la population N9 de Djelida qui présente le meilleur poids sec des capsules vides, la population N13 de Hammam Bouhdjar qui appartient au premier groupe homogène pour le caractère longueur des graines, la population N2 d'El Milia qui se caractérise par les meilleurs largeurs des graines et la population N6 de Guerouaou qui présente les plus faibles largeurs des graines. Il

semble alors que les caractères mentionnés chez ces populations ne sont pas soumis aux aléas de l'environnement. Ces résultats montrent que la variabilité morphologique de cette espèce n'est pas sous l'influence des facteurs environnementaux uniquement mais elle dépend aussi des facteurs intrinsèques de l'espèce

Concernant le poids de mille graines, la population N14 de Boussaâda se caractérise par des graines très légères et occupe le dernier groupe homogène en population naturelles, alors qu'en culture expérimentale elle présente le meilleur poids moyen de mille graines, ceci nous laisse constater que le poids de mille graines est un caractère plastique influencé par les conditions environnementales. D'après OZENDA (1982) cette transformation est une accommodation au nouveau milieu traduisant la plasticité de la population ou de l'espèce.

En outre les populations provenant des mêmes régions ; à savoir N5 et N6 issues de Blida, N8 et N9 de Ain Defla et N11 et N12 de Chlef n'occupent pas toujours les mêmes groupes homogènes. Ceci est probablement dû à l'influence des facteurs édaphiques sur la croissance végétative de cette espèce.

La comparaison des différentes valeurs moyennes des caractères biométriques étudiés sur les populations naturelles et celles obtenues en culture expérimentale mentionnées dans le tableau X, nous laisse constater que les populations expérimentales de *Datura innoxia* présentent les meilleurs caractères des fruits et des graines par rapport aux populations naturelles. Ces résultats montrent que la culture en irrigué de cette espèce favorise son développement végétatif, ce même résultat est signalé par HOUMANI-BENHIZIA (1999) qui affirme que le développement végétatif des plantes cultivées est favorisé par les irrigations quotidiennes et l'absence d'adventices pouvant entraîner des phénomènes de compétitions comme cela est observé à l'état sauvage.

Tableau X : valeurs moyennes des caractères biométriques évalués sur les populations naturelles et expérimentales de *Datura innoxia*.

Caractères	Populations naturelles	Populations expérimentales
Longueur des capsules (cm)	3.19	3.87
Largeur des capsules (cm)	2.6	3.63
Longueur des épines (cm)	0.69	0.67
Poids sec des capsules vides (g)	1.42	1.63
Longueur des graines (mm)	3.75	4.16
Largeur des graines (mm)	2.45	2.94
Poids de mille graines (g)	9.2	12.56

IV. DISCUSSIONS :

L'étude morphologique menée sur des populations de *Datura innoxia* Mill., de différentes provenances algériennes, a révélé une diversité remarquable.

Ainsi et à travers la première caractérisation biométrique des fruits et des graines des populations naturelles de *Datura innoxia*, nous avons remarqué une nette variabilité intraspécifique. En effet les différences entre les populations se révèlent significatives pour tous les paramètres étudiés. Les caractères les plus discriminants pour cette espèce sont ceux des fruits (largeur et longueur des capsules), ces résultats concordent avec ceux obtenus par NAIT BACHIR (2007) chez le genre *Lolium*, qui a remarqué que les caractères qui ont le plus grand pouvoir distinctif entre les populations sont quantitatifs et sont tous liés à l'appareil reproducteur.

La comparaison des moyennes selon le test de la p.p.d.s qui permet de classer les populations en groupes homogènes, présente la particularité de rassembler des populations d'origines géographiques différentes dans les mêmes groupes homogènes, ce qui montre que l'expression phénotypique est le résultat de la combinaison des effets du milieu et du génotype aussi. La matrice de corrélation établie entre les caractéristiques biométriques des fruits et des graines des différentes populations de *Datura innoxia* et deux facteurs du milieu d'origine celles-ci (altitude et pluviométrie) a révélé des corrélations significatives entre la longueur de la capsule et sa largeur, la longueur de la capsule et son poids sec et la longueur de la graine et sa largeur, alors qu'aucune corrélation significative n'est enregistrée entre ces caractéristiques biométriques et l'altitude et la pluviométrie. Cependant, HARBOUCHE (2005) dans son étude sur le *Datura stramonium*, a enregistré un effet significatif des pluies sur la taille des fleurs, la taille de la partie aérienne, le diamètre de la gousse et le poids de mille graines ainsi qu'une influence significative de l'altitude sur le poids de mille graines et la taille de la partie aérienne.

L'étude de la germination des graines aux températures de 20°C, 27°C et 30°C, nous a permis de constater que la scarification favorise la germination des graines de *Datura innoxia*, et la température optimale à la germination est de 27°C ; à la quelle on a enregistré un taux de germination de 100% pour les graines scarifiées et 93.33% pour les graines non scarifiées. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par HARBOUCHE (2005) et BAKIRI (2007) qui ont noté des taux de germinations respectivement de 100% et 93% chez les graines complètement dénudées de *Datura stramonium* à la température de 27°C.

Selon HARBOUCHE (2005), les graines complètement dénudées germent bien avant les graines légèrement scarifiées et ces dernières germent avant les graines qui n'ont subi

aucun prétraitement germinatif (graines intactes). Dans ce même cadre, DE MIGUEL cité par HOUMANI- BENHIZIA (1999), a obtenu un taux de germination des graines de *Datura innoxia* de 65 à 80% entre les températures allant de 20 à 25°C.

L'étude morphologique menée en culture expérimentale sur un nombre plus important de caractères biométriques a confirmé la variabilité intraspécifique chez le *Datura innoxia*. Concernant les taux de levées obtenus sur les différentes populations, nous avons noté une moyenne de 36%. Ce pourcentage qui est nettement supérieurs à celui obtenu par LAKHDAR EZZINE (2003) chez le *Datura innoxia* (0.79%). Les résultats de l'analyses du sol de la parcelle expérimentale qui ont révélé un sol neutre de texture limono sableuse et moyennement riche en matière organique, sont similaires à ceux obtenus par HOUMANI et COSSON (2000), sur les sols des différents sites d'origines des espèces *Datura stramonium*, *Datura innoxia* et *Datura ferox*, qui ont indiqué un sol limoneux à limono-sableux de pH neutre à légèrement basique (7.6 à 8.6), avec un taux de CaCo₃ le plus élevé dans le sol du *Datura innoxia*, et de même pour ceux obtenu par HARBOUCHE (2005) qui signale que les sols typiques de *Datura stramonium* sont le sable, le gravier, l'argile (pas en fortes concentration) et le calcaire.

Selon les recommandations de CECCHINI (1976), il est conseillé de récolter les graines au début de l'automne, lorsque les capsules éclatent. Ceci nous laisse penser que les faibles taux de germinations obtenus (5.55% pour la population N10 de Ténès et 6.94% pour la population N7 de Ain Defla) sont probablement dus à l'immaturation des graines semées, provenant des récoltes effectuées en mois de juillet. Selon BAJAJ cité par COME (1970), la faculté germinative des semences est en liaison étroite avec son degré de maturation, une bonne et entière maturité des graines assurent un pouvoir germinatif élevé en un temps court. En outre, et d'après EVENARI cité par le même auteur, les alcaloïdes produits par de nombreuses plantes sont souvent à des degrés divers des inhibiteurs de germinations.

L'analyse de la variance de l'ensemble des données morphologiques évaluées en culture expérimentale, a révélé que le caractère le plus discriminant s'avère la longueur des graines. Ainsi, les meilleurs moyennes sont enregistrées chez les populations N11 (Oued Sly) et N13 (Hammam Bouhdjar), qui proviennent de l'étage bioclimatique semi-aride, NACHI (1989), dans son étude sur le comportement de quelques populations de *Fenugrec* de différentes provenances algériennes a remarqué que celles des localités semi-arides se distinguent par les valeurs les plus élevés pour les paramètres qui se rapportent à la fonction reproductrice, contrairement aux provenances des localités subhumides.

