

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE d'AGRONOMIE (ENSA d'EL-HARRACH)

**Thèse**

**EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE DOCTORAT EN  
SCIENCES AGRONOMIQUES.**

**Département : Production végétale**

**Option : Biotechnologies végétales.**

**Thème :**

**Etude de la variabilité agro-morphologique de quelques génotypes  
de pois (*Pisum sativum* L.).**

Par : Mme OUAFI Leila

Jury

Président : M. LATATI M.,

MCA (ENSA)

Directeur de thèse : M. ABDELGUERFI A.,

Professeur (ENSA).

Co-directeur : Mme LAOUAR M.,

MCA (ENSA).

Examineurs : M. AOUN O.,

MCA (Université Khemis).

M. LAZALI M.,

MCA (Université Khemis).

M. MEBARKIA A.,

MCA (Université Sétif).

Année : 2017-2018.

*Dédicaces*

*Je dédie ce travail à toute ma famille.*

*A mes enfants et à mon époux. Ainsi qu'à mes amis.*

Remerciements

Mes vifs remerciements s'adressent au professeur Abdelguerfi A., qui a accepté de m'encadrer, qui m'a orienté dans l'accomplissement de ma recherche et qui m'a encouragée à faire aboutir cette thèse.

Je remercie fortement Madame Laouar M., pour avoir bien voulu diriger et corriger ce travail et qui a apporté un œil critique à cette thèse.

Je remercie également Monsieur Latati M., pour avoir consenti à présider le jury de soutenance et d'analyser cette thèse.

Je remercie aussi MM Aoun O., Lazali M. et Mebarkia A., qui ont bien pris le soin de lire et d'examiner ce travail, et qui ont bien accepté d'apporter leur expérience afin de juger ce travail.

Mes remerciements s'adressent aussi à Mademoiselle Alane Farida, et Madame Rahal-Bouziane Hafida (INRAA) pour leur aide et leurs conseils précieux ; ainsi que Melle Nadia de l'ITMAA de Lakhdaria et aux étudiants de cinquième année de l'ENSA qui m'ont aidé lors des prospections (promotion 2013-2014).

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à accomplir ce travail.

**Liste des tableaux**

	Page
Tab. 1 : Composition des graines de légumineuses.....	5
Tab. 2 : quelques pays européens producteurs de pois.....	16
Tab. 3 : Données climatique durant la campagne 2013/2014.....	18
Tab. 4 : Données climatique durant la campagne 2014/2015.....	19
Tab. 5 : Données climatique durant la campagne 2015/2016.....	19
Tab. 6 : Liste des génotypes étudiés.....	20
Tab. 7 : Liste et code des paramètres qualitatifs.....	21
Tab. 8 : Les paramètres quantitatifs.....	22
Tab. 9 : Analyse physico chimique de la parcelle située à la station expérimentale.....	23
Tab. 10 : Analyse physico-chimique de la parcelle située à la ferme centrale.....	24
Tab. 11 : Les résultats des variables qualitatives.....	26
Tab. 12 : Les résultats de l'analyse de la variance chez le pois fourrager durant la première année d'expérimentation.....	27
Tab. 13 : Moyennes des génotypes de pois fourrager.....	28
Tab. 14 : Corrélations entre les différents variables.....	30
Tab. 15 : Analyse en composante principale (ACP) sur 12 génotypes de pois fourrager (1 <sup>ère</sup> année)..	31
Tab. 16 : les résultats de l'analyse de la variance chez le pois potager.....	32
Tab. 17 : Moyennes des génotypes de pois potager.....	34
Tab. 18 : Les corrélations chez le pois potager.....	35
Tab. 19 : Analyse en composante principale (ACP) sur 11 génotypes de pois potager (1 <sup>ère</sup> année).....	36
Tab. 20 : Les résultats de l'analyse de la variance chez le pois protéagineux.....	38
Tab. 21 : Moyennes des génotypes de pois protéagineux.....	38
Tab. 22 : Les corrélations chez le pois protéagineux.....	39
Tab. 23 : Analyse en composante principale (ACP) sur 04 génotypes de pois protéagineux (1 <sup>ère</sup> année).....	40
Tab. 24 : Résultats de l'analyse de la variance chez le pois fourrager.....	42
Tab. 25 : Moyennes chez le pois fourrager.....	43
Tab. 26 : Les corrélations chez le pois fourrager.....	44
Tab. 27 : Analyse en composante principale (ACP) sur 13 génotypes de pois fourrager (2 <sup>ème</sup> année).	45
Tab. 28 : Les résultats de l'analyse de la variance chez le pois potager.....	47
Tab. 29 : Les moyennes chez les génotypes de pois potager.....	48
Tab. 30 : Les corrélations chez le pois potager.....	49
Tab. 31 : Analyse en composante principale (ACP) sur 14 génotypes de pois potager (2 <sup>ème</sup> année).....	50
Tab. 32 : Les résultats de l'analyse de la variance chez le pois protéagineux.....	52
Tab. 33 : Moyennes des génotypes de pois protéagineux.....	52
Tab. 34 : Les corrélations chez le pois protéagineux.....	53
Tab. 35 : Analyse en composante principale (ACP) sur 04 génotypes de pois protéagineux (2 <sup>ème</sup> année).....	54
Tab. 36 : Les résultats de l'analyse de la variance chez le pois mange tout.....	56
Tab. 37 : Moyennes des génotypes de pois Mange-tout.....	56
Tab. 38 : Les corrélations chez le pois mange tout.....	58
Tab. 39 : Analyse en composante principale (ACP) sur 3 génotypes de pois mange tout.....	59
Tab. 40 : Les résultats de l'analyse de la variance chez le pois fourrager durant la troisième année....	63
Tab. 41 : Les moyennes chez les génotypes de pois fourrager durant la troisième année.....	65
Tab. 42 : La corrélation entre les variables chez le pois fourrager.....	66
Tab. 43 : Analyse en composante principale (ACP) sur 13 génotypes de pois fourrager.....	66
Tab. 44 : Les résultats de l'analyse de la variance chez le pois potager durant la troisième année.....	67
Tab. 45 : Les moyennes des différents génotypes de pois potager.....	68
Tab. 46 : Les corrélations chez le pois potager.....	70
Tab. 47 : les résultats de l'analyse de la variance chez le pois mange tout durant la troisième année..	70
Tab. 48 : Les moyennes des génotypes de pois mange tout.....	71
Tab. 49 : Les corrélations entre les différents paramètres chez le pois mange tout.....	71

**Liste des figures**

	Page
Fig. 1 : La stipule du pois.....	7
Fig. 2 : Différents types de feuilles de pois.....	8
Fig. 3 : Schéma général d'une plante de pois.....	9
Fig. 4 : La fleur de pois.....	10
Fig. 5 : Comparaison de trois types de feuilles.....	12
Fig. 6 : Projection des individus chez le pois fourrager durant la première année.....	32
Fig. 7 : Projection des individus chez le pois potager durant la première année.....	37
Fig. 8 : Projection des individus chez le pois protéagineux durant la première année.....	41
Fig. 9 : Projection des individus chez le pois fourrager durant la deuxième année.....	46
Fig. 10 : Projection des individus chez le pois potager durant la deuxième année.....	51
Fig. 11 : Projection des individus chez le pois protéagineux durant la deuxième année.....	55
Fig. 12 : Projection des individus chez le pois mange tout durant la deuxième année.....	60
Fig. 13 : Histogramme du nombre de gousses par m <sup>2</sup> chez le pois fourrager.....	63
Fig. 14 : Histogramme du poids des gousses par m <sup>2</sup> chez le pois fourrager.....	64
Fig. 15 : Histogramme du poids de la matière fraîche par m <sup>2</sup> chez le pois fourrager.....	64
Fig. 16 : Projection des individus de pois fourrager durant la troisième année.....	67
Fig. 17 : Histogramme du nombre de gousses par plant chez le pois potager.....	69
Fig. 18 : Histogramme du poids des gousses par plant chez le pois potager.....	69
Fig. 19 : Histogramme du nombre de gousses par plant chez le pois mange tout.....	70
Fig. 20 : Histogramme du poids des gousses par plant chez le pois mange tout.....	71

**Liste des abréviations**

<b>ACP :</b>	Analyse en Composantes Principales
<b>APF :</b>	Apparition de la première fleur.
<b>APG :</b>	Apparition de la première gousse
<b>AT :</b>	Aspect du tégument.
<b>CA :</b>	Couleur des ailes
<b>CE :</b>	Couleur de l'étendard
<b>CF :</b>	Couleur du feuillage.
<b>CG :</b>	Couleur de la graine.
<b>CRS :</b>	Collerette rouge à la base de la stipule
<b>DDF :</b>	Degrés de dentelure des folioles
<b>DTAF :</b>	Degrés des taches anthocyaniques sur les feuilles
<b>DTAS :</b>	Degrés des taches anthocyaniques sur les stipules
<b>DTF :</b>	Dentelure sur les folioles.
<b>FAO :</b>	Food and Agriculture Organization.
<b>FG :</b>	Forme de la graine.
<b>GC :</b>	Grosueur de la collerette (chez le pois fourrager et le pois mange tout).
<b>G/G :</b>	Nombre de graines par gousse.
<b>HT :</b>	Hauteur du plant.
<b>ICA :</b>	Intensité de la couleur des ailes.
<b>ICARDA :</b>	International Center for Agricultural Research in the Dry Areas.
<b>ICE :</b>	Intensité de la couleur de l'étendard.
<b>INRAA :</b>	Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie.
<b>ITCMI :</b>	Institut technique des cultures maraichères et industrielles.
<b>ITGC :</b>	Institut technique des grandes cultures.
<b>LaF :</b>	Largeur de la foliole
<b>LaST :</b>	Largeur de la stipule.
<b>LoF :</b>	Longueur de la foliole.
<b>LaGS :</b>	Largeur de la gousse.
<b>LaGR :</b>	Largeur de la graine.
<b>LoGS :</b>	Longueur de la gousse.
<b>LoGR :</b>	Longueur de la graine.
<b>LoP :</b>	Longueur du pétiole.
<b>LoPC :</b>	Longueur du pédoncule.
<b>LoST :</b>	Longueur de la stipule.

## Liste des abréviations

<b>MADR :</b>	Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
<b>MS :</b>	Matière sèche.
<b>NbMF :</b>	Nombre maximum de folioles par feuille.
<b>NbML :</b>	Nombre maximum de fleurs par pédoncule
<b>PEF :</b>	Premier étage florifère.
<b>PF :</b>	Pleine floraison.
<b>P100G :</b>	Poids de 100 graines.
<b>TAF :</b>	Taches anthocyaniques sur les feuilles.
<b>TAS :</b>	Taches anthocyaniques sur les stipules.
<b>TT :</b>	Type du tégument.
<b>UNESCO :</b>	L'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture

## Résumé

Le présent travail vise à analyser la variabilité agro-morphologique de 35 géotypes de pois (*Pisum sativum* L.) dont 13 sont des géotypes de pois fourrager, 4 de pois protéagineux, 14 de pois potager et 4 de pois mange tout. Pour cela des paramètres qualitatifs et des paramètres quantitatifs ont été étudiés pendant trois années consécutives. L'analyse quantitative a englobé des paramètres morphologiques, phénologique et des paramètres de rendement. Les paramètres qualitatifs ont permis de révéler une variabilité importante au sein des géotypes étudiés. La fleur du pois fourrager est colorée avec différentes nuances et différentes intensités de couleur. Chez le pois mange tout, la fleur est également colorée avec un étendard mauve et des ailes pourpres. Le pois potager et protéagineux quant à eux présentent des fleurs de couleur blanche. En ce qui concerne les paramètres quantitatifs, des différences significatives sont constatées lors de l'analyse de la variance chez tous les paramètres morphologique et phénologiques. Les trois géotypes 52536, 52540 et Merveille de Kelvedon manifestent une précocité remarquable par rapport aux autres géotypes (avec des moyennes respectives de 48.5, 49.5 et 57 jours entre le semis et l'apparition de la première fleur). Le géotype 64 350 offre un nombre de grains par gousse important en comparaison avec les autres géotypes (9.88 graine par gousse durant la première année et 10 graines par gousse à la deuxième année d'expérimentation). Pour les paramètres liés au rendement, l'analyse de la variance a décelé des différences significatives chez le pois fourrager et le pois potager pour les paramètres : nombre de gousses par m<sup>2</sup>, poids des gousses par m<sup>2</sup> et poids de la matière fraîche par m<sup>2</sup>. Concernant le pois mange tout, l'analyse de la variance n'a montré aucune différence significative pour les paramètres de rendement. Chez le pois fourrager, le géotype 52 593 offre les meilleurs rendements en gousse et en matière fraîche (le nombre de gousses par m<sup>2</sup> est de 291.66, le poids des gousses par m<sup>2</sup> est de 408.89 g et le poids de la matière fraîche par m<sup>2</sup> est de 1852.44 g). Au sujet du pois potager, les deux géotypes 52 587 et 123 074 ont le nombre de gousses par plant le plus élevé, avec des valeurs respectives de 12.49 et 12.47 gousses/plant. Des corrélations significatives ont été décelées entre différents paramètres étudiés, ce qui peut être très avantageux pour les travaux de sélection. En ce qui concerne, l'analyse en composantes principales, trois axes traduisent la plus grande part de variabilité durant la première année (80.90% de la variance est exprimés par les trois premiers axes chez le pois fourrager, 83.99% pour le pois potager et 99.99% pour le pois protéagineux). En revanche, la variance est expliquée par seulement deux axes pendant la deuxième année d'expérimentation avec des pourcentage de variance de 72.66% chez le pois fourrager, 77.78 % pour le pois potager, 92.05 % chez le pois protéagineux et 100 % chez le pois mange tout.

**Mots clé :** *Pisum sativum*, pois, caractérisation, variabilité génétique, morphologie.

**Abstract**

The objective of this study was to analyze the agro-morphological diversity present in 35 genotypes of pea (*Pisum sativum* L.), of which 13 field pea genotypes, 4 protein pea, 14 garden pea and 4 sugar pea. For this, qualitative and quantitative parameters were studied for three consecutive years. Quantitative analysis included morphological, phenological, and performance parameters. Qualitative parameters revealed significant variability within the studied genotypes. The field pea flower is colored with different shades and different intensities of color. In sugar pea, the flower is also colored with violet standard and purple wings. Vegetable and protein pea have white flowers. In regards to quantitative parameters, significant differences are found in the ANOVA in all morphological and phenological parameters. The three genotypes 52536, 52540 and Merveille de Kelvedon show remarkable early maturity compared to other genotypes (with respective averages of 48.5, 49.5 and 57 days between sowing and appearance of the first flower). The 64 350 genotype has a significant number of seeds per pod compared to the other genotypes (9.88 seeds per pod in the first year and 10 seeds per pod in the second year of the experiment). For the yield parameters, variance analysis found significant differences in field pea and garden pea for parameters: number of pods per m<sup>2</sup>, pod weight per m<sup>2</sup>, and weight of fresh material per m<sup>2</sup>. Regarding sugar pea, variance analysis showed no significant difference for yield parameters. In field peas, the genotype 52 593 offers the best yields in pods and fresh material (the number of pods per m<sup>2</sup> is 291.66, the pod weight per m<sup>2</sup> is 408.89 g and the weight of the fresh material per m<sup>2</sup> is of 1852.44 g). With regard to garden pea, the two genotypes 52 587 and 123 074 have the highest number of pods per plant, with respective values of 12.49 and 12.47 pods / plant. Significant correlations were detected between different studied parameters. These correlations can be very advantageous for the selection work. With respect to the principal components analysis, three axes reflect the greatest variability during the first year (80.90% of the variance is expressed by the first three axes in field peas, 83.99% for garden peas and 99.99% for protein pea). On the other hand, the variance is explained by only two axes during the second year of experimentation with percentage of variance of 72.66% in field peas, 77.78% for vegetable peas, 92.05% in protein peas and 100% in sugar peas.

**Key words:** *Pisum sativum*, pea, characterization, genetic diversity, morphology.

## ملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة التنوع الزراعي المورفولوجي ل 35 نمط جيني من البازلاء. و التي تتضمن اربع انواع وهي البازلاء العلفية البازلاء الخضراء البازلاء البروتينية و البازلاء الطرية. في هذه الدراسة لجنا الى استعمال المميزات الكمية و الكيفية لمدة ثلاث سنوات متتالية. التحليل الكمي تضمن الصفات المورفولوجية و الفينولوجية و المردود. المميزات الكيفية اظهرت ان هناك تنوع جيني كبير ضمن انواع البازلاء المدروسة. زهرة البازلاء العلفية ملونة بظلال مختلفة وكثافات مختلفة من الألوان. البازلاء الطرية لديها زهرة دات راية بنفسجية و اجنحة ارجوانية. البازلاء الخضراء و البروتينية لديهما ازهار بيضاء. فيما يخص المميزات الكمية وجدت هناك اختلافات عند استعمال تحليل التباين بالنسبة للصفات المورفولوجية و الفينولوجية. تزهتر التراكيب الوراثية الثلاثة 52536 و 52540 وميرفاي ميكرامقارنة بالأنماط الوراثية الأخرى (بمتوسط 48.5 و 49.5 و 57 يومًا بين البذر و ظهور الزهرة الأولى). يحتوي النمط الجيني 64350 على عدد كبير من البذور في كل جراب مقارنة بالأنماط الوراثية الأخرى (9.88 بذرة في الجراب للسنة الأولى و 10 بذور لكل جراب في السنة الثانية من التجربة). وفيما يتعلق بالمميزات المتعلقة بالمردود، وجد تحليل التباين فروقا معنوية في البازلاء العلفية و البازلاء الخضراء بالنسبة للصفات التالية: عدد القرون للمتر المربع، وزن القرون للمتر المربع، ووزن المادة الطازجة للمتر المربع الواحد. اما بالنسبة للبازلاء الطرية لم يكن هناك اختلاف هام بين الانماط الجينية المدروسة. بالنسبة للبازلاء العلفية النمط الجيني 52593 اعطى اعلي المردودات المتعلقة بالقرون و المادة الطازجة (عدد القرون في المتر المربع يساوي 291.66 و وزن القرون في المتر المربع يساوي 408.89 غ ووزن المادة الطازجة في المتر المربع يقدر ب1852.44غ). فيما يخص البازلاء الخضراء النمطين الجينيين 52587 و 123074 يملكان اكبر عدد قرون للنبته الواحدة ( 12.49 بالنسبة ل 52587 و 12.47 ل 123074). تم الكشف عن ارتباطات كبيرة بين مختلف المتغيرات المدروسة ، والتي يمكن أن تكون مفيدة للغاية لأعمال التحسين. فيما يتعلق بتحليل المكونات الأساسية ، تعكس ثلاثة محاور التقلبات الأكبر خلال السنة الأولى (يتم التعبير عن 80.90% من التباين بواسطة المحاور الثلاثة الأولى في البازلاء العلفية ، و 83.99% لبازلاء الخضراء و 99.99% لبازلاء البروتين). من ناحية أخرى ، يفسر التباين بواسطة محورين فقط خلال السنة الثانية من التجريب مع نسبة تباين 72.66% في البازلاء العلفية ، 77.78% للبازلاء الخضراء ، 92.05% في البازلاء البروتينية و 100% في البازلاء الطرية

**كلمات المفتاح:** البازلاء ، وصف التباين الجيني مورفولوجية.

## Sommaire

	Page
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Résumé	
Sommaire	
<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Synthèse bibliographique.....</b>	<b>3</b>
<b>1. Les Légumineuses</b>	
1.1. Fixation de l'azote atmosphérique.....	3
1.2. Légumineuses dans l'alimentation animale .....	4
1.3. Légumineuses dans l'alimentation humaine.....	4
1.4. légumineuses en Algérie.....	5
<b>2. Généralités sur le pois.....</b>	<b>6</b>
2.1. Taxonomie du pois.....	6
2.2. Caractères généraux du pois.....	8
2.3. Centre d'origine du pois et domestication.....	10
2.4. Diversité génétique chez le pois.....	11
2.5. Importance des variétés locales (landraces) et nécessité de leur conservation.....	12
2.5.1. Ressources phylogénétiques : base pour la sélection des variétés locales « landraces ».....	12
2.5.2. Erosion génétique.....	13
2.5.3. Conservation des variétés du pays.....	14
<b>3. Le pois dans le monde.....</b>	<b>15</b>
<b>Chapitre II : Matériel et méthodes.....</b>	<b>18</b>
<b>1. Présentation de la région de l'essai.....</b>	<b>18</b>
<b>2. Données climatiques de la période d'expérimentation.....</b>	<b>18</b>
<b>3. Caractéristiques du sol.....</b>	<b>19</b>
<b>4. Matériel végétal.....</b>	<b>19</b>
<b>5. Déroulement de l'essai.....</b>	<b>20</b>
<b>6. Paramètres observés.....</b>	<b>21</b>
6.1. Paramètres qualitatifs.....	21
6.2. paramètre quantitatifs.....	21
<b>7. Analyses statistiques.....</b>	<b>22</b>
<b>Chapitre III : Résultats et discussions.....</b>	<b>23</b>
<b>1. Résultats de l'analyse du sol.....</b>	<b>23</b>
<b>2. Variables qualitatives.....</b>	<b>25</b>
<b>3. Résultats et interprétation des paramètres quantitatifs.....</b>	<b>26</b>
3.1. Résultats de la première année d'expérimentation.....	26
3.1.1. Résultats de la première année chez le pois fourrager.....	26
3.1.2. Résultats de la première année chez le pois potager.....	32
3.1.3. Résultats de la première année chez le pois protéagineux.....	37
3.2. Résultats de la deuxième année d'expérimentation.....	41
3.2.1. Résultats de la deuxième année chez le pois fourrager.....	41
3.2.2. Résultats de la deuxième année chez le pois potager.....	46
3.2.3. Résultats de la deuxième année chez le pois protéagineux.....	51
3.2.4. Résultats de la deuxième année chez le pois Mange –tout.....	55
4. Synthèse des deux années d'expérimentation et discussion.....	60
5. Résultats de la troisième année d'expérimentation.....	63
5.1. Résultats de la troisième année chez le pois fourrager.....	63
5.2. Résultats de la troisième année chez le pois potager.....	67

## Sommaire

5.3. Résultats de la troisième année chez le pois Mange tout.....	70
5.4. Discussion.....	71
<b>Conclusion générale et perspectives.....</b>	<b>73</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>76</b>
<b>Annexe.....</b>	<b>83</b>

## **Introduction**

Le pois est parmi les premières espèces à avoir été domestiquée au néolithique, à côté des céréales et de la lentille (Zohary *et al.*, 2012).

Le pois une importante source de protéine de bonne qualité et de moindre coût (21 à 25 %). Il contient également des niveaux élevés d'hydrates de carbone, de minéraux et de vitamines. Ainsi, il joue un rôle important dans l'équilibre alimentaire des hommes (Harmankaya *et al.*, 2010 ; Enderes *et al.*, 2016). Par ailleurs, il peut fixer l'azote atmosphérique grâce aux nodosités des racines, et ne nécessite donc pas de fertilisation azotée. En outre, le pois tolère bien les périodes sèches (Janzen *et al.*, 2014).

Le pois est un excellent fourrage, qui se cultive seul ou en association. Il peut être utilisé en ensilage lorsqu'il est cultivé en association avec une céréale qui lui sert de tuteur, et constitue ainsi un aliment de haute valeur nutritive avec des proportions adéquates d'azote et de glucides (Sulas *et al.*, 2012).

En Algérie, le pois a existé depuis fort longtemps. D'anciens écrits mettent en évidence sa présence dans notre pays. Il a été décrit par Desfontaines en 1798. Battandier et Trabut (1888) ont mentionné la présence de différentes sous espèces de pois cultivé en Algérie. Aussi, Quezel et Santa (1962), dans leur ouvrage « la nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales », ont spécifié l'existence de variétés cultivées.

Les variétés locales de pois étaient cultivées en Algérie bien avant 1830. Ces anciennes variétés issues de multiplications successives ont subi la sélection naturelle chez les paysans qui les détenaient. En 1850, la pépinière centrale du gouvernement à Alger a pu obtenir une collection de variétés de pois destinée à la récolte du grain sec. Par la suite, des travaux d'amélioration ont été entrepris à partir de 1944 au niveau de la Station Centrale d'Essais de Semences et d'Amélioration des Plantes de Maison-Carrée (Alger), en introduisant des variétés nouvelles de métropole, Hongrie, Maroc, Allemagne..., en plus des variétés anciennes déjà existantes. La sélection s'est faite sur la base des caractères suivant : entre nœud court, précocité à la floraison et à la nouaison, résistance à l'oïdium... (Laumont et Chevassus, 1960 ; INRAA, 2006).

Dans les années 1965-1970, l'Algérie a procédé à une introduction massive de variétés à haut potentiel génétique (Rahal-Bouziane, 2015), ce qui a conduit au remplacement des variétés traditionnelles par de nouvelles variétés introduites. Ces variétés censé augmenter les rendements n'ont pas toujours donné les résultats escomptés mais ont surtout contribué à la négligence voire l'oubli des variétés locales (Arbouche *et al.*, 2011), étant donné que ce nouveau matériel végétal n'est pas adapté aux conditions du milieu algérien. En effet, les variétés traditionnelles (landraces) ne sont pas fixées comme dans le cas des variétés certifiées, ce qui permet une évolution constante et une adaptation permanente aux conditions du milieu. La sélection naturelle qui s'opère ainsi facilite l'adéquation des variétés au milieu

dans lequel elles sont cultivées du fait de ce large potentiel génétique à la base (Bazile et Coulibaly, 2011).

Heureusement, qu'un patrimoine est encore sauvegardé au niveau des banques de gènes et chez certains paysans occupant des terres marginales (FAO, 2011a) ou pratiquant une agriculture familiale. Cette richesse échappant à l'érosion génétique est une source potentielle de caractères bénéfique pour notre agriculture. Il est nécessaire de la maintenir pour la réalisation de nouveaux programmes de sélection et répondre aux besoins nouveaux chaque fois qu'ils s'expriment (Abdelkefi et Merrakchi, 2000). En effet, selon la FAO (2011b), une attention particulière devra être portée aux cultures traditionnelles et sous utilisées qui sont le plus souvent associées aux agriculteurs exploitant des terres marginales. Surtout que l'Algérie, représente un immense réservoir de plantes différentes du fait de la diversité de ses milieux et de ses terroirs (Abdelguerfi *et al.*, 2008)

Toutefois, l'évaluation de la diversité génétique est une étape qui précède tout travail d'amélioration. Elle permet de connaître les caractéristiques et les performances du matériel végétal. Les données ainsi obtenues vont être très utiles pour les sélectionneurs lors du choix des caractères à promouvoir, afin d'obtenir de nouvelles variétés qui soient à la fois performantes et adaptées aux conditions de notre pays, et répondant aux exigences actuelles de l'agriculture algérienne.

Parmi les multiples débouchés des variétés de pois ainsi obtenues, l'utilisation de l'ensilage (mélange de pois et céréales) peut s'avérer une alternative pour la conduite alimentaire des animaux, notamment des bovins dont l'alimentation actuelle est basée sur les fourrages secs (le concentré et les pailles) dans certaines fermes. L'ensilage permettra une nette amélioration de la production laitière (Kadi *et al.*, 2007).

Les travaux de caractérisation sur le pois sont nombreux. Plusieurs chercheurs ont effectués des évaluations agro-morphologiques sur différents génotypes de pois collectés dans divers lieux dans le monde (Benbrahim et Gaboun, 2008 ; Bashir *et al.*, 2017 ; Iqbal *et al.*, 2017 ; Rafiul Alam Khan *et al.*, 2017). Aussi, des analyses moléculaires ont été réalisés sur cette espèce (Cupic *et al.*, 2009 ; Haider Ashraf *et al.*, 2013).

L'objectif du présent travail est d'analyser la diversité agro-morphologique chez quatre types de pois (potager, fourrager, protéagineux et mange tout), récoltés dans divers régions de l'Algérie en plus de génotypes introduits, en vue d'une utilisation future dans des travaux d'amélioration. L'évaluation des génotypes étudiés a été réalisée grâce à des paramètres qualitatifs et d'autre quantitatifs. L'expérimentation s'est déroulée sur trois années consécutives, les paramètres qualitatifs, les paramètres phénologiques et morphologiques ont eu lieu durant les deux premières années d'expérimentation, les paramètres de rendements ont été évalués pendant la troisième année d'expérimentation.

## **1- Légumineuses**

Les légumineuses (ce qui signifie légume dont le fruit est une gousse) comptent 714 genres et plus de 18 000 espèces (Lewis *et al.*, 2005). Les légumineuses avec les graminées sont les deux familles botaniques les plus utiles à l'alimentation dans le monde (Klein *et al.*, 2014). Aujourd'hui, les cultures de légumineuses alimentent deux filières : la première pour l'alimentation animale représentée par les légumineuses fourragères (luzerne, pois, trèfle, soja, etc.) et la deuxième pour l'alimentation humaine, ce sont les légumineuses à graines (haricots, lentilles, pois, pois chiches, fèves, etc.) (Denhartigh *et al.*, 2015).

Les légumineuses sont caractérisées par :

- Des fleurs papilionacées (en forme de papillon) pour la plupart des espèces cultivées ;
- Une gousse contenant des graines (la gousse étant le fruit issu de l'ovaire de la fleur) ;
- Et pour la majorité des membres de cette famille, la capacité d'utiliser l'azote atmosphérique (N<sub>2</sub>) pour produire ses propres composants protéiques.

Par cette troisième caractéristique, et contrairement aux autres espèces cultivées, la culture de légumineuses n'a en général pas besoin d'apport de fertilisants azotés pour exprimer une croissance optimale, et elle représente une porte d'entrée d'azote symbiotique dans les systèmes de production agricole (Schneider et Huyghe, 2015).

### **1-1- Fixation de l'azote atmosphérique**

Les légumineuses présentent l'énorme avantage par rapport aux autres plantes de pouvoir s'associer à des bactéries du sol du genre rhizobium. Cette association aboutit à la formation d'un petit organe particulier au niveau des racines, le nodule, au sein duquel les bactéries, grâce à leur activité nitrogénase, fixent l'azote atmosphérique et transfèrent celui-ci à la plante sous une forme combinée assimilable. En contrepartie, la plante fournit les éléments nutritifs assurant le développement de la bactérie (Giraud, 2007).

Les nodosités ne deviennent efficaces que lorsque l'azote du sol devient limitant (moins de 50 kg/ha). Dans le cas inverse, les légumineuses absorbent préférentiellement l'azote du sol car ce processus est moins coûteux en énergie pour la plante que la fixation de l'azote de l'air. L'apport d'azote (minéral ou par les engrais organique) provoque une diminution du nombre de nodules et donc une baisse de l'activité symbiotique de fixation d'azote atmosphérique (ARVALIS, 2010). Le nombre de nodosités produit est proportionnel aux besoins en azote de la plante pour sa croissance. Pour valoriser au mieux leur rôle, les légumineuses sont donc à planter lorsque l'azote est peu disponible. L'azote de l'air fixé par les légumineuses est restitué à la culture suivante via la décomposition des résidus de culture (parties aériennes et souterraines). Les résidus les plus facilement dégradables (feuilles, tiges peu ligneuses au rapport C/N faible), vont se décomposer et libérer de l'azote en quelques semaines, alors que les parties ligneuses (tiges, racines) vont minéraliser plus lentement (Agri-bio, 2016). Une étude réalisée par N'Dayegamiye *et al.* (2012) a évalué la contribution réelle des légumineuses en considérant les rendements du blé et du maïs dans les sous parcelles non fertilisées en azote. Les parcelles avec légumineuses ont permis des augmentations de

rendement de 0.6 à 1 t/ha pour le blé et de 1.3 à 3.2 t/ha pour le maïs, en comparaison avec celles sans légumineuses. Ces résultats démontrent que les légumineuses ont contribué fortement à la nutrition azotée de la culture suivante.

Si la présence très importante d'azote dans le milieu réduit le fonctionnement de la symbiose, il en est de même pour d'autres facteurs parmi lesquels on peut citer la salinité du milieu, l'acidité, la pauvreté en phosphore, la sécheresse, les basses températures, la limitation en nutriments ou le manque d'oxygène (Waligora et Tetu, 2008).

### **1-2- Légumineuses et alimentation animale**

Les légumineuses fourragères sont caractérisées par leur richesse en protéines au niveau de leurs feuilles (fourrage consommé en vert ou séché) et dans leurs graines (consommées comme complément alimentaire) (Pointereau, 2001). Aussi, elles présentent une digestibilité élevée et une bonne teneur en calcium (supérieure à celles des graminées). Par rapport aux graminées, la valeur alimentaire des légumineuses comme le trèfle diminue moins rapidement avec l'âge des plantes, ce qui permet une souplesse d'exploitation et l'obtention d'un fourrage de qualité plus stable (Decruyenaere *et al.*, 2016).

Les protéines qui sont constituées par environ 3/4 de globulines et 1/4 d'albumines sont considérées comme de valeur alimentaire intéressante. Riches en lysine, mais hélas carencées en méthionine, cystéine et tryptophane. La complémentation par les céréales et l'apport de méthionine de synthèse sont souvent les sources de rééquilibrage du régime alimentaire, pour corriger ces carences (Duc, 1996)

Hormis la luzerne et le sainfoin qui peuvent se cultiver en pure, les autres légumineuses sont très souvent associées à une ou des graminées ainsi qu'à d'autres légumineuses. La grande majorité des légumineuses sont bien adaptées à une exploitation en fauche (Knoden, 2016).

A titre d'exemple, les fourrages à base de graminées-légumineuses (mélange graminées-légumineuses ou prairies naturelles qui contiennent généralement 20% de légumineuses), exploités au stade optimum, permettent, dans l'élevage laitier, d'assurer (tant au niveau des protéines que des calories) ce qu'il faut à une vache pour produire 20 litres de lait par jour.

On notera, au passage, que les fourrages pâturés sont beaucoup plus riches que les fourrages stockés sous forme de foin ou d'ensilage, traduisant une perte à la récolte. La durée de pâturage est donc un bon critère de gestion des ressources fourragères (Pointereau, 2001).

### **1-3- Légumineuses et alimentation humaine**

Les légumineuses sont mentionnées dans la plupart des recommandations nutritionnelles pour leurs apports en fibres, protéines (complémentaires de ceux des céréales), glucides à faible indice glycémique et micronutriments (minéraux et vitamines) (**Tab. 1**) (Champ *et al.*, 2015).

**Tab. 1** : Composition des graines de légumineuses (Chaillet *et al.*, 2011).

	Amidon % MS	Fibres % MS	Lipides %MS	Protéines % MS
Pois	50	15	2	22-25
Féverole	43	18	2	28-32
Lupin blanc	1	22	10	35-39
Soja	2	20	20	36-40
Blé	70	8-10	1-1.5	10-15

Les légumineuses contiennent une teneur importante en protéines. Elles en constituent pour la plupart des populations des pays en développement la principale source.

Les légumineuses sont un excellent complément alimentaire pour les nourrissons et les jeunes enfants, et les aident à atteindre leurs besoins énergétiques quotidiens. Leur teneur élevée en nutriments en fait également un aliment idéal pour les végétariens et les végétaliens, garantissant un apport suffisant en protéines, en minéraux et en vitamines.

Citons quelques avantages des légumineuses (FAO, 2016) :

- Dotées d'un faible indice glycémique, à faible teneur en graisse et à haute teneur en fibres, les légumineuses sont adaptées aux personnes atteintes de diabète. Leur teneur élevée en fibres augmente la satiété et aide à stabiliser la glycémie et le taux d'insuline, ce qui réduit les pointes après les repas et améliore la résistance à l'insuline. Cela fait des légumineuses un aliment idéal pour la gestion du poids ;
- Les légumineuses peuvent contribuer à réduire les risques de maladies coronariennes. Elles sont riches en fibres solubles, connues pour leurs effets positifs sur le taux de LDL-cholestérol, un facteur de risque reconnu de la maladie coronarienne ;
- Les légumineuses sont de bonnes sources de vitamines, telle que la folacine, qui aide à réduire le risque d'anomalies du tube neural (ATN), comme le spina-bifida chez les nouveau-nés ;
- Leur haute teneur en fer fait des légumineuses un aliment excellent pour prévenir l'anémie ferriprive chez les femmes et les enfants, notamment si elles sont accompagnées d'aliments riches en vitamine C qui améliore l'absorption du fer ;
- Elles sont sans gluten, ce qui en fait un aliment bénéfique pour les personnes allergiques au gluten ou souffrant de la maladie cœliaque ;
- Les légumineuses sont riches en composés bioactifs tels que les composés phytochimiques et les antioxydants qui pourraient contenir des propriétés anti-cancer.

#### **1-4- Légumineuses en Algérie**

En Algérie, les légumineuses sont cultivées sur les zones littorales jusqu'aux plateaux, on y trouve de nombreuses espèces comme le pois chiche, le haricot, la fève, le pois et la lentille (Lazali, 2014 *in* Ouslim 2016).

Actuellement, le nouveau programme de la MADR ambitionne d'éviter l'importation annuelle de 2 millions de quintaux de légumes secs. Le secteur agricole devra alors porter les superficies consacrées aux légumineuses à 218 000 ha, contre 85 000 ha produites actuellement. Sur cette superficie, celle réservée aux lentilles et aux pois chiches devra passer de 30 000 ha à 170 000 ha dans le cadre de ce nouveau programme (Belaid, 2018).