La distribution des groupes homogènes selon le test de la p.p.d.s, diffère d'un caractère à un autre et même pour les caractères mesurés auparavant en populations naturelles, ce qui peut être expliqué par la plasticité de certaines populations qui peuvent s'adapter à différentes conditions de culture.

A l'issue de cette étude morphologique en culture expérimentale, les résultats obtenus sur les différentes mesures biométriques effectuées sur les fruits et les graines de *Datura innoxia* se sont révélés nettement supérieurs à ceux des populations naturelles, ce qui montre que l'irrigation favorise le développement des fruits et des graines de ces espèces, ce même résultat est noté aussi chez les *Luzernes* annuelles par ABDELGUERFI-BERREKIA (1985), qui constate que les conditions expérimentales influent sur l'intensité avec laquelle s'expriment les caractères. Ainsi, il apparaît le plus souvent, que les valeurs moyennes notées en culture expérimentale sont supérieures à celles observées dans le milieu d'origine. Il est à noter aussi que le caractère présentant un grand écart entre les populations naturelles et expérimentales est le poids de mille graines avec une différence de poids de 2.64g, ce résultat s'accorde avec celui obtenu par BAKIRI (2007) qui signale un écart de 1.74g chez le *Datura stramonium*. Chez le genre *Trifolium* ISSOLAH (2007) a remarqué que le poids de milles graines est parmi les composantes les plus influencée par l'irrigation. A ce propos, KROUCHI (1995) signale que les causes de variations du poids des graines sont multiples : soit d'ordre génétique ou d'ordre nutritionnel, en relation avec la position du fruit sur la plante.

La variabilité de la production alcaloïdique est très hautement significative au sein des populations *Datura innoxia*. D'après COSSON et al. (1978), le taux d'alcaloïdes peut varier selon l'origine de la plante et les conditions ecophysiologiques, qui ont une grande importance quant à la productivité de la plante, nous rappelons par ailleurs, que la production alcaloïdique dépend des facteurs environnementaux, du stade de développement de la plante et des facteurs génétiques. En ce qui concerne la production alcaloïdique, nous constatons que la teneur en scopolamine est supérieure à celle de l'hyoscyamine. Ce même résultat est signalé par PARIS et MOYSE (1971). HOUMANI-BENHIZIA (1999), indique à ce propos que le *Datura innoxia* renferme environ trois fois plus de scopolamine que d'hyoscyamine dans ses parties aériennes.

La production alcaloïdique moyenne est 0.92mg/g de MS, ce résultat se rapproche de ceux obtenus par HOUMANI et COSSON (2000), qui signalent une teneur de 1.03 ± 0.24 mg/g de MS. La meilleure teneur alcaloïdique, obtenue sur les feuilles de *Datura innoxia* est enregistrée chez la population N14 de Boussaâda qui appartient à l'étage bioclimatique aride,

BENHIZIA (1989) indique que le climat ensoleillé de ces zones favorise la richesse de la plante en alcaloïdes et selon WEAVER et WARWICK cités par le même auteur, la teneur en alcaloïdes est fonction de l'intensité lumineuse et de la température; COSSON et *al.* (1966) concluent qu'un éclairage long et intense favorise l'augmentation de la teneur alcaloïdique des plantes. Cette population (N14) se caractérise par une bonne hauteur des plants avec un diamètre au collet élevé et une surface foliaire assez grande, ce lien est révélé par SAKSON cité par HOUMANI-BENHIZIA (1999) qui signale que le rendement alcaloïdique chez *Atropa belladonna* augmente parallèlement à l'amélioration de la biomasse végétale.

L'étude des corrélations a révélé des relations intéressantes entre les différentes caractéristiques morphologiques étudiées. Les plus fortes corrélations sont celles observées notamment entre la longueur de la capsule et sa largeur, la longueur de la graine et sa largeur, la longueur des épines et le poids de mille graines, la largeur des capsules et leurs poids sec ainsi que la longueur des fleurs et la largeur des capsules.

L'analyse en composantes principales a mis en évidence la bonne répartition des variables et populations sur les axes F1, F2 a permis de distribuer les populations suivant les axes F1 et F2 en groupes caractérisés par des paramètres biométriques communs, ainsi trois (03) ensembles sont obtenus; le premier ensemble regroupe les populations N9 de Djelida, N13 de Hammam Bouhdjar et N14 de Boussaâda qui se caractérisent par des hauts plants avec des diamètres aux collets importants, des graines d'une grande taille ainsi qu'une bonne production alcaloïdique. Le deuxième ensemble qui s'oppose au premier et constitué par les populations N1 d'El Tarf et N6 de Guerouaou et le troisième groupe occupé par les populations N4 de D.B.K et N2 d'El Milia qui présentent le nombre de ramification par plants le plus élevé.

CONCLUSION GENERALE:

Le genre *Datura* L. (*Solanaceae*) renferme des espèces spontanées d'un grand intérêt pharmaceutique, en plus de leur rôle dans la décontamination des eaux et des sols contaminés par les métaux lourds. Ces espèces sont utilisées en outre en agriculture biologique.

L'observation a depuis toujours montré aux botanistes les différences entre les plantes appartenant à la même espèce. Dans ce cadre, l'étude réalisée consiste en une analyse de la variabilité morphologique et quantification des alcaloïdes tropaniques chez différentes populations de *Datura innoxia* Mill., et a pour principal objectif la détermination de la diversité intraspécifique en relation avec la production alcaloïdique des différentes populations étudiées.

En étudiant la capacité germinative de cette espèce, il ressort que la germination des graines est favorisée par la scarification, la température optimale à la germination est de 27°C.

Globalement, il ressort de cette étude qu'une importante variabilité existe au sein des populations de *Datura innoxia* et se manifeste à travers les caractéristiques biométriques étudiées dont les plus discriminantes se rapportent à la fonction reproductrice des plantes. Il s'agit de la largeur et la longueur des graines la longueur des fleurs, la largeur des capsules et le poids sec des capsules vides.

Notons qu'il n'existe aucune corrélation établie entre les caractères étudiés et les facteurs du milieu d'origine des populations de *Datura innoxia*. Cependant, d'importantes corrélations sont enregistrées entre les différentes caractéristiques des fruits et des graines.

Le *Datura innoxia* est une espèce productrice d'alcaloïdes tropaniques notamment la scopolamine. Elle pourrait être utilisée comme une source de ce composé. Elle offre des perspectives considérables pour le développement agrotechnologique et pour une exploitation commerciale en Algérie. La population la plus productrice d'alcaloïdes tropaniques se caractérise par des plants dont la hauteur, le diamètre au collet, le nombre de ramifications par plants et la surface foliaire sont importants, une orientation vers le choix des populations à bon développement végétatif s'avère intéressant pour l'amélioration de la production alcaloïdique. En outre, la population la plus productrice d'alcaloïdes tropaniques provient d'une région aride (Boussaâda). Ainsi, la culture de *Datura innoxia* dans ces régions peut contribuer à la mise en valeur de ces terres.

L'analyse en composantes principales, a mis en relief la bonne répartition des variables, et l'importance d'un certain nombre de caractères, notamment la hauteur du plant, son diamètre au collet, la longueur et la largeur des graines et la production alcaloïdique, qui se distinguent nettement et caractérisent les populations N9 de Djelida, N13 de Hammam Bouhdjar et N14 de Boussaâda. La classification ascendante hiérarchique a permis de classer les différentes populations étudiées de *Datura innoxia* en ensembles homogènes et a confirmé les résultats de l'analyse en composantes principales concernant le regroupement de ces populations.

L'évaluation de la variabilité des ressources génétiques, est un préalable indispensable à la définition des stratégies de leur gestion ou leur amélioration. En effet, les études de la variabilité visent à déterminer le matériel végétal le plus performant ou le plus apte à intervenir dans un programme d'amélioration et de sélection. La bonne compréhension de la variabilité intraspécifique du *Datura innoxia* révélée par notre étude permet de valoriser au mieux cette espèce. Comme notre étude s'est basée sur des paramètres morphologiques et phytochimique, qui sont le résultat de l'interaction de l'environnement et du génome et demeure incomplète en raison de la faiblesse des effectifs et le manque de données concernant la description des populations dans leurs milieux d'origines, il serait intéressant d'affiner cette étude en visant un plus grand nombre de populations et de provenances ayant pour objectif une meilleure appréciation de la diversité intraspécifique. Par ailleurs et dans la mesure du possible, l'utilisation des différentes techniques cytogénétiques (étude caryotypique, C banding) et moléculaires pour l'évaluation des ressources génétiques, basées sur l'amplification d'ADN par PCR, la technique RAPD (Random Amplify Polymorphic DNA), AFLP (Amplify Fragment Length Polymorphic DNA) s'avère nécessaire pour compléter les analyses fondées sur les critères morphologiques.