## 2- Généralités sur le pois

### 2-1- Taxonomie du pois

Le pois cultivé appartient au genre *Pisum*, de la famille des légumineuses (papilionacées), tribu des Viciées, au même titre que les genres : *Lathyrus*, *Lens*, et *Vicia*. La particularité morphologique du genre *Pisum*, qui va nous permettre de le distinguer des autres genres de la même tribu (*Lathyrus*, *Vicia*, *Lens*) c'est la taille des stipules. Ces dernières sont au moins aussi grandes que les folioles (**Fig. 1**). Les trois sous-espèces de *Pisum sativum* qui ont été décrites en Algérie sont (Quezel et Santa, 1962) :

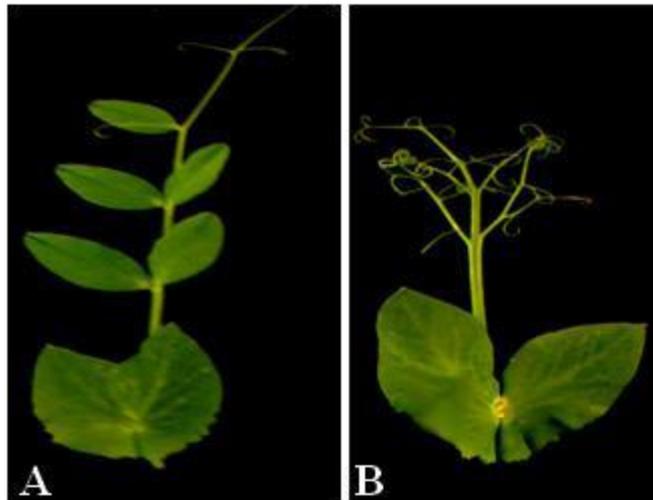
- ***Pisum sativum elatius* (pois sauvage)** : C'est la forme la plus ancienne de pois, caractérisé par une longue tige (> 1.5m) (Zlatkovic et Mikic, 2010). Elle a été considérée pendant longtemps comme une espèce à part entière, mais a été finalement acceptée comme une sous-espèce de *Pisum sativum*. La forme sauvage du pois a été prospectée en Algérie par Vavilov(1949) (Maxted et Ambrose, 2001).
- ***Pisum sativum arvense* Poir (pois des champs, ou pois fourrager)** : Chez ce type de pois, les tiges présentent de nombreuses ramifications. Les fleurs sont en général colorées en violet rose, et les gousses sont petites. Le pois fourrager produit une quantité élevée en matière verte à l'hectare, il est cultivé seul ou en association avec une céréale pour une production importante de fourrage vert destiné à l'alimentation animale après ensilage (Cousin, 1996).
- ***Pisum sativum hortense* Asch et Graebn (pois des jardins, pois potager ou petit pois)** : Le pois potager présente des feuilles plus larges que le pois fourrager, ses gousses sont relativement longues et les grains assez gros. **Le pois mangetout** est voisin du pois potager mais présente des gousses sans parchemin (caractère déterminé par deux gènes récessifs) et qu'on peut consommer en intégralité. Les gousses sont cueillies lorsqu'elles ont atteint une dimension maximale et que le grain commence à grossir (Cousin, 1996).

Parmi les milliers de variétés de pois existant, certaines ont été spécialement sélectionnées pour une utilisation en alimentation animale sur des critères de rendements, de culture et de teneur élevée des graines en protéines, on parle alors de **pois protéagineux** (Perrot, 1995). La fleur chez ce type de pois est blanche et la graine est riche en amidon et en protéines (Carouée *et al.*, 2003). La sélection du pois protéagineux est récente puisque les premières variétés sont apparues dans les années 1976 (avec les variétés Amino et Finale, issues de pois de casserie) après l'embargo américain sur le soja en 1973 à l'encontre de la Communauté Européenne et qui a fait prendre conscience à cette dernière combien elle était dépendante vis-à-vis de

l'extérieur, pour ses protéines végétales utilisées en alimentation animale et combien il était nécessaire de développer en Europe, la culture de plantes riches en protéines destinées à l'alimentation du bétail. Le pois protéagineux s'est développé à partir de 1980 sous l'effet d'un effort de recherche au niveau européen. La France est devenue le premier producteur européen (environ 70% de la production européenne). Dans certains pays le pois est destiné à la consommation humaine (Cadot et Le Clerc, 2010). Il existe des variétés de pois protéagineux qui possèdent des vrilles à la place des folioles, elles sont connues sous le nom de pois **afila** (**Fig. 2**). Cette absence de folioles est une caractéristique liée à un gène récessif « *af* » résultant d'une mutation (Pesic *et al.*, 2013). Cette dernière est apparue en 1986 chez la variété Solara, elle a permis l'essor du pois protéagineux, facilitant la résistance à la verse, aux maladies et permettant des gains de rendement de l'ordre de 20% (Cadot et Le Clerc, 2010).



**Fig. 1** : la stipule du pois (Mori, 2018).

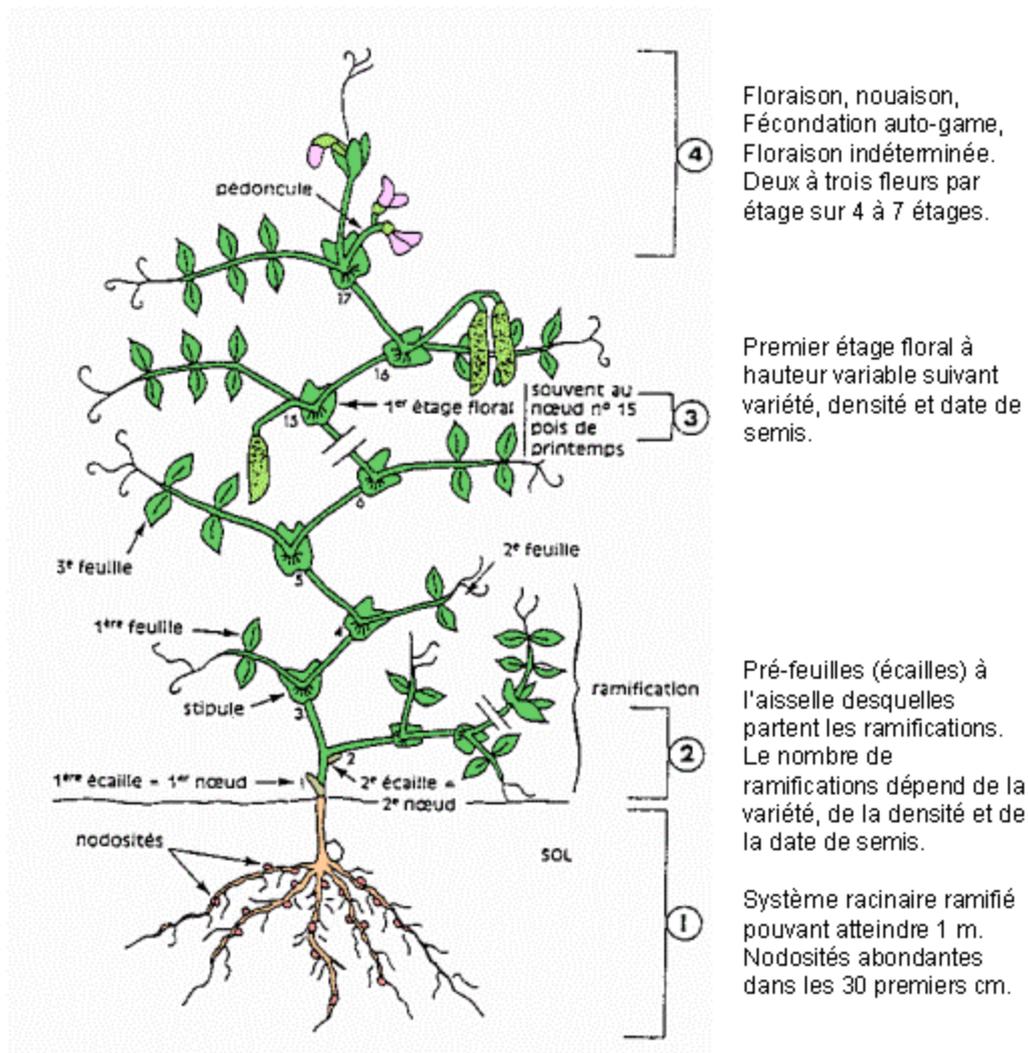


**Fig. 2** : Différents types de feuilles de pois (Srarfi Ben Ayad, 2017)  
(A) Feuille avec folioles (normale), (B) : Feuille sans folioles (afila).

## **2-2- caractères généraux du pois**

L'appareil aérien est constitué d'une tige principale et des ramifications issues des bourgeons latéraux (**Fig. 3**). Les premiers nœuds sont exclusivement végétatifs, puis les suivants deviennent reproducteurs, chaque étage portant en position axillaire un nombre de fleurs variable, mais dont le nombre maximal est une caractéristique variétale. Les gousses issues des fleurs après fécondation des ovules portent un nombre variable de graines dont le nombre maximum est également une caractéristique variétale (INA PG, 2003). La tige est creuse, grêle, de longueur très variable (variétés naines, à demi-rames, à rames). Les feuilles sont glauques, cireuses, composées de 2 à 8 folioles, terminées par une vrille simple ou plus ou moins ramifiée.

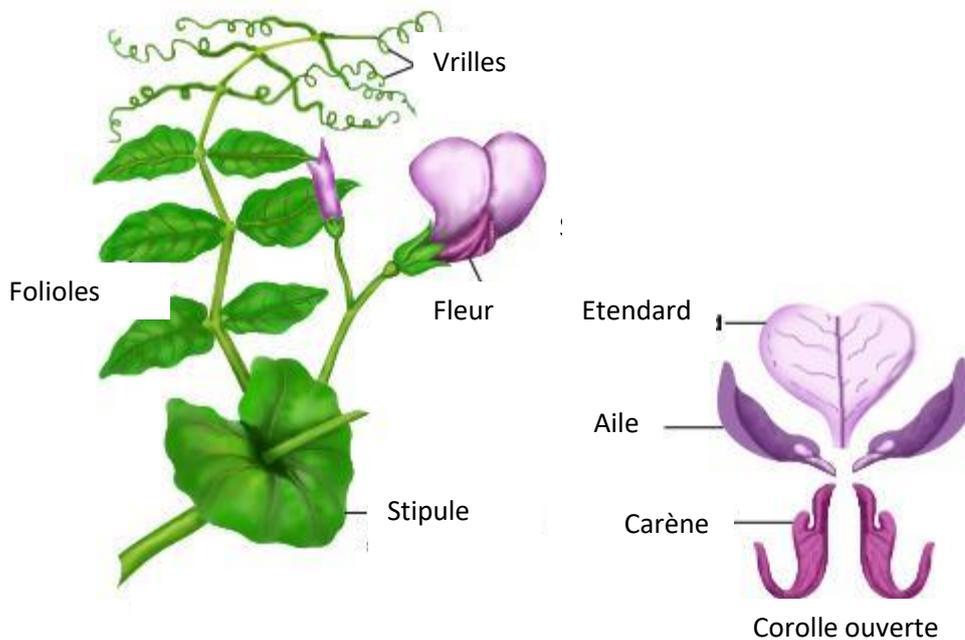
Dans la partie souterraine du pois, peuvent se développer des nodosités, lieu de la symbiose entre la plante et des bactéries du sol qui permet la fixation de l'azote atmosphérique (Tognite, 2013).



**Fig. 3 :** Schéma général d'une plante de pois (Boyeldieu, 1991).

La fleur de pois est typique des Papilionacées. La corolle comprend cinq pétales : l'étendard, deux ailes et la carène formée de deux pièces soudées qui entourent les étamines et le style (**Fig. 4**). Le pois est une espèce autogame, multipliée par semence. L'autopollinisation a lieu avant l'ouverture de la fleur et seuls quelques hyménoptères peuvent visiter les fleurs et transporter le pollen. Ces visites peuvent conduire à quelques hybridations accidentelles entre variétés de pois. Mais, sans intervention du sélectionneur, le brassage génétique reste faible (Cousin, 1996). Les fleurs sont solitaires ou groupées par 2 à 8 sur un long pédoncule (Moule, 1972). Le nombre chromosomique de *Pisum sativum* est de  $2n=14$  (Murtaza *et al.*, 2005).

Les feuilles sont paripennées à 1-3 paires de folioles ovales oblongues plus ou moins dentées, et terminées par une vrille. Les stipules sont plus ou moins orbiculaires aussi grandes ou plus grandes que les folioles, dentées amplexicaules à la base (Quezel et Santa, 1962).



**Fig. 4 :** La fleur de pois (Koirala, 2018).

### 2-3- Centre d'origine du pois et domestication

Le centre d'origine du pois est l'Abyssinie, la Méditerranée et le Centre de l'Asie (Vavilov, 1949 in Maxted et Ambrose, 2001). Les premières traces de culture du pois datent du début du néolithique (environ 7000 ans av. J-C). Il a été probablement domestiqué au Proche-Orient où l'on a trouvé les sous-espèces *Syriacum* Berger (plante de steppe qui serait l'ancêtre direct des pois cultivés) et *elatius*. Le pois fait alors partie du premier cortège de plantes qui ont fondé l'agriculture en Europe, en Asie Centrale et en Égypte, puis en Éthiopie (Doré et Varoquaux, 2006).

Au début du XXe, le pois était uniquement destiné à la consommation humaine comme légume frais (pois potager et pois mangetout) ou sec (pois de casserie). Entre les années 1950 et les années 1970, la production globale de pois potager a quintuplé grâce au développement des industries de conserve. Ce succès, lié à la possibilité de consommer le pois toute l'année, s'est appuyé sur l'amélioration génétique qui est à l'origine de l'apparition de nouvelles variétés spécialement adaptées.

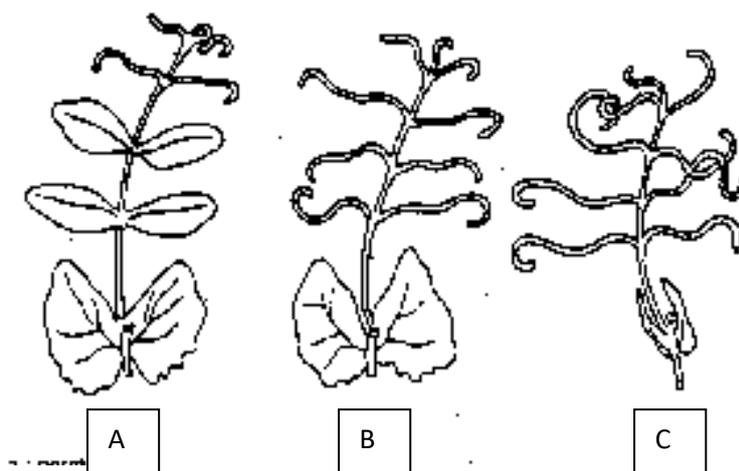
C'est aussi grâce au petit pois que le botaniste autrichien Johannes Gregor MENDEL a pu en 1865 établir les premières lois de la génétique moderne. Il a défini les principes d'homozygotie et d'hétérozygotie, de dominance et de récessivité et il a établi la loi de la pureté des gamètes à partir de croisement entre pois à grain lisse et pois à grain ridé (Doré et Varoquaux, 2006).

## 2-4- Diversité génétique chez le pois

Il existe chez le pois, une grande diversité génétique au travers des types sauvages et des nombreuses variétés anciennes (Doré et Varoquaux, 2006). De nombreuses collections de ressources génétiques de pois sont détenues dans le monde entier. La collection mondiale de cultivars et de mutants de *Pisum sativum* se trouve au Nordic Gene Bank d'Alnarp en Suède (environ 2 700 entrées). Dans cette collection, on a mis l'accent sur des lignées multi-résistantes aux maladies, sur des types sauvages et primitifs, des lignées porteuses de mutations structurelles, du matériel de sélection et des cultivars présentant un intérêt particulier. D'importantes collections de *Pisum sativum* sont détenues en Australie (Australian temperate field crops Collections à Horsham Victoria, 6 300 entrées), aux Etats Unis (Western Regional Plant Introduction Station, à Pullman, 3 500 entrées et à l'Horticultural Sciences Department, au NY State Agricultural Experiment Station, Geneva, 2 500 entrées), en Chine (Institute of Crop Germplasm Resources -CAAS- à Pékin, 3 400 entrées) et au Royaume-Uni (John Innes Centre, Department of Applied Genetics de Norwich, 2 700 entrées). La plus vaste collection de ressources génétiques de *Pisum sativum* en Afrique est située à l'Institute of Biodiversity Conservation, à Addis Abéba (Ethiopie), avec plus de 1 600 entrées. Par ailleurs, l'ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas) en Syrie détenait une importante collection avec plus de 6 100 accessions (Smykal *et al.*, 2008). Compte tenu de la situation en Syrie, les Collections ont été déplacées vers le Maroc et la Tunisie. D'autres banques de gènes existent dans divers régions du monde.

La variabilité génétique chez le pois se traduit par un important polymorphisme. En effet, les différents cultivars montrent de grandes variations de forme, de taille et de couleur, des divers organes du plant. Aussi, la longueur et la ramification de la tige, le nombre de grains par gousse, la qualité gustative de la graine, la précocité à la floraison, etc., montrent d'importantes disparités d'un cultivar à un autre. Ainsi, selon la taille du plant on peut distinguer des variétés naines (entre 60 et 90cm) et des variétés élevés pouvant atteindre 80 à 2.50 cm (Trébuchet *et al.*, 1953). La fleur offre une large gamme de couleurs (rose, mauve, bleu, pourpre ou blanche) avec plusieurs degrés d'intensité (Muehlbauer et Tullu, 1997 *in* Gari, 2015 ; Srarfi Ben Ayed, 2017). Le grain présente également une grande diversité génétique pour sa couleur, sa forme, sa grosseur et sa composition en substances de réserve.

Plusieurs mutations existent chez le pois, elles modifient profondément l'allure du feuillage. Le gène « *af* » transforme les folioles en vrilles chez le pois afile, ce qui assure une meilleure pénétration de la lumière au travers du feuillage. Le gène « *st* » réduit les stipules en petites bractées. La combinaison des deux gènes « *af* » et « *st* » donne des pois sans feuille ou « leafless » (**Fig. 5**). Le gène « *il* » (tendriless) transforme les vrilles en folioles supplémentaires. Le gène « *rogue* » réduit la largeur des folioles et des stipules, qui se dressent comme des oreilles de lièvre (Cousin, 1996).



**Fig. 5 :** Comparaison de trois types de feuilles (Cousin, 1996) :

(A) feuille normale, (B) feuille sans foliole (Afila), (C) pois sans feuilles ou leafless.

## **2-5- Importance des variétés locales (landraces) et nécessité de leur conservation**

### **2-5-1- Ressources phylogénétiques : base pour la sélection des variétés locales « landraces »**

Les agriculteurs ont pratiqué la sélection de variétés adaptées à une grande diversité d'environnements depuis l'aube de l'agriculture, voici plus de 10 000 ans (Plucknett *et al.*, 1990). Cette sélection s'est faite à partir d'une variabilité génétique déjà existante, constituant un "réservoir de gènes" au sein duquel l'espèce peut s'approvisionner pour s'adapter à des conditions écologiques nouvelles. Cette diversité est générée par des mécanismes évolutifs extrêmement efficaces (Kremer, 2000).

La sélection humaine a abouti à l'obtention de variétés souvent qualifiées de « locales », « traditionnelles » ou « de pays » (landraces) (Marchenay et Lagarde, 1987). Fruit des efforts de tous les paysans qui les conservaient, les variétés locales ont un intérêt particulier du fait qu'elles sont adaptées aux conditions du milieu. En effet, elles représentent une précieuse source de résistance aux ravageurs, aux maladies et aux contraintes abiotiques (Jilal, 2011 *in* Rahal-Bouziane, 2016), et elles s'adaptent bien aux conditions pauvres en intrants comme les engrais et les pesticides (FAO, 2007). En outre, Les études ont clairement démontré l'importance de ces variétés dans la lutte contre la sécheresse et l'assurance de la sécurité alimentaire des populations (FAO, 2004). Il est également nécessaire de rappeler que la diversité génétique des cultures apporte de la stabilité aux systèmes de productions agricoles à une échelle locale, nationale et globale. Ainsi, Les pertes dues à un problème d'une espèce ou d'une variété particulière sont compensées par les rendements des autres ce qui permet d'atténuer La variabilité des rendements. Les risques liés à une trop grande uniformisation des espèces et des variétés cultivées (vulnérabilité génétique) peuvent avoir des conséquences très graves (FAO, 2007).

La sélection traditionnelle effectuée par des paysans a été progressivement remplacée par une sélection scientifique. A cet effet, des variétés récentes de pois ont été mises au point avec un bon niveau de résistance au froid et présentant une originalité quant à certaines caractéristiques (la couleur par exemple) selon leur débouché et la préférence du consommateur (Tognite, 2013). D'autres critères de sélection ont intéressé les chercheurs à savoir : la précocité, le rendement et les exigences des conserveurs. En ce qui concerne le pois protéagineux, les principaux objectifs de sélection sont : le rendement élevé en grain sec, la teneur élevée en protéines, la qualité et l'absence de facteurs antinutritionnels (Cadot et Leclerc, 2010).

La sélection scientifique est exercée par des spécialistes regroupées dans un petit nombre d'entreprises ouvertes sur le marché mondial et donc soumises aux contraintes de l'économie internationale agricole. Cette économie est basée sur un petit nombre de variétés homogènes qui se substituent aux précédentes ; les agriculteurs dont chacun possédait des semences différentes ne font plus leurs sélections, la diversité sur le terrain diminue, on assiste alors à une érosion génétique (Marchenay et Lagarde, 1987).

### **2-5-2 Erosion génétique**

C'est un terme inventé par les scientifiques pour désigner la perte de gènes individuels et de combinaisons de gènes tels que ceux que l'on retrouve dans les variétés adaptées aux conditions locales. D'après le rapport sur l'état des ressources phytogénétiques dans le monde de la FAO (2006), le remplacement des variétés locales par des variétés modernes est la principale cause d'érosion génétique. En effet, ce phénomène intervient souvent lorsque l'on remplace d'anciennes variétés par de nouvelles, les gènes des premières n'étant pas tous présents dans les deuxièmes. L'introduction de variétés commerciales dans les systèmes d'agriculture traditionnelle réduit souvent le nombre de variétés. Parmi les autres causes de l'érosion génétique figurent l'apparition de nouveaux ravageurs, de plantes adventices et de maladies ou encore la dégradation environnementale, l'urbanisation ainsi que le défrichage par la déforestation et les feux de brousse (FAO, 2006). L'érosion génétique ne concerne pas seulement les espèces cultivées mais aussi, les espèces sauvages apparentées, une série d'exemples peuvent être cités à cet effet :

Trois variétés locales de pois (Kyambia, Rwantooro et Nyakasaza) sur cinq ont été abandonnées par les agriculteurs dans la région de Kabale en Ouganda (Mbabwine *et al.*, 2004). Deux variétés (Amaharare et Misere) sont en voie d'extinction selon les mêmes auteurs. Le pois sauvage apparenté au pois cultivé (*Pisum sativum elatius*) appelé « pois de Fully » par les autochtones, est sur la liste rouge des plantes menacées de disparition par la Commission Suisse pour la Conservation des Plantes Sauvages (CPS, 2009). Le ministère de l'agriculture des Etats Unis estime que 94 % des variétés de pois n'existent plus (FAO, 2007).

Par conséquent, les scientifiques ont pris conscience qu'il était important de dresser l'inventaire d'un réservoir génétique qui s'appauvrit et d'en conserver les ressources afin d'offrir des possibilités de choix aux générations futures et de contribuer à l'objectif du développement durable. Il se pourrait en effet qu'on ait besoin à l'avenir de gènes d'apparentés sauvages ou de variétés anciennes de nos plantes cultivées ou de nos animaux domestiques

pour obtenir certaines caractéristiques qui s'avéreraient nécessaires dans des circonstances nouvelles imprévues (UNESCO, 1990).

### **2-5-3- Conservation des variétés du pays**

Les variétés dites locales représentent à la fois un patrimoine végétal et un ensemble de ressources phytogénétiques. Il devient urgent de les recenser, de les sauvegarder et de collecter un maximum d'informations à leurs propos. Leur évaluation, en aval de ces travaux, devrait permettre de mieux en connaître les caractères et les potentialités (Lagarde et Marchenay, 1985). Les étapes de la sauvegarde des variétés locales sont :

- **La prospection de terrain** a pour but de déceler et de localiser le matériel végétal existant encore. Les stratégies à adopter seront différentes en fonction des espèces, des lieux, des hommes, des saisons. Cette étape permet de déterminer les régions qui abritent un maximum d'espèces intéressantes et le moment favorable pour la plupart d'entre elles d'être à maturité. On doit visiter non pas une seule, mais plusieurs localités, le plus souvent distantes (Meddour et Derridj, 2007) ;
- **Les recherches documentaires et les analyses bibliographiques**, même si elles ne donnent pas toujours les résultats escomptés, constituent souvent un appui à ne pas négliger. Elles sont les compléments indispensables des enquêtes de terrain ;
- **La collecte** constitue une phase aussi capitale que délicate. Du point de vue pratique, au sein de chaque population, les graines doivent être prises sur autant d'individus différents qu'il est possible, afin de saisir un maximum de la diversité génétique intra-population. Depuis les années 60 de nombreuses missions de prospection et de collecte ont été organisées par des organismes internationaux (FAO, ICRISAT, ORSTOM actuel IRD, etc.) en collaboration avec les instituts nationaux de recherches agricoles ;
- **La conservation proprement dite** varie, dans sa mise en œuvre, avec les espèces et bien sûr, les possibilités techniques et financières offertes localement. La sauvegarde de la diversité génétique peut être réalisée par la conservation *in situ* (plus communément appelée « préservation de la biodiversité ») ou par la conservation *ex situ* (banques de gènes, jardins botaniques...). La conservation *in situ* est opérée par les agriculteurs au sein de leurs agroécosystèmes pour les espèces cultivées, ou dans les zones protégées pour les espèces sauvages apparentées (Joly et Trommetter, 1994 ; FAO, 2006). La conservation *in situ* de la biodiversité est celle que réalisent chaque jour les paysans. Ils sélectionnent chaque année les meilleures plantes de leurs parcelles pour produire les semences de l'année suivante. Pour cela, ils travaillent à partir des variétés héritées de leurs parents, des variétés traditionnelles de la zone, ou venant de zones voisines. Pour de nombreuses raisons, ces champs paysans constituent une « mine d'or » pour la diversité génétique. Ainsi, la variabilité du germoplasme n'est pas fixée, comme dans le cas des variétés certifiées, ce qui permet une évolution constante et une adaptation permanente aux conditions du milieu. La sélection naturelle qui s'opère ainsi facilite l'adéquation des variétés au milieu dans lequel elles

sont cultivées, du fait de ce large potentiel génétique à la base. Cette diversité génétique est donc un facteur de stabilité de la production paysanne.

Il apparaît que chaque mode de conservation, pris indépendamment, a ses limites. La disparition des variétés est importante dans un modèle de conservation *in situ* car il y a, à l'échelle de l'exploitation agricole, un renouvellement permanent des variétés cultivées et certaines espèces peuvent même en supplanter d'autres (exemple du remplacement du sorgho par le maïs dans le Sud du Mali). Les échanges de variétés traditionnelles entre paysans, ou l'introduction de variétés améliorées, conduisent nécessairement à des changements. À l'opposé, la conservation en banques de semences (*ex situ*) permet de conserver ce qui a pu être collecté pour éviter sa perte définitive lors de sa disparition au champ. Les accessions de la banque de semences, qui représentent la diversité des variétés existantes répertoriées, sont donc moins vulnérables aux catastrophes naturelles, économiques ou climatiques. Par ailleurs, les variétés stockées dans la banque de semences sont figées ; on parle alors de conservation « statique » car il se peut que lors de sa mise en culture dans 25 ou 50 ans, elles ne soient plus adaptées aux conditions de l'environnement. L'entité « variété » n'est donc pas forcément l'objet à maintenir *ex situ* mais plutôt le germoplasme et les gènes d'intérêt (ressources génétiques) qu'elle représente (Bazile et Coulibali, 2011). Les deux stratégies de conservation (*in situ* et *ex situ*) sont donc complémentaires.

- **L'évaluation** est l'enregistrement des caractéristiques dont l'expression est souvent influencée par des facteurs environnementaux. Elle implique la collecte méthodique des données portant sur les traits agronomiques, quantitatifs et qualitatifs, au moyen d'essais expérimentaux conçus de manière appropriée. Ces ensembles de données sont très recherchés par les utilisateurs pour incorporer des traits dans les programmes de sélection et améliorer, l'utilisation des collections de ces plantes, porteuses de gènes *a priori* dignes d'attention, devrait permettre, en aval de ces travaux, de mieux en connaître les caractères et les potentialités. A partir de là, leur éventuelle valorisation peut être indirecte (introduction de certains gènes dans un programme de sélection), ou directe (relance d'une production locale) (FAO, 2014).

### **3- Le pois dans le monde**

Le pois est une légumineuse largement cultivée et consommée dans le monde (Sarikamis *et al.*, 2010) La production globale de pois a atteint 11 332 772 tonnes en 2014, avec une superficie de 6 668 131 ha (FAOSTAT, 2014),

Le premier producteur de pois étant le Canada (Jansen *et al.*, 2014) avec plus de 3 500 000 tonnes produites en 2014 (FAOSTAT, 2014). La production canadienne a grimpé considérablement durant les 35 dernières années, passant de moins de 200 000 tonnes en 1980, à approximativement 3 millions de tonnes en 2012, soit un accroissement de 12 % chaque année. Cette hausse des productions est arrivée au même moment que le déclin de

celle enregistrée en Russie, Ukraine et France qui fournissait 65% de la production mondiale en 1992, et dont la production a baissé de 26% en 2014 (Janzen *et al.*, 2014).

En Europe, le pois protéagineux a connu un développement important entre 1970-1980, suite à l'embargo décrété par les Etats Unis d'Amérique en 1973 sur leurs exportations de tourteaux de soja. Les protéagineux ont donc été développés pour se substituer, au moins partiellement à ces derniers, intégralement importés, et alléger ainsi la dépendance économique de l'Europe vis-à-vis de l'étranger. En France, les surfaces sont ainsi passées de moins de 1000 ha en 1977 à près de 700 000 ha en 1990 (Leguen, 1996 ; Chaillet, 2014). La France passe au premier rang européen pour la production, loin devant ses partenaires et au deuxième rang mondial derrière l'ex URSS (Etévé, 1996). Cependant, depuis la fin des années 1990 la production de pois a tendance à régresser du fait de la baisse relative des aides communautaires et de la baisse des rendements qui sont principalement dus aux stress thermique, hydrique et ceux engendrés par les maladies fongiques (Certains de ces stress sont liés à l'effet du changement climatique) (Tognite, 2013 ; Chaillet, 2014).

En 2011, l'Union Européenne a produit 1 609 000 tonnes de pois, avec en tête la France dont la production a atteint 676 000 tonnes, l'Espagne vient en deuxième position (242 000 tonnes) (UNIP, 2011). Le tableau suivant (**Tab. 2**) indique la superficie et la production de quelques pays européens.

**Tab. 2** : Quelques pays européens producteurs de pois (FAOSTAT, 2014).

	Danemark	Allemagne	Espagne	France	Italie	Autriche	Rép Tchèque
Surfaces (ha)	6 514	46 379	153 022	169 422	25 791	8 593	15 552
Production (tonnes)	31 232	184 217	240 462	724 279	103 021	28 696	48 393

Sur le plan de la recherche, des avancées génétiques importantes ont été acquises. L'innovation récente consiste en l'obtention de variétés de pois d'hiver résistant très bien au gel hivernal et moins soumises aux stress climatiques, avec une bonne tenue de tige et un rendement élevé (Chaillet, 2014).

Une évidente attention est portée aux légumineuses chez nos deux pays voisins le Maroc et la Tunisie. Au Maroc, il existe une volonté à renforcer la recherche en vue de la mise au point de nouvelles variétés de légumineuses alimentaires plus performantes et à haut potentiel de rendement. Ainsi, plusieurs variétés de pois ont été sélectionnées à l'INRA Maroc, citons par exemple les variétés Azzahra, Johra et Oudaya (El Baghati, 1995 ; ONSSA, 2017). D'autre part, les agriculteurs marocains cultivent encore des variétés locales de pois, ayant une grande valeur en terme de ressources génétiques (Ater et Hmimsa, 2008). En Tunisie, deux variétés de pois protéagineux ont été sélectionnées, la première appelée Rahma obtenu en 2007 et la seconde Basma inscrite en 2015 se caractérisant par une production élevée, et une résistance à l'oïdium (DDILRV, 2015 ; Srarfi Ben Ayed *et al.*, 2016a ; Srarfi Ben Ayed *et al.*, 2016b). Selon FAOSTAT (2014) l'Afrique du Nord a produit une quantité de 536 884 tonnes de pois en 2014 sur une superficie de 147 439 ha.

L'Algérie a produit 132 801 tonnes de pois en 2016 (sec et frais), sur une superficie de 40 069 ha (FAOSTAT, 2016).

## **Matériel et méthodes**

L'expérimentation a été réalisé durant trois campagnes agricoles consécutives : 2013/2014, 2014/2015 et 2015/2016.

### **1- Présentation de la région de l'essai.**

Les trois essais ont été réalisés dans l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA) - El Harrach. Cette station est à 30 ° 8' de longitude et une latitude de 36°43'nord et une altitude de 48m. La première expérimentation a eu lieu au niveau de la station expérimentale de l'ENSA, le deuxième et le troisième essai se sont déroulés au sein de la ferme centrale de l'ENSA.

### **2- Données climatiques de la période d'expérimentation**

Le climat de la région d'El Harrach est subhumide, caractérisé par un hiver doux et humide et un été chaud et sec. Les données climatiques des trois campagnes agricoles sont reportées dans les tableaux 3, 4 et 5.

Pour la première année, les précipitations sont de 555.7 mm. Avec 186.4 mm durant le mois de novembre qui est le mois le plus pluvieux, alors que les deux mois d'octobre et d'avril sont les plus secs où la pluviométrie est nul. La moyenne annuelle des températures est de 18.53°C

La pluviométrie au cours de la deuxième campagne agricole est de 598.7 mm. Avec d'importantes valeurs enregistrées au mois de décembre (133.9 mm), par ailleurs, des précipitations nulles sont notées durant les mois d'avril, juillet et août. La température est élevée en comparaison avec la campagne précédente avec une moyenne annuelle de 19.84°C.

En ce qui concerne la troisième année d'expérimentation, les précipitations enregistrées sont moins importantes que les deux campagnes précédentes (480.20 mm). Les pluies ont été nulles pendant six mois qui sont septembre, décembre, mai, juin, juillet et aout. La moyenne annuelle des températures est de 19.79°C.

Une mauvaise répartition des pluies est constatée pendant les deux campagnes agricoles.

**Tab. 3 :** Données climatiques durant la campagne 2013/2014

<b>Campagne 2013/2014</b>	sept	oct.	nov	déc.	janv	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août
Moyennes mensuelles des Températures (°C).	23.9	20.5	13.2	12.7	13.3	14.0	12.7	17.5	19.3	22.3	27.7	25.3
Humidité moyenne de l'air (%)	80.2	83.0	84.6	79.4	86.6	75.5	78.9	79.3	84.0	72.6	59.0	78.0
Cumul des précipitations (mm)	11.0	00	186.4	79.3	66.6	46.7	88.0	00	3.0	2.6	54.9	17.2

Source station agro-météorologique de l'ENSA (2016).

**Tab. 4 :** Données climatique durant la campagne 2014/2015.

<b>Campagne 2014/2015</b>	sept	oct.	nov.	déc.	janv.	fév.	mars	avril	Mai	juin	juil.	août
Moyennes mensuelles des Températures (°C).	26.2	21.1	16.7	11.1	9.4	9.6	14.8	17.7	18.8	22.4	31.9	38.4
Humidité moyenne de l'air (%)	65.9	80.1	75.1	85.7	88.8	81.6	80.2	80.5	77.5	72.6	51.0	49.9
Cumul des précipitations (mm)	43.0	49	66.6	133.9	98.9	80.0	96.3	00	28.4	2.6	00	00

Source station agro- météorologique de l'ENSA (2016).

**Tab. 5 :** Données climatique durant la campagne 2015/2016.

<b>Campagne 2015/2016</b>	sept	oct	nov	déc	janv	fév	mar	avr	mai	juin	Juil	août
Moyennes mensuelles des Températures (°C).	26.6	20.93	16.9	12.9	10.6	11.9	13.7	17.6	19.5	28.1	29.86	28.9
Humidité moyenne de l'air (%)	63.0	77.0	91.6	82.4	85.8	85.48	83.0	79.3	68.3	60.1	57.8	65.72
Cumul des précipitations (mm)	00	115.2	98.4	00	56.5	103.8	81.3	25.0	00	00	00	00

Source station agro-météorologique de l'ENSA (2017).

### **3- Caractéristiques du sol**

Une analyse physico chimique a été réalisée sur les sols des deux terrains, celui de la station expérimentale de l'ENSA et celui de la ferme centrale de l'ENSA.

### **4- Le matériel végétal**

Le matériel végétal se compose de 35 géotypes de pois (*Pisum sativum* L.), dont 13 sont des géotypes de pois fourrager, 4 de pois protéagineux, 14 de pois potager et 4 de pois mange tout. 20 géotypes proviennent de l'ICARDA (**Tab. 8**). Les géotypes Demchi 1, Demchi2, Bouch1, Bouch2, Boghni1, Boghni2, Boghni3, Lakhdaria et Ouadia ont été collectés dans le cadre du présent travail à la suite d'une prospection menée en collaboration avec des chercheurs de l'INRAA et des étudiants de l'ENSA. Sefrou est originaire du Maroc, cependant il est cultivé depuis longtemps en Algérie.

Les géotypes Demchi2, Boghni3, Merveille de Kelvedon, Onward, Utrillo, Lakhdaria, Boghni1 et Boghni2 n'ont pas été utilisés durant le premier essai, parce qu'ils ont été collectés après la mise en place de ce dernier.