Enfin le genre *Datura* L., présente un intérêt certain et les travaux entrepris sur le *Datura innoxia* et les différentes espèces appartenant à ce genre doivent se poursuivre et se développer.

ABDELGUERFI-BERREKIA R., 1985 – Contribution à l'étude écologique des luzernes annuelles en Algérie, Th, Mag, Agr, I.N.A., El-Harrach, Alger, 119p.

AMDOUN R., 2003 – Contribution à l'amélioration de la production d'alcaloïdes tropaniques par les apports calciques chez *Datura stramonium L.*, Th, Mag, Agr, Univ, Blida, 70p, annexes.

AMDOUN R., KHELIFI-SLAOUI M., HADJIMI G., AMROUNE S. et KHELIFI L., 2007 – Etude des propriétés de croissance et du contenu en hyoscyamine d'une culture de chevelus racinaires et de suspensions cellulaires de *Datura stramonium L.*, *biotechnologie végétale* (01): 15-18.

AMDOUN R., KHELIFI L., KHELIFI-SLAOUI M., AMROUN S., BENYOUSSEF E.H., DO VU THI., ASSAF-DUCROCQ C. et GONTIER E., 2009 – Influence of minerals and elicitation on *Datura stramonium L.*, tropane alkaloid production: modelization of the in vitro biochemical response, *Plant Science* 177 (2), pp:81-87.

BAKIRI N., 2007 – Prospection de la diversité génétique et quantification des alcaloïdes chez quelques provenances algériennes de *Datura stramonium L.*, Mem, Ing, Agr, I.N.A., El-Harrach, Alger, 90p, annexes.

BEGGAS S. et BOUDA K., 2002 – Extraction et identification des alcaloïdes tropaniques chez *Datura stramonium L.*, de la famille des solanacées, DES, Biologie et Physiologie Végétale, Univ, USTHB, 48p, annexes.

BENHIZIA Z., 1989 – Contribution à l'étude d'une plante médicinale Algérienne *Datura stramonium L.*, Th, Mag, Agr, I.N.A., El-Harrach, Alger, 68p.

BENMOHAMED A., 1997 – Etude du comportement de quelques populations de Fenugrec (*Trigonella foenum graecum L.*) cultivées dans le subhumide : analyse biométrique, dénombrement chromosomique et mise en évidence des protéines, Th, Mag, Agr, I.N.A., El-Harrach, Alger, 237p, annexes.

BERKOV S. et PHILIPPOV S., 2002 – Alkaloid production in diploid and autotetraploid plants of *Datura stramonium*, *Pharmaceutical Biology* 40(08): 617-621.

BERKOV S., DONCHEVA T., PHILIPPOV S. et ALEXANDROV K., 2005 – Ontogenetic variation of the tropane alkaloids in *Datura stramonium*, *Biochemical Systematic and Ecology* (33):1017-1029.

BIANCHINI F. et PANTANO A.C., 1986 – Guide vert des plantes et des fleurs. Ed. Solar, p: 82.

BIANCHINI F. et CORBETTA F., 1975 – Atlas des plantes médicinales. Ed. Fernand Nathan, Paris, p: 120.

BONNIER G., 1990 – La grande flore en couleurs. Ed. Belin, Paris, p: 817.

BOOJAR M-A. et GOODARZI F., 2007 – The copper tolerance strategies and the role of ant oxidative enzymes in three plant species grew on copper mine. *Chemosphere* 67(11): 2138-2147.

BOUZIDI A., MEHDEB N., ALLOUCHE L. et HOUCHER B., 2002 – Etude épidémiologique sur les plantes toxiques dans les régions de Sétif et Bordj Bou Arreridj (Est de l'Algérie, Afrique du Nord). *Bulletin d'Information Toxicologique* 18 (02): 5-10.

BOUDJRIS S., 2007 – Prospection de la diversité génétique et quantification des alcaloïdes chez les *Datura* spp en Algérie, Mem, Ing, Agr, INA., El-Harrach, Alger, 64p.

BRUNETON J., 1987 – Eléments de phytochimie et de pharmacognosie. Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, pp: 345-372.

BRUNETON J., 1995 – Pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants, Ed. Tec& Doc Lavoisier, Paris, pp: 805-826.

BRUNETON J., 2005 – Plantes toxiques, végétaux dangereux pour l'homme et les animaux, 3^{ème} édition, Tec & Doc Lavoisier, Paris, pp: 531-536.

BURNIE G., FORRESTER S., GREIG D., HARMONY M., JACKSON J. et LAVARK P., 1997 – Encyclopédie de botanique et d'horticulture, plus de 10000 plantes du monde entier. Ed. Konemann, Cologne, p: 291.

CECCHINI T., 1976 – Encyclopédie des plantes médicinales. Ed. De Vecchi, 327 p.

COME D., 1970 – Les obstacles à la germination. Ed. Masson et Cie : 162p.

COUPLAN F. et STYNER E., 1994 – Guide des plantes sauvages comestibles et toxiques. Ed. Délachaux et Neistlé- Paris, p: 378.

COSSON L., CHOUARD P. et PARIS R., 1966 – Influence de l'éclaircissement sur les variations ontogéniques des alcaloïdes de *Datura tatula*. *Lloydia* 29 (01): 19-25.

COSSON L., 1972 – Influence de l'éclaircissement sur la teneur en alcaloïdes tropaniques des *Datura* : analyse des processus pouvant expliquer les effets, Th, Doc, SC, Paris, 66p.

COSSON L., ESCUDERO MORALES A. et COUGOUL N., 1978 – La régulation ecophysiologique du métabolisme des alcaloïdes tropaniques (hyoscyamine et scopolamine), *Plant. Med et Phyt* 12(04): 319-326.

COURTIN S., 2004 – Enquête sur la consommation des plantes aux effets hallucinogènes et des champignons hallucinogènes en France. Bull. Agen. Fran. Séc. Sani. Prod. Sant. *Vigilance* (16): 7-11.

DABUR R., SINGH H., CHHILLARI A.K. et SHARMA G.L., 2004 – Antifungal potential of Indian medicinal plants. *Fitoterapia* 75: 389-391.

DAGNELIE P., 1975 – Théorie et méthodes statistiques, vol 2, 2^{ème} édition. Les presses Agronomiques de Gembloux, Belgique, p109.

DAGNELIE P., 1982 – Analyse statistique à plusieurs variables, 3^{ème} édition. Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique, 362p.

DAMBRI M., 1998 – Evaluation de la composition alcaloïdique des plantes de *Datura innoxia* Mill., & *Datura tatula* L., poussant à l'état sauvage, Mem, Ing, Agr, Univ, Blida, 81p, annexes.

DEMEYER K. et DAJAEGERE R., 1992 – Effect of the nitrogen form used in the growth medium (NO₃⁻, NH₄) on alkaloid production in *Datura stramonium*. *Plant and Soil* (147): 79-86.

DIKER D., MARKOVITZ D., ROTHMAN M. et SENDOVSKI U., 2007 – Coma as a presenting sign of *Datura stramonium* seed poisoning. *European Journal of Internal Medicine* 18: 336-338.

DOERK K., WITTE L. et WILHEM ALFERMANN A., 1991 – Identification of tropan alkaloids in hairy root cultures of *hyosyamus albus*. *Naturforsch*, 46 C, pp: 519-521.

DOMART A. et BOURNEUF J., 1986 – Nouveau Larousse médical. Ed. Librairie Larousse, Canada, p: 504, 923.

DONCHEVA T., BERKOV S. et PHILIPOV S., 2006 – Comparative study of the alkaloids in tribe *Datura* and their chemosystematics significance. *Biochemical Systematic and Ecology* 34: 478-488.

DORVAULT F., 1982 – L'officine, 21ème édition. Vigot, pp: 1395-1402.

DRAGER B., 2002 – Analysis of tropane and related alkaloids, *Journal of Chromatography A* (978): 69-71.

DRAGER B., 2006 – Tropinone reductases, enzymes at the branch point of tropane alkaloid metabolism. *Phytochemistry* 67: 327-337.

DUCROCQ C., 1994 – Genetic transformation in a medicinal plant: *Datura innoxia* Mill., by *Agrobacterium tumefaciens* and *Agrobacterium rhizogenes* and contribution to the study of secondary metabolites, Th, Doc, Sci, Biot, 264p.

DURAN-PATRON R., O'HAGAN D., HAMILTON J.T. et WRONG C.W., 2000 – Biosynthetic studies on the tropane ring system of the tropane alkaloids from *Datura stramonium*. *Phytochemistry* 53: 777-784.

FELIDJ M., 1998 – Effets de certaines conditions de conservation après récolte sur le *Datura stramonium L.*, germination des graines, production alcaloïdique des plantes, Mem, Ing, Agr, Univ, Blida, 68p.

FELIDJ M., 2005 – Effets du stress hydrique sur la production des alcaloïdes tropaniques chez *Datura stramonium L.*, cultivée en plein champ Mem, Mag, Agr, Univ, Blida, 102p.

FELIDJ M. et HOUMANI Z., 2006 – Domestication de *Datura stramonium* sous stress hydrique pour l'optimisation de la production en alcaloïdes d'intérêt thérapeutique. International Symposium on Perfume, Aromatic and Medicinal plants S.I.P.A.M. From production to valorisation, Tunisie, p: 164.

FERESHTEH E., YOUSEFZADI M. et TAFAKORI V., 2005 – Antimicrobial activity of *Datura innoxia* and *Datura stramonium*. *Fitoterapia* 76: 118-120.

GAY G., OLIE J-P., LOO H. et DENKER P., 1981 – Aspects cliniques, pharmacologiques et thérapeutiques de l'intoxication au *Datura*, l'Evolution Psychiatrique 51(03): 671-682.

GERMOND-BURQUIER V., NARRING F. et BROERS B., 2008 – Intoxications volontaires par le *Datura* et circonstances de consommation : à propos de deux cas chez l'adolescent, *La Presse Médicale* 37 (06): 982-985.

GUIGNARD J.L., 1979 – Abrégé de biochimie végétale, 2^{ème} édition. Masson, Paris, pp: 217-229.

GUIGNARD J.L., COSSON L. et HENRY M., 1985 – Abrégé de phytochimie. Ed Masson, 224p.

HAMMICHE V. et GUEYOUCHE R., 1988 – Les plantes médicinales dans la vie moderne et leur situation en Algérie, Ann, I.N.A., El- Harrach 12 (01): 419-431.

HARBOUCHE H., 2005 – Etude botanique et phytochimique de l'espèce *Datura stramonium L.*, dans la région de Sétif, Th, Mag, Bio, Veg, Univ, Sétif, 104p, annexes.

HASHIMOTO T., HAYASHI A., AMANO Y., IWANARI H. et YAMADA Y., 1991 – hyoscyamine 6 β -hydroxylase an enzyme involved in tropane alkaloid biosynthesis is localised at the pericycle of the root. *Journal of Biological Chemistry* 266 (07): 4648-4653.

HEBY O., 1981 – Role of polyamine in the control of cell proliferation and differentiation. *Springer-verlag* (19): 1-20.

HOPKINS W-G., 2003 – Physiologie végétale. Ed. De Boeck Bruxelles, pp : 281-283.

HOUMAN Z., COSSON L., CORBNEAU F. et COME D., 1994 – Etude de la teneur en hyoscyamine et scopolamine d'une population sauvage de *Datura stramonium L.*, en Algérie, *Acta. Bot. Gallica* 141 (1): 61-66.

HOUMANI-BENHIZIA Z., 1999 – Quelques plantes Algériennes à alcaloïdes tropaniques, effet du stress salin et hydrique sur la production d'alcaloïdes, variation de leur teneur au cours du stockage, Th, Doc, I.N.A.,El-Harrach, Alger, 86p, annexes.

HOUMANI Z. et COSSON L., 2000 – Quelques espèces Algériennes à alcaloïdes tropaniques. *Ericiantonio Liti-erga*, pp: 205-219.

ISERIN P., 2001 – Encyclopédie des plantes médicinales, identification, préparation, soins. Ed. Larousse. Bordas, Paris, 2^{ème} édition, p: 200.

ISSOLAH R., 2007 – Analyse de la variabilité morpho physiologique et caryologique de populations algériennes de l'espèce *Hedysarum coronarium*. Th, Doc, Agr, I.N.A., El-Harrach, Alger, 63p, annexes.

IZOUINE K., 2001 – Amélioration de la production d’alcaloïdes tropaniques par culture en irriguée chez *Datura innoxia* Mill., spontané, Mem, Ing, Agr, Univ, Blida, 34p.

JEAN L., 2007 – Mobilisation du Chrome et du Nickel à partir des sols contaminés en présence de complexant : transfert et accumulation de ces métaux chez *Datura innoxia* Mill., Th, Doc, Univ. Limoges, 170p.

JEAN L., BORDASF., GAUTIER-MOUSSARD C., VERNAY P., HITMI A. et BOLLINGER J.C., 2008 – Effects of citricacide and EDTA on chromium and nickel uptake and translocation by *Datura innoxia* Mill., *Environnemental Pollution* 153 (03): 555-563.

JOUZIER E., 2005 – Les solanacées médicinales et philatélie, *Bull. Soc. Pharm.*, Bordeaux, 144: 311-332.

KAGALE S., MARIMUTHU T., THAYUMANAVAN B., DANDAKUMAR R. et SAMIYAPPAN R., 2004 – Antimicrobial activity and induction of systemic resistance in rice by leaf extract of *Datura metel* against *Rhizoctonia solani* and *Xanthomonas oryzae*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 65: 91-100.

KAPAH K. et SARIN Y.K., 1978 – Natural factors governing the growth and alkaloid yield in *Datura innoxia* Mill. *Indi .Jou. Pharm* 01: 14-15.

KARTAL M., KURUCU S., ALTUN L., CEYHAN T., SAVAR E., CEVHEROOLU S. et YETKIN Y., 2003 – Quantitative analysis of hyoscyamine in *Hyoscyamus reticulates* L., by GC-MS , Turk .Jou., *Chemistry* (27), pp: 565-569.

KELLY R.A., ANDREWS J.C. et DEWITT J.G 2002 – An x-ray absorption spectroscopic investigation of the nature of the zinc complex accumulated in *Datura innoxia* plant tissue culture, *Micro Chemical Journal* 71: 231-245.

KROUCHI F., 1995 – Contribution à l’étude de l’organisation reproductive du cèdre de l’Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) à Tala- Guilef (Djurdjura Nord occidental), Th, Mag, Agr, I.N.A., El-Harrach, Alger, 105p, annexes.

KOVATISIS A., FLASKES J., NIKOLAIDIS E., KOSTSAKI-KOVASTSI V.P., PAPAIOANNON N. et TSAFARIS F., 1993 – Toxicity study of the main alkaloids of *Datura ferox* in broilers food and chemical. *Toxicology* 31 (11): 841-845.

KOELEN K.G. et GROSS G.G., 1982 – Partial purification and properties of tropane dehydrogenase from root cultures of *Datura stramonium* L., *Planta Medica* 44: 227-230.

LAKHDAR EZZINE D., 2003 – Etude comparée de la production d'alkaloïdes tropaniques chez deux espèces de *Datura* : *Datura ferox* L., et *Datura innoxia* Mill., spontanées et cultivées, Th, Mag, Agr, Univ, Blida, 74p.

LAPOSTOLLE F. et FLESCH F., 2006 – Particularité des nouvelles drogues. *Reanimation* 15 pp: 412-417.

LOCKWOOD T.E., 1973 – Generic recognition of *Brugmansia*. Bot. Mus. Leaf., Harvard University 23: 273-284

LOVETT J.V. et POTTS W.C., 1987 – Primary effects of allelochemicals of *Datura stramonium* L., *Plant and Soil* 98: 137-144.