**Tab. 6 :** Liste des géotypes étudiés

N°	Code	provenance	Lieu de collecte	Pays d'origine
<b>Pois fourrager</b>				
1	Demchi1	Agriculteur	Adrar	Algérie
2	Demchi2	Agriculteur	Adrar	Algérie
3	Bouch1	Sub spontané	Bouchaoui - Alger	Algérie
4	52539	ICARDA	Tiaret	Algérie
5	52593	ICARDA	Tiaret	Algérie
6	52595	ICARDA	Sétif	Algérie
7	52596	ICARDA	Guelma	Algérie
8	123069	ICARDA	-	Algérie
9	123071	ICARDA	-	Algérie
10	123072	ICARDA	-	Algérie
11	123073	ICARDA	-	Algérie
12	64350	ICARDA	Blida	Algérie
13	Sefrou	ITGC	Sidi-Bellabes	Maroc
<b>Pois protéagineux</b>				
14	Bouch2	Sub spontané	Bouchaoui - Alger	Algérie
15	Affila1	ITGC	Sidi Bellabes	Algérie
16	Messire	ITGC	Sidi Bellabes	France
17	52594	ICARDA	Ain Temouchent	Algérie
<b>Pois potager</b>				
18	52536	ICARDA	Souk Ahras	Algérie
19	52538	ICARDA	Mascara	Algérie
20	52540	ICARDA	Souk Ahras	Algérie
21	52586	ICARDA	Saida	Algérie
22	52587	ICARDA	Naama	Algérie
23	52588	ICARDA	Tlemcen	Algérie
24	52590	ICARDA	Tlemcen	Algérie
25	123070	ICARDA	-	Algérie
26	123074	ICARDA	-	Algérie
27	123391	ICARDA	-	Algérie
28	Boghni3	Agriculteur	Boghni – Tizi ousou	Algérie
29	Merveille de kelvedon	ITCMI	Staoueli- Alger	France
30	Onward	ITCMI	Staoueli- Alger	Italie
31	Utrillo	ITCMI	Staoueli- Alger	Italie
<b>Pois mange tout</b>				
32	Lakhdaria	Agriculteur	Lakhdaria- Bouira	Algérie
33	Boghni1	Agriculteur	Boghni – Tizi ousou	Algérie
34	Boghni2	Agriculteur	Boghni – Tizi ousou	Algérie
35	Ouadia	Agriculteur	Ouadia – Tizi ousou	Algérie

## 5- Déroulement de l'essai

Afin d'obtenir un bon lit de semences un labour profond a été réalisé à l'aide d'une charrue à disques, suivi de plusieurs passage croisés de cover crop. Le semis (manuel) de la première année a été réalisé le 23 décembre 2013, celui de la deuxième année le 02 décembre 2014. Le précédent cultural est une jachère pour les deux années. Le dispositif utilisé est un bloc aléatoire complet avec trois répétitions (hétérogénéité de la parcelle d'essai). Les géotypes sont répartis dans des micro- parcelles de 1m x 1.5m. Dans chacune des micros parcelles, nous avons quatre lignes où les plants sont espacés de 25cm. les micros parcelles sont espacées de 0.60 m. Le tuteurage a été fait à l'aide de roseaux découpés préalablement.

Le semis de l'essai de la troisième année, a été réalisé durant la dernière semaine de décembre 2015. Pour réduire la charge de travail le tuteurage a été modifié : nous avons associée les espèces de pois à une céréale. Le pois fourrager a été mis en association avec le blé et le pois protéagineux avec l'orge (à cause de la concordance des dates de récolte).

## 6- Les paramètres observés

Le descripteur utilisé pour caractériser notre matériel végétal est celui de l'UPOV (2009) (International Union for the Protection of New Varieties of Plants). Nous avons utilisé des **paramètres** qualitatifs (**Tab. 7**) et des **paramètres** quantitatifs (**Tab 8**).

### 6-1- Paramètres qualitatifs

**Tab. 7** : Liste et code des paramètres qualitatifs

Paramètre	Code	Intensité ou expression
Couleur de l'étendard.	(CE).	1- Mauve, 2- rose, 3- blanc
Intensité de la couleur de l'étendard.	(ICE).	1- Faible, 2- moyen, 3- fort.
Couleur des ailes.	(CA).	1- Pourpre, 2- mauve, 3- blanc.
Intensité de la couleur des ailes.	(ICA).	1- Faible, 2- moyen, 3- fort.
Présence/absence de taches anthocyaniques sur les feuilles	(TAF).	1- Présence, 2- absence
Degrés des taches anthocyaniques sur les feuilles	(DTAF)	1- très faible, 2- faible, 3- moyen, 4- fort, 5- très fort
Présence / absence de taches anthocyaniques sur les stipules	(TAS).	1-Présence, 2- absence
Degrés des taches anthocyaniques sur les stipules	(DTAS)	1-très faible, 2- faible, 3- moyen, 4- fort, 5- très fort
Présence/absence de dentelure sur les folioles	(DTF).	1- Présence, 2- absence
Degrés de dentelure des folioles	(DDF).	1- Très faible, 2- faible, 3- moyen, 4- fort, 5- très fort.
Présence/absence de collerette rouge à la base de la stipule	(CRS).	1- Présence, 2- absence
Grosseur de la collerette (chez le pois fourrager et le pois mange tout)	(GC)	1- Très petite, 2- petite, 3- moyenne, 4- importante
Couleur du feuillage	(CF).	1- Jaune-vert, 2- vert, 3- vert-bleu
Forme de la graine	(FG).	1- Sphérique, 2- elliptique, 3- anguleuse.
Aspect du tégument.	(AT)	1- Lisse, 2- ridé.
Couleur de la graine	(CG).	1- Vert, 2- jaune, 3- orange-brunâtre, 4- brun foncé.
Type du tégument.	(TT)	1- simple, 2- tacheté.

### 6-2- Paramètres quantitatifs

Les paramètres observés durant la première et la deuxième année d'expérimentation sont portés dans le tableau 8.

**Tab. 8 : Les paramètres quantitatifs**

<b>Les paramètres observés</b>	<b>Codes</b>
<b>1- Hauteur du plant (cm)</b>	<b>(HT)</b>
<b>2- Apparition de la première fleur</b> : représente le nombre de jours qui séparent la date de semis de la date d'apparition de la première fleur ouverte.	<b>(APF)</b>
<b>3- Apparition de la première gousse</b> : c'est le nombre de jours qui séparent la date de semis de la date d'apparition de la première gousse.	<b>(APG)</b>
<b>4- Pleine floraison</b> : c'est le nombre de jours qui séparent la date de semis de la date d'apparition de 80% de fleurs ouvertes	<b>(PF)</b>
<b>5- Premier étage florifère</b> : c'est le niveau de l'entre nœud qui porte la première fleur.	<b>(PEF)</b>
<b>6- Longueur de la stipule (cm)</b> : c'est la longueur entre l'aisselle de la feuille et la pointe de la stipule.	<b>(LoST)</b>
<b>7- Largeur de la stipule (cm)</b> : c'est la largeur au niveau le plus large de la stipule.	<b>(LaST)</b>
<b>8- Longueur de la foliole (cm).</b>	<b>(LoF)</b>
<b>9- Largeur de la foliole (cm).</b>	<b>(LaF)</b>
<b>10- Longueur du pétiole (cm).</b>	<b>(LoP)</b>
<b>11- Longueur du pédoncule (cm).</b>	<b>(LoPC)</b>
<b>12- Nombre maximum de folioles par feuille.</b>	<b>(NbMF)</b>
<b>13- Nombre maximum de fleurs par pédoncule.</b>	<b>(NbML)</b>
<b>14- Nombre de graines par gousse</b>	<b>(G/G)</b>
<b>15- Longueur de la gousse (cm).</b>	<b>(LoGS)</b>
<b>16- Largeur de la gousse (cm).</b>	<b>(LaGS)</b>
<b>17- Longueur de la graine (cm).</b>	<b>(LoGR)</b>
<b>18- Largeur de la graine (cm).</b>	<b>(LaGR)</b>
<b>19- Poids de 100 graines (g)</b>	<b>(P100G)</b>

**N.B.** la hauteur de la plante et l'apparition de la première gousse ont été mesurés seulement durant la deuxième année.

**Les variables observées durant la troisième année d'expérimentation sont :**

- Le nombre de gousses par m<sup>2</sup> pour le pois fourrager et le pois protéagineux ;
- Le nombre de gousses par plant pour le pois potager et le pois mange tout ;
- Le poids des gousses par m<sup>2</sup> pour le pois fourrager et le pois protéagineux (g/m<sup>2</sup>) ;
- Le poids des gousses par plant pour le pois potager et mange tout.

**7- Analyses statistiques**

L'analyse de la variance, le test LSD de Fisher ainsi que la matrice de corrélation ont été réalisés grâce au logiciel STAT VIEW.

## Résultats et discussion

### 1- Résultats de l'analyse du sol

La parcelle située à la station expérimentale montre une texture limono-argileuse (**Tab. 9**), avec un pH neutre (7 à 7,23). La conductivité électrique est de 0,45 ds /m, le sol est donc non salin, le calcaire total est de 2,6% (non calcaire). Le sol est très pauvre en matière organique et en azote total (avec des taux de matière organique de 1,15% pour l'horizon de surface et 0,68% pour l'horizon de subsurface et des taux d'azote total de 0,075% chez l'horizon de surface et 0,058% dans l'horizon de subsurface). La teneur en potassium est moyenne à satisfaisante (25,44 mg/100g dans l'horizon de subsurface et 69,04mg/100g dans l'horizon de surface). La quantité de phosphore est basse dans l'horizon de subsurface (6,85mg/kg) et moyenne dans l'horizon de surface (10,05 mg/kg).

**Tab. 9** : Analyse physico-chimique de la parcelle située à la station expérimentale.

Profondeur de prélèvement du sol (cm)	0-20	20-40
<b>Caractères chimiques</b>		
Conductivité électrique (ds/m)	0,450	0,050
pH eau	7,23	7,0
Calcaire total (%)	2,6	
P mg/kg	10,05	6,85
K mg/100g	69,04	25,44
<b>Complexe adsorbant (még/100g de terre)</b>		
Ca <sup>++</sup>	10,35	15,71
Mg <sup>++</sup>	6,41	6,33
K <sup>+</sup>	5,62	3,57
Na <sup>+</sup>	1,13	1,84
C.E.C még/100g	23,53	27,45
<b>Caractéristiques biologiques (%)</b>		
Carbone organique (CO) (%)	0,67	0,53
Matière organique (MO) (%)	1,15	0,68
Azote total (NT) (%)	0,075	0,058
<b>Caractéristiques physiques</b>		
<b>Granulométrie (%)</b>		
Argile (A)	25	25,5
Limon fin (LF)	26,00	43,5
Limon grossier (LG)	15,89	12,16
Sable fin (SF)	13,63	2,96
Sable grossier (SG)	14,12	13,16
Classe Texture	<b>Limono-argileux</b>	<b>Limono-argileux</b>

La parcelle située à la ferme centrale (**tab. 10**) a un sol de texture limoneuse pour les deux horizons. Il présente un pH neutre à faiblement alcalin (7,22 à 7,75), une très faible conductivité électrique (C.E. < 0,2 dS/m) ; indiquant l'absence de salinité (sol sain), un taux de calcaire de 7 % (sols moyennement calcaires).

Pour les paramètres de fertilité, le sol est bien pourvu en MO, il présente des taux de matière organique de 5,53% pour l'horizon de surface et de 5,15% pour l'horizon de subsurface, cette

richesse est le résultat d'un amendement organique suivi d'un retournement du sol et d'un enfouissement dans l'horizon de subsurface.

Le taux d'azote total de l'horizon de surface et de subsurface est respectivement 0,11% et 0,09%, ce résultat signifie que le sol est très pauvre en azote.

Le sol est pauvre en potassium assimilable avec une teneur de 0,17 méq/100g. Il est également pauvre en phosphore assimilable dans les deux horizons avec des teneurs comprises entre 0,81 et 0,63 ppm.

**Tab. 10** : Analyse physico-chimique de la parcelle située à la ferme centrale

<b>Profondeur de prélèvement du sol (cm)</b>	<b>0-20</b>	<b>20-40</b>
<b>Caractères chimiques</b>		
Conductibilité électrique (ds/m)	0,2	-
pH eau	7,22	7,75
Calcaire total (%)	7,33	7,00
P (ppm)	0,811	0,632
K méq/100g	0,175	0,162
<b>Caractéristiques biologiques (%)</b>		
MO (%)	5,53	5,15
Azote total (NT) (%)	0,112	0,093
<b>Caractéristiques physiques</b>		
<b>Granulométrie (%)</b>		
Argile (A)	21,25	21,50
Limons (L)	40,49	39,72
Sables (S)	38,25	38,78
Classe Texture	<b>Limoneux</b>	<b>Limoneux</b>

## **2- Les variables qualitatives**

Les résultats de l'analyse des caractères qualitatifs sont regroupés dans le **tableau 11**. Nous constatons la présence d'une variabilité entre les différents génotypes.

**Chez le pois fourrager**, le génotype 123 069 est le seul présentant un étendard de couleur rose et d'intensité forte. Quatre génotypes possèdent des ailes de couleur mauve, les autres génotypes présentent une couleur des ailes pourpre avec des intensités variables (annexe 1). Les quatre génotypes 52 593, 52 596, 123 072, et Sefrou manifestent des taches anthocyaniques sur les feuilles et les stipules. Sarikamis *et al.* (2010) ont noté la présence de taches anthocyaniques sur les stipules d'un certain nombre de génotypes de pois Turque. Tous les génotypes ont des folioles dentelées à l'exception de Bouch1. 123 069 et 123 071 sont les deux seuls génotypes ayant une collerette rouge de grosseur importante à la base de la stipule. La couleur du feuillage varie entre le vert et le vert-jaune. Les graines de tous les génotypes de pois fourrager sont elliptiques et de couleur verte, sauf chez le génotype 64 350 où la couleur est orange-brunâtre. Huit génotypes ont des graines tachetées.

**En ce qui concerne le pois protéagineux**, tous les génotypes possèdent des fleurs de couleur blanche. De plus, aucune tache anthocyanique n'est observée chez ce type de pois. Trois génotypes ont des graines elliptiques et lisses. Le 52 594 est le seul génotype ayant des graines anguleuses d'aspect ridé. La couleur de la graine varie entre le vert et le jaune avec absence de taches.

**Concernant le pois potager**, les fleurs sont blanches (annexe 1), et les plants sont dépourvus de taches anthocyaniques et de collerette rouge à la base des stipules. Selon Trebuchet (1953) les fleurs des pois potager sont de couleur blanche, avec un étendard généralement plus clair que les ailes. Les dentelures sur les folioles sont présentes sur tous les génotypes à l'exception de 52 588 et 123 074. Notons toutefois que 52 536 est le seul génotype dont la dentelure des folioles est d'un degré moyen. Les génotypes 52 536 et 52 540 sont les deux seuls génotypes dont la couleur du feuillage est vert-bleu, tous les autres génotypes présentent des couleurs jaune-vert à vert.

**Chez le pois mange tout**, les fleurs des quatre génotypes ont la même couleur c'est-à-dire un étendard mauve et des ailes pourpres à intensité moyenne (annexe 1). Les taches anthocyaniques sont présentes sur les feuilles de deux génotypes qui sont Lakhdaria et Boghni1 avec un degré très faible ; par contre, sur les stipules nulle tache anthocyanique n'est observée. Les quatre génotypes présentent des folioles dentelées avec des degrés variables.

Tab. 11 : Les résultats des variables qualitatives

N°	géotype	CE	ICE	CA	ICA	TAF	DTAF	TAS	DTAS	DTF	DDF	CRS	GC	CF	FG	AT	CG	TT	
<b>Pois fourrager</b>																			
1	Demchi1	1	1	1	1	2	-	2	-	1	2	1	2	2	2	1	1	1	2
2	Demchi2	1	1	1	1	2	-	2	-	1	3	1	2	1	2	1	1	1	2
3	Bouch1	1	2	1	3	2	-	2	-	2	-	1	2	2	2	1	1	1	2
4	52539	2	1	2	2	2	-	2	-	1	2	2	-	2	2	1	1	1	1
5	52593	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	-	1	2	1	1	1	1
6	52595	2	2	2	2	2	-	2	-	1	4	1	1	2	2	1	1	1	1
7	52596	2	2	1	3	1	1	1	1	1	2	2	-	2	2	1	1	2	2
8	123069	2	3	1	3	2	-	2	-	1	2	1	4	1	2	1	1	1	2
9	123071	1	2	1	3	2	-	2	-	1	1	1	4	1	2	1	1	1	1
10	123072	1	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	2
11	123073	1	2	1	2	2	-	2	-	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2
12	64350	1	1	2	2	2	-	2	-	1	4	2	-	1	2	1	4	2	2
13	Sefrou	1	2	1	3	1	1	1	1	1	4	2	-	1	2	1	1	1	1
<b>Pois protéagineux</b>																			
1	Bouch2	3	-	3	-	2	-	2	-	-	-	2	-	-	2	1	2	1	1
2	Affila1	3	-	3	-	2	-	2	-	-	-	2	-	-	2	1	1	1	1
3	Messire	3	-	3	-	2	-	2	-	1	2	2	-	-	2	1	2	1	1
4	52594	3	-	3	-	2	-	2	-	1	3	2	-	-	3	2	1	1	1
<b>Pois potager</b>																			
1	52536	3	-	3	-	2	-	2	-	1	3	2	-	3	3	2	1	1	1
2	52538	3	-	3	-	2	-	2	-	1	1	2	-	2	3	2	1	1	1
3	52540	3	-	3	-	2	-	2	-	1	2	2	-	3	3	2	1	1	1
4	52586	3	-	3	-	2	-	2	-	1	2	2	-	1	3	2	1	1	1
5	52587	3	-	3	-	2	-	2	-	1	2	2	-	2	3	2	2	1	1
6	52588	3	-	3	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	2	1	2	1	1
7	52590	3	-	3	-	2	-	2	-	1	1	2	-	1	3	2	2	1	1
8	123070	3	-	3	-	2	-	2	-	1	1	2	-	2	2	1	2	1	1
9	123074	3	-	3	-	2	-	2	-	2	-	2	-	1	2	1	1	1	1
10	123391	3	-	3	-	2	-	2	-	1	2	2	-	1	3	2	1	1	1
11	Boghni3	3	-	3	-	2	-	2	-	1	1	2	-	2	3	2	1	1	1
12	Merveille	3	-	3	-	2	-	2	-	1	2	2	-	2	3	2	1	1	1
13	Onward	3	-	3	-	2	-	2	-	1	1	2	-	2	3	2	1	1	1
14	Utrillo	3	-	3	-	2	-	2	-	-	-	2	-	2	3	2	1	1	1
<b>Pois Mange Tout</b>																			
1	Lakhdaria	1	2	1	2	1	1	2	-	1	1	1	4	2	2	1	3	1	1
2	Boghni1	1	2	1	2	1	1	2	-	1	2	1	4	2	2	1	1	1	2
3	Boghni2	1	2	1	2	2	-	2	-	1	3	1	4	1	2	1	1	1	1
4	Ouadia	1	2	1	2	2	-	2	-	1	1	1	4	1	2	1	3	2	2

### 3- Résultats et interprétation des paramètres quantitatifs

#### 3-1- Résultats de la première année d'expérimentation

##### 3-1-1. Résultats de la première année chez le pois fourrager

L'analyse de la variance révèle des différences très hautement significatives pour les paramètres APF, PF, PEF, LoF, LaF, NbML, G/G, LoGS, LaGS, LoGR, LaGR et P100G, et hautement significatives chez les paramètres LoST, LaST, LoP, LoPC (Tab. 12).