MARC B., MARTIS A., MOREAU C., ARLIC G., KINTZ P. et LECLERC J., 2007 – Intoxication aigüe à *Datura stramonium* aux urgences, *La Presse Médicale* 36 (10): 1377-1403.

MARZOUK F., 1993 – Contribution à l'étude comparative de cinq provenances Algérienne de chêne liège (*Quercus suber*) dans une parcelle expérimentale (forêt de Bainem), Mem, Ing, Agr, INA, El-Harrach, Alger, 41p, annexes.

MEHDEB N., 2002 – Etude toxique du *Datura stramonium* L., effet de l'extrait des feuilles sur le foie des rats, Th, Mag, Bioch, Univ, Sétif, 96p

MECHLER E. et KOHLENBACH H.W., (1978) – Alkaloids content in leaves of diploid and haploid species. *Planta Med* 33: 350-355.

MIRALDI E., MASTI A., FERRI S. et COMPARINI I.B., 2001 – Distribution of hyoscyamine and scopolamine in *Datura stramonium*. *Fitoterapia* 72, pp: 644-648.

MROCZEK T., GLOWNIAK K. et KOWALSKA J., 2006 – Solid liquid extraction and caution exchange solid phase extraction using a mixed mode polymeric sorbent of *Datura* and related alkaloids. *Journal of Chromatography A* (1107): 9-18.

NACHI N., 1989 – Etude du comportement de quelques populations de fenugrec (*Trigonelle foenum graecum L.*) de différentes provenances, Mem, Ing, Agr, INA, El-Harrach, Alger, 100p.

NAIT BACHIR S., 2007 – Analyse de la variabilité génétique de quelques espèces du genre *Lolium L.*, étude morphologique et caryologique. Th, Mag, Agr, I.N.A., El-Harrach, Alger, 137p, annexes.

NAUDE W.T., 2007 – *Datura* spp and other related plant, veterinary toxicology, *Basic and Clinical Principals*, pp: 892-906.

OZENDA P., 1977 – Flore du Sahara, 2^{ème} édition, Centre National de Recherche scientifique, Paris, p: 380.

OZENDA P., 1982 – Les végétaux dans la biosphère, Ed Doin, Paris, 431p.

PARIS R.R. et MOYSE H., 1971 – Les solanacées médicinales –matière médicale, 3^{ème} édition, Masson et Cie éditeurs, Paris pp: 76-79.

PARIS M. et HURABIELLE H., 1981 – Abrégé de matière médicale (pharmacognosie) tome 1, plates à glucides, à lipides, à huiles essentielles, à protides et à alcaloïdes, pp: 256-272.

PETRI G. et BAJAJ H.P.S., 1989 – *Datura* spp: In vitro regeneration and the production of tropanes, in *Biotech. Agro. Forest* 7, medicinal and aromatic plants, Ed Springer –Verlag, Berlin, p: 135.

PHILIPPEAU G., 1986 – Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales, I.T.C.F., Institut Technique des Cultures et Fourrages, Paris, p: 12.

PLANK K-H. et WAGNER K-G., 1986 – Determination of hyoscyamine and scopolamine in *Datura innoxia* plants by high performance liquid chromatography. *Naturforsch* 41C pp: 391-395.

POLETTI A., 1987 – Fleurs et plantes médicinales. Ed. Délachaux et Neistlé S.A, Paris, p222.

PRETORIUS E. et MARX J., 2006 – *Datura stramonium* in asthma treatment and possible effects on prenatal development. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 21: 1-35.

STAHL E., 1975 – Analyse chromatographique et microscopique des drogues, Manuel pratique pour les pharmacopées européennes. Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, pp: 13-29.

SCHAUMBERG P. et PARIS F., 1977 – Guide des plantes médicinales. Analyse, description et utilisation de 400 plantes. Délachaux et Neistlé S.A., Paris, pp: 21-35.

THURZOVA L., 1981 – Les plantes santé qui poussent autour de nous. Bordas, pp: 88-89.

VAILLANT N., MONNET F., HITMI A., SALLANON H. et COUDRET A., 2005 – Comparative study of Reponses in four *Datura* species to a zinc stress. *Chemosphere* 59(07): 1005-1013.

VERDRAGER J., 1978 – Ces médicaments qui nous viennent des plantes, Le Datura. Ed. Maloine S.A., Paris, pp: 96-97.

VERNAY P., GAUTIER-MOUSSARD C., JEAN L., BORDAS F., FAURE O., LEDOIGT G. et HITMI A., 2008 – Effect of chromium species on phytochemical and physiological parameters in *Datura innoxia*. *Chemosphere* 72: 763-771.

VOLKA J., STODOLA J. et SEVERA F., 1983 – Plantes médicinales. Ed. Grûnd. 319p.

ZAMRI A., 2000 – Production alcaloïdique de deux espèces d'*Hyoscyamus* poussant à l'état sauvage en Algérie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES NON EDITEES :

DIDIER P., 2001 – Petite histoire naturelle des drogues psychotropes. Les plantes hallucinogènes, [http://www. Datura/les alcaloïdes des solanacées.htm](http://www.Datura/les%20alcaloïdes%20des%20solanacées.htm)

DUVAL J., 1991 – Les nématodes de la tomate, <http://www.eap.mcgill.ca/agrobio/ab-head.htm>.

VALLET A., 1996 – Contribution à l'étude de la biosynthèse des alcaloïdes tropaniques chez *Datura innoxia* Mill., transformation par *Agrobacterium tumefaciens*, *Agrobacterium rhizogenes* et culture de chevelus racinaires, DEA génie enzymatique, Bioconversion et microbiologie, Université de Picardie Jules Verne, Amiens, France, <http://www.alexandrevallet.multimania.com>.

Annexe 01 : populations naturelles de *Datura innoxia***1.1. Longueur des capsules :****a- Tableau d'analyse de la variance**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	23,2858	10	2,32858	23,65	0,0000
Within groups	3,83995	39	0,0984603		
Total (Corr.)	27,1258	49			

b- Tableau de comparaison des moyennes : méthode p.p.d.s (95 %)

Populations	Count	Mean	Homogeneous Groups
El Tarf (N1)	3	2,2	X
Jijel (N3)	5	2,34	X
Boussaâda (N14)	3	2,53333	XX
D.B.K (N4)	3	3,03333	XX
Ténès (N10)	7	3,07143	X
Oued Sly (N11)	5	3,08	X
Ain Defla (N7)	6	3,2	X
El Attaf (N8)	2	3,3	XX
Hammam Bouhdjar (N13)	5	3,74	X
Djelida (N9)	5	4,24	X
Boukadir (N12)	6	4,38333	X

1.2. Largeur des capsules :**a- Tableau d'analyse de la variance**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	19,6004	10	1,96004	36,32	0,0000
Within groups	2,10457	39	0,0539634		
Total (Corr.)	21,705	49			

b- Tableau de comparaison des moyennes : méthode p.p.d.s (95 %)

Populations	Count	Mean	Homogeneous Groups
Jijel (N3)	5	1,94	X
El Tarf (N1)	3	1,96667	X
D.B.K (N4)	3	2,1	X
Boussaâda (N14)	3	2,13333	XX
El Attaf (N8)	2	2,25	XXX
Oued Sly (N11)	5	2,46	XX
Ténès (N10)	7	2,51429	X
Hammam Bouhdjar (N13)	6	2,61667	X
Ain Defla (N7)	5	3,54	X
Boukadir (N12)	6	3,56667	X
Djelida (N9)	5	3,6	X

1.3. Longueur des épines :**a- Tableau d'analyse de la variance**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	1,30327	10	0,130327	4,05	0,0001
Within groups	4,95067	154	0,0321472		
Total (Corr.)	6,25394	164			

b- Tableau de comparaison des moyennes : méthode p.p.d.s (95 %)

Populations	Count	Mean	Homogeneous Groups
Jijel (N3)	15	0,513333	X
El Attaf (N8)	15	0,54	XX
D.B.K (N4)	15	0,646667	XX
Ain Defla (N7)	15	0,673333	XX
Ténès (N10)	15	0,706667	XX
El Tarf (N1)	15	0,726667	XX
Boussaâda (N14)	15	0,74	XX
Djelida (N9)	15	0,76	XX
Oued Sly (N11)	15	0,766667	XX
Boukadir (N12)	15	0,773333	XX
Hammam Bouhdjar (N13)	15	0,786667	X

1.4. Poids sec des capsules vides :**a- Tableau d'analyse de la variance**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	1,75862	10	0,175862	2,60	0,0191
Within groups	2,23541	33	0,0677396		
Total (Corr.)	3,99403	43			

b- Tableau de comparaison des moyennes : méthode p.p.d.s (95 %)

Populations	Count	Mean	Homogeneous Groups
Jijel (N3)	4	1,05747	X
EL Tarf (N1)	4	1,214	XX
Boussaâda (N14)	4	1,26343	XXX
El Attaf (N8)	4	1,2825	XXXX
Hammam Bouhdjar (N13)	4	1,34	XXXX
D.B.K (N4)	4	1,42488	XXXXX
Ténès (N10)	4	1,54753	XXXX
Boukadir (N12)	4	1,5545	XXXX
Ain Defla (N7)	4	1,62205	XXX
Oued Sly (N11)	4	1,6425	XX
Djelida (N9)	4	1,7225	X

1.5. Longueur des graines :**a- Tableau d'analyse de la variance**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	5,17098	13	0,397767	8,42	0,0000
Within groups	9,21088	195	0,0472353		
Total (Corr.)	14,3819	208			

b- Tableau de comparaison des moyennes : méthode p.p.d.s (95 %)

Populations	Count	Mean	Homogeneous Groups
Guerouaou (N6)	15	3,322	X
Ténès (N10)	15	3,506	X
Oued Sly (N11)	15	3,55067	XX
Djelida (N9)	15	3,64933	X XX
Béni Mered (N5)	15	3,70467	XX
El Milia (N2)	15	3,71133	XX
Boussaâda (N14)	15	3,71933	XX
El Attaf (N8)	15	3,77067	XXX
Ain Defla (N7)	15	3,786	XXXX
El Tarf (N1)	15	3,78929	XXXX
Jijel (N3)	15	3,79933	XXXX
Hammam Bouhdjar (N13)	15	3,862	XXX
D.B.K (N4)	15	3,87667	XX
Boukadir (N12)	15	3,932	X

1.6. Largeur des graines :**a- Tableau d'analyse de la variance**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	7,84829	13	0,603714	17,04	0,0000
Within groups	6,94243	195	0,0354205		
Total (Corr.)	14,7907	208			

b- Tableau de comparaison des moyennes : méthode p.p.d.s (95 %)

Populations	Count	Mean	Homogeneous Groups
Guerouaou (N6)	15	2,16067	X
El Attaf (N8)	15	2,23933	XX
Ténès (N10)	15	2,27933	XX
Oued Sly (N11)	15	2,31067	X
Béni Mered (N5)	15	2,32867	X
Djelida (N9)	15	2,36067	XX
Boussaâda (N14)	15	2,47867	XX
Hammam Bouhdjar (N13)	15	2,482	XX
Jijel (N3)	15	2,49467	XX
Ain Defla (N7)	15	2,51	X
D.B.K (N4)	15	2,52067	X
Boukadir (N12)	15	2,588	X
El Tarf (N1)	15	2,78867	X
El Milia (N2)	15	2,87267	X

1.7. Poids de mille graines des différentes populations étudiées :

Populations	Poids de mille graines (g)
Jijel (N3)	11.96
Ténès (N10)	11.71
Hammam Bouhdjar (N13)	11.67
Boukadir (N12)	10.75
Béni Mered (N5)	10.71
Djelida (N9)	9.98
El Tarf (N1)	9.86
El Milia (N2)	9.8
Ain Defla (N7)	8.36
El Attaf (N8)	8.05
D.B.K (N4)	7.95
Oued Sly (N11)	7.84
Boussaâda (N14)	5.48
Guerouaou (N6)	4.8

Annexe 02 : nombres et pourcentages cumulés de germination des graines de *Datura innoxia* en fonction du temps et de la température.

Jours	20°C				27°C				30°C			
	NCGS	PGS (%)	NCGNS	PGNS (%)	NCGS	PGS (%)	NCGNS	PGNS (%)	NCGS	PGS (%)	NCGNS	PGNS (%)
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	3	10	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	24	80	7	23.33	1	3.33	0	0
9	2	6.6	0	0	30	100	12	40	3	10	0	0
11	5	16.66	0	0	30	100	20	66.66	4	13.33	0	0
13	12	40	0	0	30	100	26	86.66	5	16.66	0	0
15	13	43.33	0	0	30	100	27	90	5	16.66	0	0
17	16	53.33	0	0	30	100	28	93.33	6	20	0	0
19	17	56.66	3	10	30	100	28	93.33	7	23.33	1	3.33
21	17	56.66	3	10	30	100	28	93.33	7	23.33	1	3.33
23	17	56.66	3	10	30	100	28	93.33	7	23.33	1	3.33
25	17	56.66	3	10	30	100	28	93.33	7	23.33	1	3.33

Annexe 03: populations expérimentales de *Datura innoxia* :**3.1. Diamètre au collet :****a- Tableau d'analyse de la variance**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	3,99132	10	0,399132	2,22	0,0232
Within groups	15,7915	88	0,179449		
Total (Corr.)	19,7829	98			

b- Tableau de comparaison de moyennes : méthode p.p.d.s (95 %)

Populations	Count	Mean	Homogeneous Groups
Guerouaou (N6)	9	1,67711	X
El Tarf (N1)	9	1,86256	XX
D.B.K (N4)	9	1,89922	XX
El Milia (N2)	9	2,00156	XXX
Béni Mered (N5)	9	2,05189	XXX
Hammam Bouhdjar (N13)	9	2,10233	XX
El Attaf (N8)	9	2,13478	XX
Boukadir (N12)	9	2,16078	XX
Oued Sly (N11)	9	2,31533	X
Djelida (N9)	9	2,32189	X
Boussaâda (N14)	9	2,34522	X

3.2. Hauteur du plant :**a- Tableau d'analyse de la variance**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	11065,3	10	1106,53	7,06	0,0000
Within groups	13782,9	88	156,624		
Total (Corr.)	24848,2	98			

b- Tableau de comparaison de moyennes : méthode p.p.d.s (95 %)

Populations	Count	Mean	Homogeneous Groups
El Tarf (N1)	9	66,8889	X
Guerouaou (N6)	9	75,0	XX
Béni Mered (N5)	9	77,2222	XXX
El Milia (N2)	9	80,6667	XX
D.B.K (N4)	9	85,0	XXX
El Attaf (N8)	9	86,7778	XX
Oued Sly (N11)	9	86,8889	XX
Boukadir (N12)	9	88,8889	XX
Djelida (N9)	9	94,3333	X
Hammam Bouhdjar (N13)	9	95,8889	XX
Boussaâda (N14)	9	107,444	X

3.3. Nombre de ramifications par plant :**a- Tableau d'analyse de la variance**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	17699,6	10	1769,96	7,69	0,0000
Within groups	20251,6	88	230,131		
Total (Corr.)	37951,1	98			

b- Tableau de comparaison de moyennes : méthode p.p.d.s (95 %)

Populations	Count	Mean	Homogeneous Groups
Guerouaou (N6)	9	25,6667	X
Boukadir (N12)	9	37,2222	XX
Hammam Bouhdjar (N13)	9	39,2222	XXX
El Tarf (N1)	9	40,7778	XX
Djelida (N9)	9	41,0	XX
Béni Mered (N5)	9	42,1111	XXX
El Attaf (N8)	9	43,4444	XXX
Oued Sly (N11)	9	53,1111	XX
D.B.K (N4)	9	55,3333	XX
El Milia (N2)	9	68,8889	XX
Boussaâda (N14)	9	72,6667	X

3.4. Nombre de capsules par plant :

a- Tableau d'analyse de la variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	2652,73	10	265,273	3,05	0,0023
Within groups	7663,78	88	87,0884		
Total (Corr.)	10316,5	98			

b- Tableau de comparaison de moyennes : méthode p.p.d.s (95 %)