L'apparition de la première fleur est survenue après seulement 78 jours chez 52 539 et 123 069 (Tab. 13). En ce qui concerne le paramètre « pleine floraison », la population 123 073 affiche le nombre de jours le plus bas entre le semis et la pleine floraison (91 jours). Bouch1, 52 595, 123 071, 64 350 et Sefrou sont les cinq géotypes qui manifestent le nombre de jours le plus élevé entre le semis et la pleine floraison.

Le niveau du premier étage florifère est une caractéristique qui détermine la précocité (Cousin, 1996), le géotype Demchi1 présente l'étage le plus bas sur la tige avec une moyenne de 11.58, contre 20.45 chez le géotype Sefrou qui possède l'étage le plus haut sur la tige (Tab. 13).

Le nombre maximum de folioles est de trois chez tous les génotypes étudiés, et le nombre de fleurs par pédoncule varie entre un et deux. Sunjushin et Liberzon (2016) indiquent que des mutations chez certains génotypes peuvent provoquer l'augmentation du nombre de fleurs par pédoncule.

Nous constatons aussi que, le génotype 64 350 se distingue des autres génotypes. En effet, il possède le nombre de grains par gousse le plus élevé (9.88) et la longueur de la gousse la plus importante (6.84cm) (**Tab. 13**). Ceci démontre une particularité importante de ce génotype par rapport aux autres.

La moyenne du poids de 100 graines est de 12.92g (**Tab. 12**). Le coefficient de variation est le plus élevé chez ce paramètre comme pour la deuxième année d'expérimentation.

**Tab. 12** : Les résultats de l'analyse de la variance chez le pois fourrager durant la première année d'expérimentation.

Variables	Moyenne±Et	Minimum	Maximum	CV	P (génotype)
APF (jr)	99.83±15.35	78	155	15.40	<0.0001***
PF (jr)	108.75±9.99	91	119	9.20	<0.0001***
PEF	16.03±2.41	11	20.66	15.10	<0.0001***
LoST (cm)	5.82±0.95	4.25	7.80	16.40	0.0048**
LaST (cm)	2.98	2.15	4.32	22.00	0.0010**
LoF (cm)	4.06±0.75	2.80	5.73	18.50	0.0008***
LaF (cm)	2.13±0.56	1.10	3.30	0.26	<0.0001***
LoP (cm)	12.24±1.75	8.00	15.95	14.30	0.0019**
LoPC (cm)	5.99±1.77	3.10	9.75	29.60	0.004**
NbMF	-	-	-	-	-
NbML	1.91±0.28	1	2	14.60	<0.0001***
G/G	7.05±1.09	5.00	10.33	15.60	<0.0001***
LoGS (cm)	5.34±0.69	4.00	7.03	13.00	0.0004***
LaGS (cm)	0.71±0.09	0.50	0.90	12.50	0.0002***
LoGR (cm)	0.36±0.06	0.23	0.50	18.60	<0.0001***
LaGR (cm)	0.26±0.06	0.15	0.4	24.50	<0.0001***
P100G (g)	12.92±3.93	6.12	21.13	30.50	<0.0001***

**Tab. 13 : Moyennes des génotypes de pois fourrager**

	<b>Demchi1</b>	<b>Bouch 1</b>	<b>52539</b>	<b>52593</b>	<b>52595</b>	<b>52596</b>	<b>123069</b>	<b>123071</b>	<b>123072</b>	<b>123073</b>	<b>64350</b>	<b>Sefrou</b>
<b>APF (jr).</b>	98cd	128f	78a	99.33cd	108d	91.33bc	78a	105.66d	104d	86ab	111.66e	110e
<b>PF (jr).</b>	104d	118.66g	95.33b	108.33e	119g	101c	100c	118g	112f	91a	118.66g	119g
<b>PEF</b>	11.58a	16.50cd	15.27bc	17.33d	16.44cd	16.12cd	17.77d	13.69b	14.05b	17.93d	15.22bc	20.45e
<b>LoST (cm).</b>	5.81bcd	5.60abc	6.53cde	5.93bcd	5.34abc	7.14 <sup>e</sup>	6.92de	6.09bcde	4.51a	4.94ab	5.71abcd	5.32ab
<b>LaST (cm).</b>	2.98abc	2.77ab	3.44bc	2.96abc	2.70ab	4.23d	3.64cd	2.99abc	2.38a	2.52a	2.82ab	2.31a
<b>LoF (cm).</b>	4.38cdef	4.09bcde	4.68ef	3.87bcde	3.73abc	4.61def	5.13f	4.61def	2.92a	3.49ab	3.77abcd	3.44ab
<b>LaF (cm).</b>	2.40defg	2.25cdef	2.45efg	1.97bcde	1.94bcd	2.73fg	2.95g	2.46defg	1.33a	1.70abc	1.61ab	1.71abc
<b>LoP (cm).</b>	11.09abc	11.96bcd	13.30d	12.65cd	13.66d	13.77d	13.20d	13.55d	10.08ab	13.07cd	9.65a	10.97abc
<b>LoPC (cm).</b>	5.36abcd	5.93bcde	6.59cde	4.72abc	6.76cde	7.53de	7.16de	7.64e	4.71abc	7.64e	4.31ab	3.42a
<b>NbMF</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>NbML</b>	1a	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b
<b>G/G</b>	6.44abc	7.00cd	7.22cd	7.22cd	6.77bcd	6.88bcd	5.66a	5.99ab	7.50d	7.10cd	9.88e	7.00cd
<b>LoGS (cm).</b>	5.28bc	4.91ab	5.23bc	5.44bc	5.18bc	4.97ab	5.25bc	5.56bc	5.81c	4.32a	6.84d	5.29bc
<b>LaGS(cm).</b>	0.86d	0.76c	0.73c	0.74c	0.70c	0.68bc	0.74c	0.77cd	0.74c	0.57a	0.58ab	0.71c
<b>LoGR (cm).</b>	0.44g	0.41efg	0.35bcde	0.30ab	0.38def	0.39defg	0.43g	0.43fg	0.30ab	0.32abc	0.26a	0.32abcd
<b>LaGR(cm).</b>	0.34e	0.29de	0.26bcd	0.21abc	0.25bcd	0.25bcd	0.34e	0.35e	0.25bcd	0.20ab	0.17a	0.27cd
<b>P100g (g).</b>	14.76 e	14.16de	14.13de	11.50c	9.23b	12.52cd	19.76f	18.58f	15.08e	9.53b	6.19a	9.68b

Les deux paramètres : apparition de la première fleur et pleine floraison sont positivement et significativement corrélés entre eux. D'autre part ils sont négativement et significativement corrélés avec les paramètres : largeur de la stipule, longueur et largeur de la foliole, longueur du pétiole et longueur du pédoncule (**Tab. 14**).

Une corrélation négative et significative est constatée entre le poids de 100 grains et les deux paramètres : premier étage florifère et nombre de graines par gousses. Par ailleurs, le P100G est positivement corrélé aux paramètres : longueur et largeur de la stipule, longueur et largeur de la foliole, longueur et largeur de la graine et largeur de la gousse (**Tab. 14**).

**Tab. 14 :** Corrélations entre les différentes variables.

	<b>APF</b>	<b>PF</b>	<b>PEF</b>	<b>LoST</b>	<b>LaST</b>	<b>LoF</b>	<b>LaF</b>	<b>LoP</b>	<b>LoPC</b>	<b>G/G</b>	<b>LoGS</b>	<b>LaGS</b>	<b>LoGR</b>	<b>LaGR</b>
<b>APF</b>	1.00													
<b>PF</b>	0.818**	1.00												
<b>PEF</b>	-0.052	-0.17	1.00											
<b>LoST</b>	-0.384**	-0.273	0.034	1.00										
<b>LaST</b>	-0.432**	-0.391**	-0.074	0.935**	1.00									
<b>LoF</b>	-0.351**	-0.282*	-0.146	0.849**	0.802**	1.00								
<b>LaF</b>	-0.372**	-0.322*	-0.119	0.863**	0.827**	0.960**	1.00							
<b>LoP</b>	-0.355**	-0.335**	0.186	0.582**	0.566**	0.597**	0.635**	1.00						
<b>LoPC</b>	-0.349**	-0.408**	-0.069	0.366**	0.456**	0.384**	0.441**	0.609**	1.00					
<b>G/G</b>	0.260	0.124	0.020	-0.246	-0.239	-0.437**	-0.534**	-0.508**	-0.400**	1.00				
<b>LoGS</b>	0.217	0.450**	-0.233	-0.035	-0.095	-0.115	-0.208	-0.458**	-0.411**	0.631**	1.00			
<b>LaGS</b>	0.057	0.116	-0.343**	0.132	0.058	0.273	0.364**	0.017	-0.067	-0.403**	0.140	1.00		
<b>LoGR</b>	-0.091	-0.068	-0.284*	0.362**	0.340**	0.478**	0.586**	0.301*	0.420**	-0.687**	-0.287*	0.433**	1.00	
<b>LaGR</b>	-0.085	0.046	-0.319*	0.224	0.184	0.402**	0.470**	0.136	0.252	-0.670**	-0.175	0.489**	0.856**	1.00
<b>P100g</b>	-0.278	-0.182	-0.309*	0.308*	0.300*	0.500**	0.558**	0.262	0.274	-0.684**	-0.142	0.577**	0.634**	0.759**

**Ddl= 34  $\alpha 0.1=0.2792$   $\alpha 0.05=0.3298$**

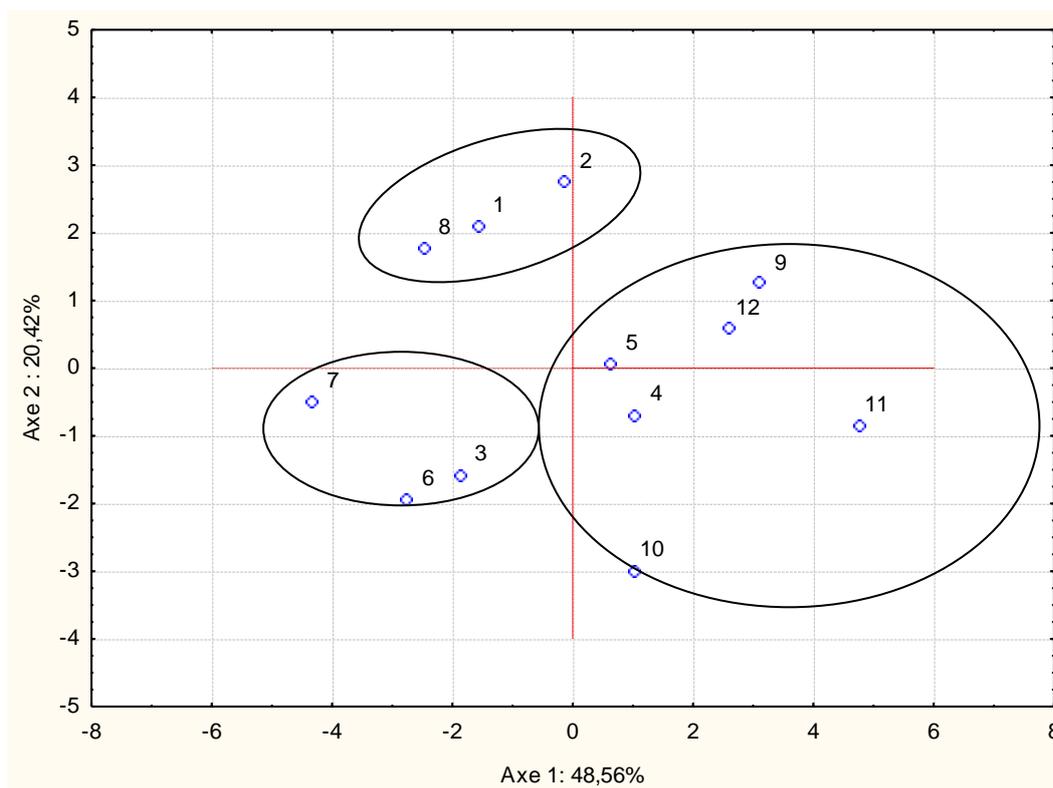
Les résultats de l'analyse en composantes principales sont regroupés dans le **tableau 15**. Les trois premiers axes expliquent 80.90 % de la variabilité, dont 48.56 % sont exprimés par le premier axe, 20.42 % par le deuxième axe et 11.92 % par le troisième axe.

Le premier axe est associé aux paramètres : longueur et largeur de la stipule, longueur et largeur de la foliole, longueur du pétiole, longueur du pédoncule, nombre de graines par gousse, longueur et largeur de la graine et poids de 100 graines. Le deuxième axe est lié à quatre paramètres qui sont l'apparition de la première fleur, la pleine floraison, le premier étage florifère et la largeur de la gousse. Un seul paramètre est associé au troisième axe c'est la longueur de la gousse.

**Tab. 15** : Analyse en composante principale (ACP) sur 12 génotypes de pois fourrager (1<sup>ère</sup> année).

<b>Paramètres</b>	<b>ACP1</b>	<b>ACP 2</b>	<b>ACP3</b>
<b>Valeurs propres</b>	7.28	3.06	1.79
<b>% de variance</b>	48.56	20.42	11.92
<b>% Cumulatif</b>	48.56	68.98	80.9
<b>Caractères</b>	<b>Coordonnées des variables</b>		
<b>APF</b>	0.527	0.668	-0.056
<b>PF</b>	0.459	0.658	-0.218
<b>PEF</b>	0.121	-0.658	0.114
<b>LOST</b>	-0.755	-0.248	-0.567
<b>LAST</b>	-0.742	-0.344	-0.492
<b>LOF</b>	-0.883	-0.047	-0.409
<b>LAF</b>	-0.948	-0.001	-0.275
<b>LOP</b>	-0.738	-0.352	0.268
<b>LOPC</b>	-0.727	-0.312	0.239
<b>G/G</b>	0.798	-0.237	-0.473
<b>LOGS</b>	0.486	0.196	-0.738
<b>LAGS</b>	-0.477	0.733	0.018
<b>LOGR</b>	-0.849	0.430	0.099
<b>LAGR</b>	-0.720	0.611	0.085
<b>P100G</b>	-0.755	0.396	0.048

Trois groupes d'individus se distinguent (**Fig. 6**), le premier groupe comporte les génotypes demchi1, bouch1 et 123 071, qui présentent des similitudes par rapport à la largeur de la stipule, la longueur de la graine et la largeur de la graine ; le deuxième groupe est formé des génotypes 52 539, 52 596 et 123 069 qui montrent des ressemblances au niveau de la longueur de la stipule, la largeur de la foliole, la longueur du pétiole, la longueur du pédoncule et la largeur de la gousse. Dans le troisième groupe nous trouvons les génotypes 52 593, 52 595, 64 350, 123 072, 123 073 et Sefrou ayant tous en commun une petite largeur de la stipule.



**Fig. 6 :** projection des individus chez le pois fourrager durant la première année.

1 : demchi/ 2 : bouch1/ 3 : 52 539/ 4 : 52 593/ 5 : 52 595/ 6 : 52 596/ 7 : 123 069/ 8 : 123 071/  
 9 : 123 072/ 10 : 123 073/ 11 : 64 350/ 12 : Sefrou.

### 3-1-2- Résultats de la première année chez le pois potager

Tous les paramètres étudiés montrent des différences très hautement significatives (**Tab. 16**). De ce fait, une diversité considérable existe au sein des génotypes de pois potager étudiés.

**Tab. 16 :** Les résultats de l'analyse de la variance chez le pois potager

	Moyenne ± Et	Minimum	Maximum	CV	P (génotype)
<b>APF(jr)</b>	71.21±13.22	49	90	18.60	<0.0001***
<b>PF (jr)</b>	84.69±14.46	57	103	17.10	<0.0001***
<b>PEF</b>	12.41±3.08	8	17.33	24.90	<0.0001***
<b>LoST (cm)</b>	7.41±1.10	5	9.45	14.90	<0.0001***
<b>LaST (cm)</b>	4.50±0.86	2.75	6.20	19.10	<0.0001***
<b>LoF (cm)</b>	5.19±0.72	4.05	6.77	13.90	<0.0001***
<b>LaF (cm)</b>	3.37±0.56	2.55	4.40	16.70	<0.0001***
<b>LoP (cm)</b>	11.56±2.29	6.72	15.95	19.80	<0.0001***
<b>LoPC (cm)</b>	6.22±1.88	3.10	10.00	30.30	0.0004***
<b>NbMF</b>	2.77±0.50	2	3.50	18.10	<0.0001***
<b>NbML</b>	1.72±0.45	1	2	26.20	<0.0001***
<b>G/G</b>	6.72±1.35	3	10.33	20.10	<0.0001***
<b>LoGS (cm)</b>	5.49±0.66	4	7.03	12.10	<0.0001***
<b>LaGS (cm)</b>	0.72±0.08	0.5	0.9	11.70	<0.0001***
<b>LoGR (cm)</b>	0.39±0.08	0.23	0.60	21.60	<0.0001***
<b>LaGR (cm)</b>	0.28±0.06	0.15	0.40	24.10	<0.0001***

Les deux génotypes 52 536 et 52 540 sont les plus précoces quant à l'apparition de la première fleur, qui survient après seulement 49 jours chez les deux génotypes, et la pleine floraison qui arrive après des durées respectives de 58 et 59 jours après le semis. Par contre, le génotype 52 588 est le plus tardif pour l'apparition de la première fleur avec un nombre de jours de 90. Ainsi 52 536 et 52 540 fleurissent 41 jours avant 52 588 (**Tab. 17**).

Aussi, le premier étage florifère chez ces deux génotypes est le plus bas sur la tige avec des valeurs moyennes de 8.26 chez 52 536 et 8.33 chez 52 540 (**Tab. 17**).

Le paramètre « premier étage florifère » est positivement et significativement corrélé avec les deux paramètres « apparition de la première fleur » et « pleine floraison » (**Tab. 18**)

Les paramètres suivants sont corrélés positivement et significativement entre eux : longueur et largeur de la stipule, longueur et largeur de la foliole, longueur du pétiole et longueur du pédoncule (**Tab. 18**).