Populations	Count	Mean	Homogeneous Groups
Boukadir (N12)	9	15,3333	X
El Attaf (N8)	9	19,1111	XX
Béni Mered (N5)	9	19,5556	XXX
El Tarf (N1)	9	22,0	XXX
Boussaâda (N14)	9	24,2222	XXX
Guerouaou (N6)	9	25,2222	XXXX
D.B.K (N4)	9	25,4444	XXXX
El Milia (N2)	9	28,2222	XXX
Hammam Bouhdjar (N13)	9	28,2222	XXX
Djelida (N9)	9	31,0	XX
Oued Sly (N11)	9	33,4444	X

3.5. Longueur des fleurs :

a- Tableau d'analyse de la variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	131,085	10	13,1085	18,28	0,0000
Within groups	134,062	187	0,716908		
Total (Corr.)	265,147	197			

b- Tableau de comparaison de moyennes : méthode p.p.d.s (95 %)

Populations	Count	Mean	Homogeneous Groups
El Milia (N2)	18	16,7778	X
El Tarf (N1)	18	16,8833	X
D.B.K (N4)	18	17,0833	XX
Béni Mered (N5)	18	17,6167	X
Boukadir (N12)	18	18,2	X
El Attaf (N8)	18	18,2111	X
Guerouaou (N6)	18	18,4272	X
Hammam Bouhdjar (N13)	18	18,5889	XX
Djelida (N9)	18	18,6833	XXX
Boussaâda (N14)	18	19,0944	XX
Oued Sly (N11)	18	19,15	X

3.6. Surface foliaire :**a- Tableau d'analyse de la variance**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	29107,1	10	2910,71	0,83	0,5971
Within groups	653246,0	286	3493,3		
Total (Corr.)	682353,0	296			

b- Tableau de surfaces foliaires moyennes des populations

Populations	Moyennes (cm ²)
D.B.K (N4)	123,761
Djelida (N9)	105,303
Boussaâda (N14)	103,274
El Attaf (N8)	94,8717
Oued Sly (N11)	94,4389
Boukadir (N12)	90,2489
El Tarf (N1)	86,1678
Béni Mered (N5)	85,5517
El Milia (N2)	85,4272
Guerouaou (N6)	83,0206
Hammam Bouhdjar (N13)	80,7367

3.7. Longueur des capsules :**a- Tableau d'analyse de la variance**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	8,88599	10	0,888599	11,02	0,0000
Within groups	23,0696	286	0,080663		
Total (Corr.)	31,9556	296			

b- Tableau de comparaison de moyennes : méthode p.p.d.s (95 %)

Populations	Count	Mean	Homogeneous Groups
Béni Mered (N5)	27	3,51111	X
El Milia (N2)	27	3,62593	XX
D.B.K (N4)	27	3,72222	X
Boussaâda (N14)	27	3,8963	X
El Attaf (N8)	27	3,90741	XX
Oued Sly (N11)	27	3,91111	XX
El Tarf (N1)	27	3,92593	XX
Guerouaou (N6)	27	3,98519	XXX
Djelida (N9)	27	3,99259	XXX
Hammam Bouhdjar (N13)	27	4,05556	XX
Boukadir (N12)	27	4,09259	X

3.8. Largeur des capsules :**a- Tableau d'analyse de la variance**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	17,7383	10	1,77383	16,81	0,0000
Within groups	30,1716	286	0,105495		
Total (Corr.)	47,9099	296			

b- Tableau de comparaison de moyennes : méthode p.p.d.s (95 %)

Populations	Count	Mean	Homogeneous Groups
El Milia (N2)	27	3,15926	X
Béni Mered (N5)	27	3,3	XX
D.B.K (N4)	27	3,38519	XX
El Tarf (N1)	27	3,52593	X
Boussaâda (N14)	27	3,74074	X
El Attaf (N8)	27	3,75407	X
Oued Sly (N11)	27	3,76667	X
Guerouaou (N6)	27	3,78148	X
Djelida (N9)	27	3,82963	X
Hammam Bouhdjar (N13)	27	3,9	X
Boukadir (N12)	27	3,9037	X

3.9. Longueur des épines :**a- Tableau d'analyse de la variance**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	1,40772	10	0,140772	3,70	0,0001
Within groups	33,5143	880	0,0380845		
Total (Corr.)	34,922	890			

b- Tableau de comparaison de moyennes : méthode p.p.d.s. (95 %)

Populations	Count	Mean	Homogeneous Groups
El Milia (N2)	81	0,579012	X
Hammam Bouhdjar (N13)	81	0,651852	X
Oued Sly (N11)	81	0,661728	XX
D.B.K (N4)	81	0,669136	XXX
Djelida (N9)	81	0,67284	XXXX
Boussaâda (N14)	81	0,674074	XXXX
Boukadir (N12)	81	0,675309	XXXX
El Tarf (N1)	81	0,7	XXXX
Béni Mered (N5)	81	0,712346	XXX
El Attaf (N8)	81	0,724691	XX
Guerouaou (N6)	81	0,72963	X

3.10. Poids sec de capsules vides :**a- Tableau d'analyse de la variance**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	16,7106	10	1,67106	16,31	0,0000
Within groups	29,303	286	0,102458		
Total (Corr.)	46,0135	296			

b- Tableau de comparaison de moyennes : méthode p.p.d.s (95 %)

Populations	Count	Mean	Homogeneous Groups
El Milia (N2)	27	1,21519	X
El Tarf (N1)	27	1,37148	XX
D.B.K (N4)	27	1,4763	XX
Oued Sly (N11)	27	1,48481	XX
Béni Mered (N5)	27	1,5	XX
El Attaf (N8)	27	1,64407	XX
Boussaâda (N14)	27	1,70778	XX
Guerouaou (N6)	27	1,83926	XX
Boukadir (N12)	27	1,87481	XX
Hammam Bouhdjar (N13)	27	1,93296	X
Djelida (N9)	27	1,97259	X

3.11. Longueur des graines :**a- Tableau d'analyse de la variance**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	41,3882	10	4,13882	41,40	0,0000
Within groups	31,8871	319	0,0999597		
Total (Corr.)	73,2754	329			

b- Tableau de comparaison de moyennes : méthode p.p.d.s (95 %)

Populations	Count	Mean	Homogeneous Groups
Guerouaou (N6)	30	3,446	X
El Tarf (N1)	30	3,475	X
El Milia (N2)	30	4,10833	X
Djelida (N9)	30	4,21433	XX
D.B.K (N4)	30	4,28667	XX
Béni Mered (N5)	30	4,30633	XXX
Boussaâda (N14)	30	4,317	XXX
Boukadir (N12)	30	4,38967	XXX
El Attaf (N8)	30	4,41867	XXX
Oued Sly (N11)	30	4,44767	XX
Hammam Bouhdjar (N13)	30	4,525	X

3.12. Largeur des graines :**a- Tableau d'analyse de la variance**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	30,5453	10	3,05453	92,85	0,0000
Within groups	10,4947	319	0,0328988		
Total (Corr.)	41,04	329			

b- Tableau de comparaison de moyennes : méthode p.p.d.s (95 %)

Populations	Count	Mean	Homogeneous Groups
Guerouaou (N6)	30	2,18333	X
El Tarf (N1)	30	2,501	X
Boussaâda (N14)	30	2,90367	X
D.B.K (N4)	30	3,04467	X
Béni Mered (N5)	30	3,08967	XX
Djelida (N9)	30	3,09333	XX
El Attaf (N8)	30	3,09667	XX
Boukadir (N12)	30	3,09967	XX
Hammam Bouhdjar (N13)	30	3,14767	X
Oued Sly (N11)	30	3,16133	X
El Milia (N2)	30	3,174	X

3.13. Poids moyen de mille graines :

Populations	Poids moyen de mille graines (g)
Boussaâda (N14)	14.3
El Tarf (N1)	13.82
El Attaf (N8)	13.68
Béni Mered (N5)	13.51
Guerouaou (N6)	13.07
Oued Sly (N11)	12.56
Djelida (N9)	12.49
Boukadir (N12)	12.16
D.B.K (N4)	11.8
Hammam Bouhdjar (N13)	11.64
El Milia (N2)	9.23

3.14. Production alcaloïdique:**a- Tableau d'analyse de la variance**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	0,768758	10	0,0768758	48,79	0,0000
Within groups	0,0346667	22	0,00157576		
Total (Corr.)	0,803424	32			

b- Tableau de comparaison de moyennes : méthode p.p.d.s (95 %)

Populations	Count	Mean	Homogeneous Groups
El Tarf (N1)	3	0,703333	X
Boukadir (N12)	3	0,72	X
Oued Sly (N11)	3	0,743333	X
Béni Mered (N5)	3	0,836667	X
Guerouaou (N6)	3	0,856667	X
El Attaf (N8)	3	0,863333	X
El Milia (N2)	3	1,05	X
Hammam Bouhdjar (N13)	3	1,06333	X
Djelida (N9)	3	1,06667	X
D.B.K (N4)	3	1,09	X
Boussaâda (N14)	3	1,11	X

Annexe 04 : matrice de corrélation (populations expérimentales de *Datura innoxia*)

	DC	HP	NRP	NCP	LOF	SF	LOC	LAC	LOE	PSCV	LOG	LAG	PMG	PAL
DC	1													
HP	0,764	1												
NRP	0,425	0,431	1											
NCP	0,227	0,208	0,265	1										
LOF	0,618	0,679	-0,093	0,281	1									
SF	0,239	0,364	0,390	0,152	0,007	1								
LOC	0,180	0,318	-0,443	0,029	0,569	-0,109	1							
LAC	0,360	0,483	-0,449	0,016	0,804	-0,079	0,922	1						
LOE	-0,206	-0,233	-0,640	-0,459	0,247	-0,047	0,216	0,372	1					
PSCV	0,254	0,515	-0,529	-0,042	0,682	-0,021	0,730	0,850	0,346	1				
LOG	0,738	0,690	0,347	0,057	0,378	0,274	-0,039	0,177	-0,280	0,186	1			
LAG	0,694	0,492	0,448	0,133	0,084	0,246	-0,224	-0,101	-0,508	-0,071	0,911	1		
PMG	0,115	0,050	-0,256	-0,359	0,391	0,070	0,209	0,379	0,866	0,260	-0,169	-0,405	1	
PAL	0,183	0,597	0,500	0,407	0,051	0,452	-0,177	-0,144	-0,462	0,148	0,290	0,278	-0,330	1

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil alpha=0,050 (Test bilatéral)

الملخص:

نبات البنج هو نبات يحتوي على القلويدات التروبانية، التي لها أهمية بالغة في الميدان الصيدلاني. إن هذه النباتات تنمو في الجزائر بصفة تلقائية على حافة الطرق و لكن استغلالها يبقى تقليديا. حماية الفصائل و الاستعمال العقلاني للثروات الجينية للأصناف، تستدعي دراسة تنوعها المورفولوجي لهذا الغرض تم جمع ثمار (14) فصيلة من هذا الصنف من عدة مناطق جزائرية و تمت دراسة الخصائص القياسية للثمار و البذور، التحليل الإحصائي لنتائج هذه الدراسة، بين اختلافا واضحا بين الفصائل لاغلب الخصائص المدروسة. وضع البذور للنتاش في درجات حرارة مختلفة، بين إن درجة الحرارة 27 م هي درجة الحرارة المناسبة لانتلش بذور هذا الصنف.

لقد تمت زراعة هذه الفصائل الطبيعية في حقل تجريبي بالمدرسة الوطنية العليا للفلاحة بالحراش، الواقعة في المنطقة المناخية الرطبة، بهدف إجراء دراسة شكلية عن طريق الخصائص القياسية للنباتات، الثمار و البذور و كذا إنتاج الأوراق للقلويدات التروبانية.

بينت الخصائص القياسية المأخوذة بعين الاعتبار، اختلافات هامة في هذا الصنف، كما أن تحليل النتائج عن طريق ال ACP و CAH لم يبين تجمعا منطقيا للفصائل المدروسة حسب انتمائها الجغرافي او المناخي. إن الفصيلة الأكثر إنتاجا للقلويدات التروبانية هي الفصيلة N14 و التي تنحدر من منطقة بوسعادة و تتميز بمساحة ورقية كبيرة و ساق ذات طول و عرض كبيرين و تنتمي إلى المنطقة الجافة. هذا التنوع الشكلي الهام يعبر عن وجود العديد من الجينوتيبات التي يمكن استغلالها في برامج التحسين الجيني لهذا الصنف.

الكلمات المفتاحية: نبات البنج، القلويدات التروبانية، التنوع المورفولوجي، الفصائل الطبيعية، الخصائص القياسية، التحليل الإحصائي، الاختلاف داخل الصنف.

Résumé :

Le *Datura innoxia* Mill., est une plante à alcaloïdes tropaniques d'un grand intérêt pharmaceutique. En Algérie, cette espèce pousse à l'état spontané au bord des routes et dans les décombres, cependant, son exploitation demeure traditionnelle.

La sauvegarde des populations et l'utilisation rationnelle des ressources génétiques des espèces, devrait passer au préalable par l'analyse de la variabilité morphologique. Dans ce but, les fruits de (14) populations naturelles de cette espèce ont été collectés, de différentes régions algériennes et font l'objet d'analyse des paramètres biométriques des capsules et des graines, ainsi, l'analyse statistique montre un effet population très hautement significatif pour la majorité des caractères étudiés sur ces populations.

La mise en germination des graines à différentes températures, a révélé que la température de 27°C est la plus favorable à la germination de cette espèce.

Les graines de ces populations spontanées ont été semées dans une parcelle expérimentale, à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique (E.N.S.A) d'El-Harrach, située dans l'étage bioclimatique (Subhumide), une étude morphologique via les caractères biométriques mesurés sur les plants, les fruits et les graines et la quantification des alcaloïdes tropaniques des feuilles a été menée. Ainsi, Les variables considérés présentent une importante variation intraspécifique et l'analyse en composantes principales et en classification hiérarchique ne montre pas une agrégation évidente des populations selon leur origine géographique ou bioclimatique.

La population N14 provenant de Boussaâda est la plus productrice en alcaloïdes tropaniques, ses plants se caractérisent par des hauteurs élevées avec des grands diamètres et ayant une surface foliaire importante.

Cette forte diversité morphologique témoigne de l'existence d'une multitude de génotypes pouvant servir dans des programmes d'amélioration génétique de cette espèce.

Mots clés : *Datura innoxia*, alcaloïdes tropaniques, variabilité morphologique, populations naturelles, paramètres biométriques, analyse statistique, variation intraspécifique

Abstract:

The species *Datura innoxia* Mill., is a plant with tropane alkaloids, with great interest in pharmacology. In Algeria, this species grow spontaneously at the edge of road and in the wreckages, however their exploitation remains traditional.

The safeguard of populations and the rational use of the genetic resources of the species should pass as a preliminary by analysis of the morphologic variability.

The fruits of 14 populations of this species were collected from different Algerian areas, and made object for biometric analysis of parameters of fruits and seeds, thus, the statistical analysis shows a very high significant population effect, for the majority of studied characters on these populations.

The setting in germination of seeds at various temperatures revealed that the temperature of 27°C is the most favourable for the germination of this species.

The seeds of these natural populations were sown in an experimental plot, in the National High School of Agronomy (El-Harrach), situated in bioclimatic stage (Sub-wet), a morphological study via the biometric characters measured on the plants, the fruits, seeds, and the quantification of the tropane alkaloids of the leaves was done.

The considered variables present an important intraspecific variation and the analysis in principal components and in hierarchical classification do not show an evident aggregation of the populations according to their geographical or bioclimatic origin.

The population N14 from Boussaada is the most productive population of tropane alkaloids, their plants are characterized by high hills with large diameters and having an important leaf area.

This strong morphological diversity testifies the existence of multitude genotypes which could be useful in genetic improvement programs of this species.

Key words: *Datura innoxia*, tropane alkaloids, morphologic variability, natural populations, biometric parameters, statistical analysis, intraspecific variation.