**Tab. 17 :** Moyennes des géotypes de pois potager

	<b>52536</b>	<b>52538</b>	<b>52540</b>	<b>52586</b>	<b>52587</b>	<b>52588</b>	<b>52590</b>	<b>123070</b>	<b>123074</b>	<b>123391</b>	<b>Ouadia</b>
<b>APF (jr.)</b>	49a	57b	49a	79.33f	77e	90h	77e	83.00g	73d	78e	71c
<b>PF (jr.)</b>	58a	100.66e	59a	99.33d	83b	95.33c	83b	95.33c	80b	95c	83b
<b>PEF</b>	8.26a	14.25c	8.33a	15.62cd	11.27b	16.61d	11.11b	16.77d	11.60b	10.83b	11.83b
<b>LoST (cm)</b>	5.57a	7.18bcd	6.91bc	7.19bcd	8.11def	8.08def	8.40ef	6.27ab	7.87cde	6.86bc	9.11f
<b>LaST (cm)</b>	3.02a	4.70cde	4.03bc	4.65cde	5.45e	4.35cd	5.34e	3.26ab	4.94de	4.85cde	4.93de
<b>LoF (cm)</b>	4.42a	4.84ab	5.16bc	4.71ab	6.00de	4.63ab	5.48cd	5.13bc	6.06de	4.37a	6.29e
<b>LaF (cm)</b>	2.65a	3.24bcd	3.11bc	3.24bcd	3.98fg	3.50cde	3.62def	2.61a	3.80ef	3.04ab	4.33g
<b>LoP (cm)</b>	9.90a	11.58b	12.23b	11.25ab	14.11c	16.18 <sup>e</sup>	14.43cd	14.62cde	15.63cde	10.81ab	15.85de
<b>LoPC (cm)</b>	2.87a	5.64b	2.85a	6.18bc	7.38cde	8.94 <sup>e</sup>	8.53de	7.19bcd	12.48f	5.96bc	7.16bcd
<b>NbMF</b>	2	3	2	2	3	3	3	3	3.5	3	3
<b>NbML</b>	2b	2b	2b	1a	1a	2b	1a	2b	2b	2b	2b
<b>G/G</b>	5.49a	5.66a	6.10a	6.49a	6.99a	5.44a	6.77a	5.55a	6.21a	6.55a	6.44a
<b>LoGS (cm)</b>	7.17cde	8.28f	6.81cd	7.58def	7.11cde	5.79b	7.27cde	4.88a	5.63ab	7.74ef	6.42bc
<b>LaGS (cm)</b>	1.12c	1.21d	1.02c	1.26d	1.17c	0.87b	1.18c	0.71a	0.81ab	1.28d	0.92bc
<b>LoGR (cm)</b>	0.67cd	0.72de	0.60bc	0.77e	0.70de	0.56b	0.66cd	0.42a	0.49a	0.72de	0.57b
<b>LaGR (cm)</b>	0.35ab	0.39abcd	0.35ab	0.49e	0.37abcd	0.40bcd	0.36abc	0.33a	0.42cde	0.43de	0.40abcd

**Tab. 18 : Les corrélations chez le pois potager**

	<b>APF</b>	<b>PF</b>	<b>PEF</b>	<b>LoST</b>	<b>LaST</b>	<b>LoF</b>	<b>LaF</b>	<b>LoP</b>	<b>LoPC</b>	<b>G/G</b>	<b>LoGS</b>	<b>LaGS</b>	<b>LoGR</b>
<b>APF</b>	1.00												
<b>PF</b>	0.699**	1.00											
<b>PEF</b>	0.655**	0.780**	1.00										
<b>LoST</b>	0.377**	0.204	0.126	1.00									
<b>LaST</b>	0.317*	0.299	-0.048	0.766**	1.00								
<b>LoF</b>	0.093	-0.129	-0.108	0.615**	0.463**	1.00							
<b>LaF</b>	0.240	0.073	-0.034	0.807**	0.667**	0.780**	1.00						
<b>LoP</b>	0.541**	0.164	0.356**	0.671**	0.318*	0.621**	0.517**	1.00					
<b>LoPC</b>	0.644**	0.395**	0.348*	0.578**	0.515**	0.507**	0.525**	0.708**	1.00				
<b>G/G</b>	0.120	0.023	0.146	0.196	0.427**	0.173	0.234	0.010	0.089	1.00			
<b>LoGS</b>	-0.367**	0.054	-0.273	-0.093	0.323	-0.280	-0.012	-0.630**	-0.404**	0.439**	1.00		
<b>LaGS</b>	-0.224	0.075	-0.277	-0.102	0.329*	-0.355**	-0.047	-0.671**	-0.394**	0.360**	0.922**	1.00	
<b>LoGR</b>	-0.207	0.092	-0.222	-0.032	0.315*	-0.283	0.052	-0.613**	-0.363**	0.202	0.844**	0.921**	1.00
<b>LaGR</b>	0.269	0.390**	0.238	0.165	0.230	-0.065	0.230	-0.090	0.220	-0.003	0.280	0.295	0.397**

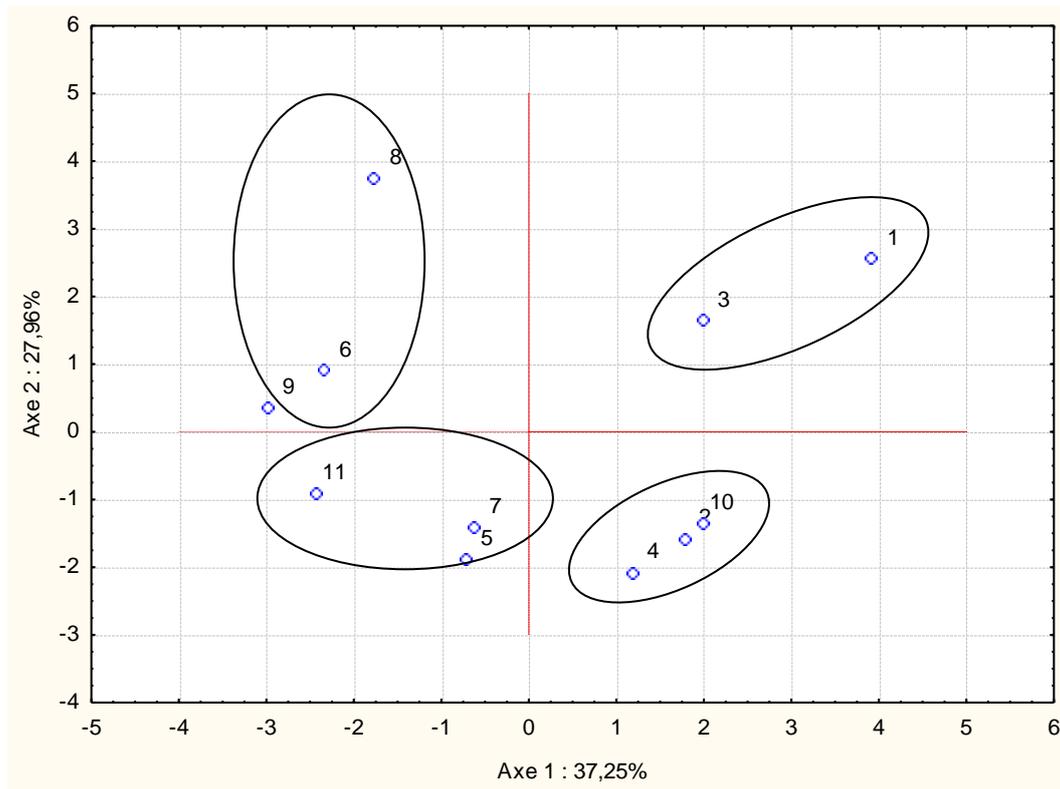
**Ddl 31    $\alpha 0.1=0.3002$     $\alpha 0.05=0.3538$**

La variance est exprimée à 83.99 % par trois axes (**Tab. 19**) : le premier axe traduisant 37.25 % de la variabilité est uni à : l'apparition de la première fleur, la longueur de la stipule, la longueur et la largeur de la foliole, la longueur du pétiole, la longueur du pédoncule et la longueur de la gousse. Le deuxième axe exprime 27.96 % de la variabilité et est associé à la largeur de la stipule, le nombre de grains par gousse, la largeur de la gousse, la longueur et la largeur de la graine. Le troisième axe qui représente 18.78 % de la variance est corrélé à deux paramètres qui sont la pleine floraison et le premier étage florifère.

**Tab. 19** : Analyse en composante principale (ACP) sur 11 génotypes de pois potager (1<sup>ère</sup> année)

Paramètres	ACP1	ACP 2	ACP3
Valeurs propres	5.22	3.91	2.63
% de variance	37.25	27.96	18.78
% Cumulatif	37.25	65.21	83.99
Caractères	Coordonnées des variables		
APF	-0.676	-0.199	0.533
PF	-0.332	0.425	0.794
PEF	-0.473	0.006	0.821
LOST	-0.695	-0.582	-0.283
LAST	-0.043	-0.745	0.049
LOF	-0.676	-0.201	-0.628
LAF	-0.618	-0.594	-0.444
LOP	-0.968	0.063	-0.132
LOPC	-0.849	-0.199	0.112
G/G	-0.121	-0.723	-0.391
LOGS	0.712	-0.679	-0.024
LAGS	0.692	-0.693	0.031
LOGR	0.663	-0.713	0.076
LAGR	-0.036	-0.624	0.421

La **figure 7** montre l'existence de quatre groupes, le premier groupe renferme les génotypes 52 536 et 52 540 qui se singularisent par une remarquable précocité au niveau de l'apparition de la première fleur et de la pleine floraison et une ressemblance au niveau de certains paramètres à savoir : le premier étage florifère, la longueur du pédoncule, le nombre de grains par gousse, la largeur de la gousse et la largeur de la graine. Le deuxième groupe englobe les génotypes 52 588, 123 070 et 123 074. Dans le troisième groupe nous trouvons les génotypes 52 587, 52 590 et Ouadia dont la première fleur apparaît au même moment ainsi que la pleine floraison. De plus, un certain nombre de valeurs les concernant sont très rapprochées (longueur et largeur de la stipule, longueur et largeur de la gousse). Le quatrième groupe inclut les génotypes 52 538, 52 586 et 123 391 qui sont semblable pour un certain nombre de paramètres : la longueur et la largeur de la stipule et la longueur de la gousse.



**Fig 7** : projection des individus chez le pois potager durant la première année.

1 : 52 536/ 2 : 52 538/ 3 : 52 540/ 4 : 52 586/ 5 : 52 587/ 6 : 52 588/ 7 : 52 590/ 8 : 123 070/  
9 : 123 074/10 : 123 391/ 11 : Ouadia.

### 3-1-3- Résultats de la première année chez le pois protéagineux

Les différences révélées par l'analyse de la variance sont : Significatives chez deux paramètres qui sont la longueur du pédoncule et la largeur de la graine, et hautement significatives chez les paramètres premier étage florifère et longueur de la stipule. Pour tous les autres paramètres les différences sont très hautement significatives. La longueur de la gousse est le seul paramètre pour lequel aucune différence significative n'est notée (**Tab. 20**). Ceci nous permet de dire qu'une variabilité génétique non négligeable existe au sein des génotypes de pois protéagineux étudiés.

Le génotype 52 594 est le premier à voir sa première fleur apparaitre (75 jours après semis) suivi d'Affila 1 (77 jours après semis). Par ailleurs, la pleine floraison survient en premier chez Affila 1 avec 92 jours (**Tab. 21**). Chez le génotype Bouch2, seulement six jours séparent l'apparition de la première fleur de la pleine floraison, par contre chez 52 594 cette durée est de 21 jours.

Le génotype Messire possède l'étage florifère le plus bas (9.83), bien qu'il ne soit pas le génotype le plus précoce, cela peut s'expliquer par la longueur de l'entre nœud qui est importante. Le nombre de graines par gousse est relativement important chez le génotype 52 594 avec une moyenne de 7.16 graine (**Tab. 21**). Par contre le génotype Messire possède la moyenne la moins importante (3.33 graines par gousse).

Affila1 et Bouch2 ne possèdent pas de folioles, ils sont dit « *afila* », la photosynthèse s'effectue grâce aux stipules.

**Tab. 20** : Les résultats de l'analyse de la variance chez le pois protéagineux

	Moyenne ± Et	Minimum	Maximum	CV	P (génotype)
APF (jr)	84.83±10.50	75	102	12.40	<0.0001***
PF (jr)	97.91±5.50	92	108	5.60	<0.0001***
PEF	13.31±2.40	8	16.66	18.10	0.0069**
LoST (cm)	5.97±0.95	4.8	7.67	16.10	0.0059**
LaST (cm)	3.26±0.99	2	4.90	30.40	<0.0001***
LoF (cm)	1.55±2.07	0	5.26	133.6	<0.0001***
LaF (cm)	0.71±0.96	0	2.46	134.1	<0.0001***
LoP (cm)	9.51±2.56	6.72	13.56	13.56	<0.0001***
LoPC (cm)	6.90±2.11	3.30	10	30.60	0.018*
NbMF	-	-	-	-	-
NbML	-	-	-	-	-
G/G	5.73±1.58	3	7.33	27.70	<0.0001***
LoGS (cm)	5.95±0.26	5.6	6.56	4.40	0.84 NS
LaGS (cm)	0.76±0.05	0.7	0.86	7.80	<0.0001***
LoGR (cm)	0.48±0.06	0.41	0.6	13.00	0.0007***
LaGR (cm)	0.33±0.05	0.21	0.38	15.40	0.020*

**Tab. 21** : Moyennes des génotypes de pois protéagineux

	Bouch2	Affila 1	Messire	52594
APF (jr)	100.33c	77.00b	87.00c	75.00a
PF (jr)	106.33c	92.00a	97.00b	96.00b
PEF	14.50b	14.66b	9.83a	14.25b
LoST (cm)	6.10b	7.14c	4.90a	6.66bc
LaST (cm)	3.19b	4.60d	2.00a	3.73c
LoF (cm)	0 a	0 a	3.41b	5.26c
LaF (cm)	0 a	0 a	1.56b	2.46c
LoP (cm)	7.18a	8.68b	8.62b	13.56c
LoPC (cm)	6.76ab	7.52b	4.33a	9.00b
NbMF	-	-	3	3
NbML	2	2	2	2
G/G	5.77b	6.66c	3.33a	7.16c
LoGS (cm)	5.88a	6.08a	5.91a	5.93a
LaGS (cm)	0.72a	0.78a	0.84b	0.70a
LoGR (cm)	0.57c	0.50b	0.45ab	0.42a
LaGR (cm)	0.35b	0.38b	0.33ab	0.27a

Le paramètre premier étage florifère est positivement corrélés avec la longueur et la largeur de la stipule, la longueur du pédoncule et la longueur de la graine (**Tab. 22**). Une corrélation positive est significative est constatée entre le nombre de graines par gousse et les paramètres suivants : premier étage florifère, longueur de la stipule, largeur de la stipule et longueur du pédoncule (**Tab. 22**).

**Tab. 22 :** Les corrélations chez le pois protéagineux

	APF	PF	PEF	LoST	LaST	LoF	LaF	LoP	LoPC	G/G	LoGS	LaGS	LoGR
APF	1.00												
PF	0.956***	1.00											
PEF	0.010	0.102	1.00										
LoST	-0.416	-0.310	0.844**	1.00									
LaST	-0.474	-0.390	0.763**	0.964**	1.00								
LoF	-0.308	-0.212	-0.645**	-0.527	-0.556*	1.00							
LaF	-0.311	-0.212	-0.624*	-0.518	-0.548	0.999**	1.00						
LoP	-0.665**	-0.464	-0.044	0.208	0.130	0.691**	0.697**	1.00					
LoPC	-0.303	-0.106	0.801**	0.810**	0.680**	-0.131	-0.115	0.506	1.00				
G/G	-0.293	-0.110	0.812**	0.910**	0.902**	-0.403	-0.391	0.268	0.840**	1.00			
LoGS	-0.377	-0.289	0.291	0.397	0.426	0.105	0.109	0.254	0.486	0.494	1.00		
LaGS	-0.286	-0.484	-0.757**	-0.558*	-0.482	0.355	0.343	-0.081	0.677**	-0.744	-0.241	1.00	
LoGR	0.627*	0.584*	0.564*	0.261	0.212	-0.765**	-0.765**	-0.596*	0.113	0.209	-0.287	-0.569*	1.00
LaGR	-0.218	-0.263	0.474	0.677**	0.725**	-0.684**	-0.690**	-0.288	0.195	0.468	0.098	-0.162	0.394

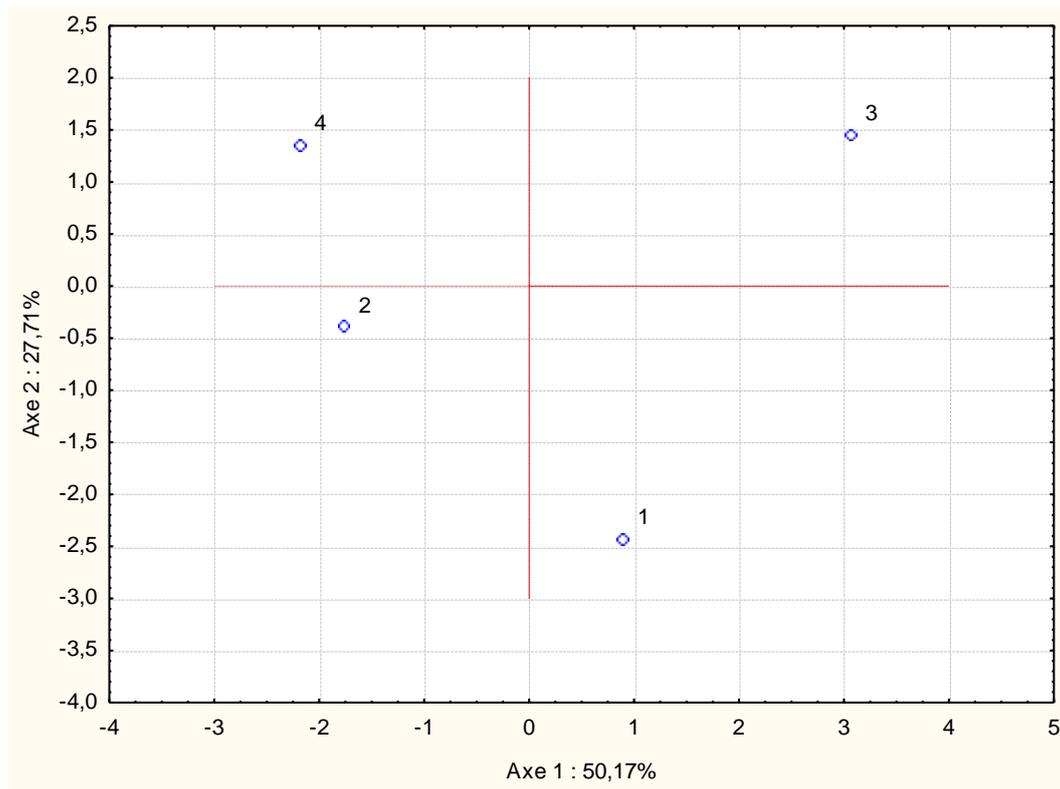
**Ddl =8     $\alpha$  0.10 = 0.549     $\alpha$  0.05 = 0.632**

L'analyse en composantes principales, indique que les trois premiers axes expliquent 99.99 % de la variabilité (50.17 % pour le premier axe, 27.71 % pour le deuxième axe et 22.11 % pour le troisième axe), le premier axe étant associé aux paramètres : premier étage florifère, longueur et largeur de la stipule, longueur du pédoncule, et nombre de grains par gousse. L'apparition de la première fleur, la pleine floraison, la longueur du pétiole ainsi que la longueur du grain sont liés au deuxième axe. Le troisième axe est corrélé à la longueur et la largeur de la gousse et la largeur de la graine (**Tab. 23**).

Nous constatons sur la **figure 8** que les quatre génotypes sont éloignés les uns des autres, car leurs caractéristiques sont différentes. Toutefois, le génotype affila 1 et 52 594 sont relativement proches. En effet, ils présentent des traits communs pour le premier étage florifère et la longueur et largeur de la gousse.

**Tab. 23** : Analyse en composante principale (ACP) sur 04 génotypes de pois protéagineux (1<sup>ère</sup> année)

Paramètres	ACP1	ACP 2	ACP3
Valeurs propres	6.02	3.33	2.65
% de variance	50.17	27.71	22.11
% Cumulatif	50.17	77.89	99.99
Caractères	Coordonnées des variables		
APF	0.654	-0.705	-0.274
PF	0.433	-0.664	-0.609
PEF	-0.819	-0.565	-0.099
LOST	-0.948	-0.263	0.182
LAST	-0.913	-0.259	0.316
LOP	-0.594	0.667	-0.448
LOPC	-0.953	-0.073	-0.295
G/G	-0.965	-0.215	-0.148
LOGS	-0.565	0.069	0.822
LAGS	0.656	0.358	0.665
LOGR	0.175	-0.978	0.112
LAGR	0.178	-0.588	0.789



**Fig. 8 :** projection des individus chez le pois protéagineux durant la première année.

1 : Bouch 2/ 2 : Affila 1/ 3 : Messire/ 4 : 52 594.

### **3-2- Résultats de la deuxième année d'expérimentation**

#### **3-2-1- Résultats de la deuxième année chez le pois fourrager**

L'analyse de la variance a décelé des différences allant de significative à très hautement significatives chez tous les paramètres étudiés (**Tab. 24**).

La hauteur du plant la plus importante est remarquée chez le génotype 52 593 (111.33cm) suivi du génotype 525 39 avec 109.68 cm. Sefrou arrive en troisième position avec une moyenne de 105.80cm (**tab. 25**). Le génotype 52 593 est le plus précoce pour les trois paramètres « apparition de la première fleur », « pleine floraison » et « apparition de la première gousse ». Tandis que, le génotype 123 073 est le plus tardif pour le paramètre « apparition de la première fleur » avec un nombre de jours de 134.33 suivi de Bouch1, 64 350, 123 072 et Sefrou. En ce qui concerne la pleine floraison, les génotypes bouch1, 123 072, 123 073, 64 350 et Sefrou sont les plus tardifs avec des chiffres variant entre 137.33 et 139.66 jours (**Tab. 25**).

Le génotype 64 350 affiche le nombre de graines par gousse le plus important avec une moyenne de 10 graines par gousse, idem pour la longueur de la gousse qui est de 6.40 cm. Cette particularité a déjà été notée durant la première année d'expérimentation. Le poids de 100 graines est d'une moyenne de 12.02 g, avec un coefficient de variation relativement élevé (29.70%).

Nous constatons que, l'apparition de la première gousse, survient avant la pleine floraison (**Tab. 25**), ceci s'explique par le fait que les premières fleurs apparues arrivent à la phase gousse avant que n'arrive la pleine floraison.

**Tab. 24** : Résultats de l'analyse de la variance chez le pois fourrager

	<b>Moyenne ± Et</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>CV (%)</b>	<b>P (génotype)</b>
<b>HT (cm)</b>	90.72±16.56	50.00	118.80	18.30	0.0002***
<b>APF (jr)</b>	116.87±16.41	86.00	136.00	14.00	<0.0001***
<b>PF (jr)</b>	124.41±14.67	95.00	143.00	11.80	<0.0001***
<b>APG (jr)</b>	122.53±16.15	88.00	141.00	13.20	<0.0001***
<b>PEF</b>	16.86±3.84	10.20	25.00	22.80	<0.0001***
<b>LoST (cm)</b>	5.19±0.49	4.38	6.32	9.5	0.0051**
<b>LaST (cm)</b>	2.63±0.32	2.00	3.46	12.30	0.0181*
<b>LoF (cm)</b>	3.57±0.46	2.35	4.65	13.00	0.0003***
<b>LaF (cm)</b>	1.83±0.35	0.85	2.70	19.30	0.0002***
<b>LoPC (cm)</b>	6.11±1.42	3.52	8.77	23.30	0.0009***
<b>NbMF</b>	-	-	-	-	-
<b>NbML</b>	1.84±0.36	1	2	19.80	<0.0001***
<b>G/G</b>	6.92±1.16	4.60	10.00	16.80	<0.0001***
<b>LoGS (cm)</b>	5.04±0.53	4.18	6.40	10.70	0.012*
<b>LaGS (cm)</b>	0.88±0.07	0.72	1.04	8.50	0.0011**
<b>LoGR (cm)</b>	0.57±0.053	0.45	0.68	9.20	<0.0001***
<b>LaGR (cm)</b>	0.52±0.059	0.40	0.64	11.20	0.0004***
<b>P100G (g)</b>	12.02±3.57	6.41	18.70	29.70	<0.0001***

La hauteur de la plante est positivement corrélée avec la longueur et la largeur de la stipule, la longueur et la largeur de la foliole, la longueur du pédoncule et la longueur de la gousse (**Tab. 26**).

Les deux paramètres « apparition de la première fleur » et « pleine floraison » présentent une corrélation positive et significative avec le premier étage florifère et l'apparition de la première gousse. Par contre ces deux paramètres sont négativement corrélés avec la longueur et la largeur de la stipule, la longueur et la largeur de la foliole, la largeur de la gousse, la longueur et la largeur de la graine et le poids de 100 grains. Le poids de 100 grains est négativement corrélé avec le nombre de grains par gousse (**Tab. 26**).

**Tab. 25 : Moyennes chez le pois fourrager**

	<b>Demchi1</b>	<b>Demchi2</b>	<b>Bouch 1</b>	<b>52539</b>	<b>52593</b>	<b>52595</b>	<b>52596</b>	<b>123069</b>	<b>123071</b>	<b>123072</b>	<b>123073</b>	<b>64350</b>	<b>sefrou</b>
<b>HT (cm)</b>	95.85cdef	98.85de	80.15abc	109.68f	111.33f	96.93cdef	72.95ab	89.81bcde	87.48bcd	79.35abc	87.60bcde	63.66a	105.80ef
<b>APF (jr)</b>	107.33c	95.33b	132.33ef	127.33d	90.00a	129.00de	98.00b	104.66c	106.33c	132df	134.33f	132.66ef	130.00def
<b>PF (jr)</b>	113.66c	107.00b	137.33 <sup>e</sup>	132.33d	101.66a	137.00de	109.33bc	111.33bc	113.33c	138.00e	139.33e	139.66e	137.33e
<b>APG (jr)</b>	112.33d	101.33ab	140f	131.66e	96.33a	134.33ef	104.66bc	110.33cd	113.00d	137ef	140f	137ef	135ef
<b>PEF</b>	11.40a	13.53a	21b	19.65b	19.80b	20.30b	12.93a	13.00a	13.31a	19.00b	20.33b	-	18.05b
<b>LoST (cm)</b>	5.42bcd	4.86ab	5.12abcd	5.62de	6.08e	5.20abcd	5.25bcd	4.97abc	5.49cde	4.59a	4.80ab	5.08abcd	5.02abcd
<b>LaST (cm)</b>	3.01 <sup>e</sup>	2.56abcd	2.33a	2.86bcde	2.97de	2.54abcd	2.90cde	2.50abc	2.69abcde	2.42ab	2.41a	2.29a	2.71abcde
<b>LoF (cm)</b>	4.02f	3.63cdef	2.98ab	3.74cdef	3.98ef	3.79cdef	3.56cdef	3.81def	4.05f	3.30bcd	3.29bc	2.77a	3.48bcde
<b>LaF (cm)</b>	2.34 <sup>e</sup>	1.88bcd	1.68bc	1.86bcd	1.98cde	1.84bcd	2.07de	2.09de	1.99cde	1.58b	1.61bc	1.09a	1.76bcd
<b>LoP C (cm)</b>	6.45cde	4.93abc	4.57ab	7.25de	7.24de	7.53e	5.65abcd	4.75ab	6.89de	6.09bcde	7.25de	4.08a	6.83de
<b>NbMF</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>NbML</b>	1a	1a	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b
<b>G/G</b>	7.25def	6.75cd	6.30bc	7.62efg	7.70fg	7.60efg	7.30def	4.70a	5.55b	6.22bc	8.21g	10h	6.81cde
<b>LoGS (cm)</b>	5.50bc	5.46bc	4.51a	5.16ab	5.26ab	4.90ab	4.61a	4.51a	5.42b	4.69ab	4.54a	6.40c	5.09ab
<b>LaGS (cm)</b>	0.92def	0.99f	0.94ef	0.85bcd	0.88bcdef	0.84bcd	0.86bcde	0.90def	0.96f	0.83abc	0.80ab	0.72a	0.88cdef
<b>LoGR (cm)</b>	0.57bcd	0.59cde	0.60de	0.60de	0.60de	0.57bcd	0.54b	0.64e	0.65e	0.555bcd	0.553b	0.46a	0.54b
<b>LaGR (cm)</b>	0.555ef	0.543cdef	0.55def	0.533bcde	0.54cdef	0.53bcde	0.52bcde	0.61f	0.60f	0.47abc	0.48bcd	0.41a	0.50bcde
<b>P100G (g)</b>	12.87ef	-	13.46f	12.27e	11.73d	11.20cd	8.75b	18.50g	18.70g	10.69c	8.46b	6.41a	11.28cd

**Tab. 26 : Les corrélations chez le pois fourrager**

	HT	APF	PF	APG	PEF	LoST	LaST	LoF	LaF	LoPC	G/G	LoGS	LaGS	LoGR	LaGR
HT	1.00														
APF	-0.94	1.00													
PF	-0.087	0.991**	1.00												
APG	-0.116	0.995**	0.989**	1.00											
PEF	0.160	0.544**	0.550**	0.532**	1.00										
LoST	0.546**	-0.554**	-0.538**	-0.561**	0.008	1.00									
LaST	0.559**	-0.497**	-0.449**	-0.513**	-0.167	0.804**	1.00								
LoF	0.537**	-0.555**	-0.537**	-0.546**	-0.229	0.768**	0.660**	1.00							
LaF	0.447**	-0.706**	-0.669**	-0.701**	-0.449**	0.708**	0.730**	0.867**	1.00						
LoPC	0.630**	0.052	0.072	0.024	0.290	0.402**	0.453**	0.541**	0.317	1.00					
G/G	0.237	0.253	0.279	0.242	0.515**	0.075	0.081	-0.122	-0.206	0.451**	1.00				
LoGS	0.461**	-0.244	-0.234	-0.242	0.036	0.452**	0.329	0.477**	0.287	0.434**	0.157	1.00			
LaGS	-0.011	-0.368*	-0.377*	-0.330	-0.334*	0.230	0.079	0.246	0.221	-0.314	-0.478**	0.546**	1.00		
LoGR	0.043	-0.407**	-0.457**	-0.392**	-0.124	0.444**	0.131	0.532**	0.346*	-0.051	-0.457**	0.370*	0.615**	1.00	
LaGR	0.030	-0.496**	-0.514**	-0.467**	-0.250	0.450**	0.216	0.616**	0.532**	-0.085	-0.525**	0.247	0.585**	0.903**	1.00
P100g	0.063	-0.409**	-0.453**	-0.396**	-0.464**	0.252	0.026	0.482**	0.387*	-0.159	-0.762**	0.287	0.654**	0.795**	0.786**

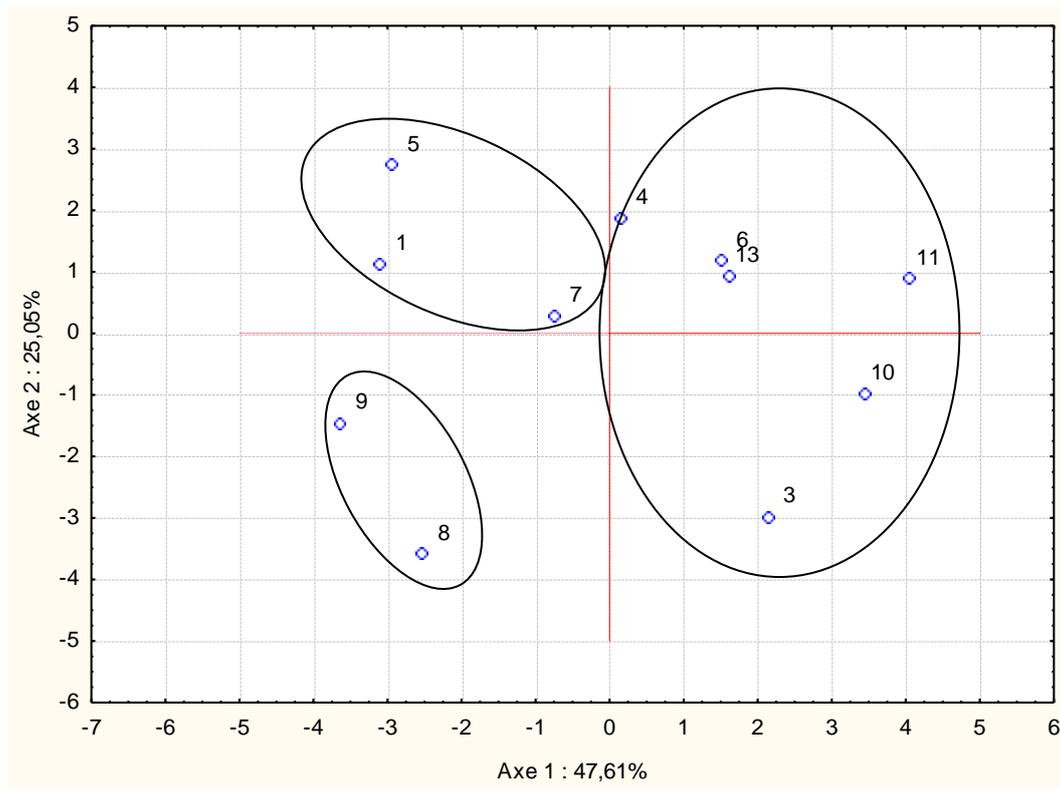
**Ddl= 24     $\alpha : 0.10 = 0.330$      $\alpha : 0.05 = 0.388$**

Pour l'ACP, deux axes interprètent 72.66% de la variabilité (**Tab. 27**), le premier axe qui exprime 47.61% est lié aux paramètres : apparition de la première fleur, pleine floraison, apparition de la première gousse, premier étage florifère, longueur et largeur de la stipule, longueur et largeur de la foliole, longueur et largeur de la gousse, longueur et largeur de la graine et poids de 100 graines ; le second axe expliquant 25.05% de la variance est associé à la hauteur de la plante, à la longueur du pédoncule et au nombre de grains par gousse.

Les génotypes étudiés sont dispersés dans trois groupes différents (**Fig. 9**). Bouch1, 52 539, 52 595, 123 072, 123 073 et Sefrou font partie du même groupe qui est caractérisé par la tardiveté de l'apparition de la première fleur, de la pleine floraison et de l'apparition de la première gousse. Le deuxième groupe englobe deux génotypes : 123 069 et 123 071 qui sont similaires quant à la hauteur du plant, l'apparition de la première fleur, la pleine floraison et l'apparition de la première gousse. Les génotypes Demchi1, 52 593 et 52 596 forment le troisième groupe.

**Tab. 27** : Analyse en composante principale (ACP) sur 13 génotypes de pois fourrager (2<sup>ème</sup> année)

<b>Paramètres</b>	<b>ACP1</b>	<b>ACP 2</b>
<b>Valeurs propres</b>	7.62	4
<b>% de variance</b>	47.61	25.05
<b>% Cumulatif</b>	47.61	72.66
<b>Caractères</b>	<b>Coordonnées des variables</b>	
<b>HT</b>	-0.247	0.634
<b>APF</b>	0.869	-0.092
<b>PF</b>	0.898	-0.043
<b>APG</b>	0.874	-0.122
<b>PEF</b>	0.706	0.255
<b>LOST</b>	-0.695	0.505
<b>LAST</b>	-0.672	0.641
<b>LOF</b>	-0.845	0.336
<b>LAF</b>	-0.880	0.083
<b>LOPC</b>	0.046	0.833
<b>G/G</b>	0.324	0.864
<b>LOGS</b>	-0.604	0.521
<b>LAGS</b>	-0.657	-0.463
<b>LOGR</b>	-0.595	-0.479
<b>LAGR</b>	-0.809	-0.450
<b>P100G</b>	-0.629	-0.609



**Fig. 9** : Projection des individus chez le pois fourrager durant la deuxième année

1 : demchi1/ 2 : demchi 2/ 3 : bouch1/ 4 : 52 539/ 5 : 52 593/ 6 : 52 595/ 7 : 52 596/ 8 : 123 069/  
9 : 123 071/ 10 : 123 072/ 11 : 123 073/ 12 : 64350/ 13 : Sefrou.

### **3-2-2- Résultats de la deuxième année chez le pois potager**

Des différences très hautement significatives sont mises en évidence par l'analyse de la variance pour les paramètres étudiés (**Tab. 28**). Aucun résultat n'a pu être obtenu durant cette année d'expérimentation (chez le pois potager et le pois protéagineux) pour les paramètres liés à la gousse et à la graine car nous avons fait face à une énorme perte due à l'attaque des oiseaux.

La hauteur du plant chez le pois potager est très variable d'un génotype à un autre, s'étalant entre 17.50 et 114.80 cm (**Tab. 28**). La hauteur du génotype 52 536 est la plus réduite avec une moyenne de 18.50, contre 91.92 cm chez 123 070 qui est le génotype le plus long.

En ce qui concerne les paramètres de la précocité, les deux génotypes 52 536 et 52 540 présentent le nombre de jours le plus réduit entre le semis et les trois paramètres suivants : apparition de la première fleur, pleine floraison et apparition de la première gousse, ce qui coïncide avec les résultats de la première année. Aussi, le premier étage florifère est le plus bas sur la tige pour ces mêmes génotypes. Par contre 52 588 est le plus tardif pour les paramètres : apparition de la première fleur, pleine floraison et apparition de la première gousse avec des valeurs respectives de 95, 103 et 102 jours (**Tab. 29**). De plus, l'étage florifère le plus haut est enregistré chez ce même génotype.

**Tab. 28** : Les résultats de l'analyse de la variance chez le pois potager

	<b>Moyenne ± Et</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>CV</b>	<b>P (génotype)</b>
<b>HT (cm)</b>	48.77±24.07	17.50	114.80	49.30	<0.0001***
<b>APF (jr)</b>	79.94±16.65	48	98	20.80	<0.0001***
<b>PF (jr)</b>	92.70±	62	113	14.70	<0.0001***
<b>APG (jr)</b>	87.62±15.51	59	103	17.80	<0.0001***
<b>PEF</b>	12.96±2.78	7.20	19.00	21.50	<0.0001***
<b>LoST (cm)</b>	4.95±1.17	2.83	6.72	23.60	<0.0001***
<b>LaST (cm)</b>	2.85±0.79	1.25	4.34	27.70	<0.0001***
<b>LoF (cm)</b>	3.27±0.81	1.32	5.12	24.90	<0.0001***
<b>LaF (cm)</b>	2.17±0.53	0.92	3.16	24.80	<0.0001***
<b>LoPC (cm)</b>	3.74±1.50	0.62	7.27	40.20	<0.0001***
<b>NbMF</b>	2.60±0.54	2.00	3.50	21.00	<0.0001***
<b>NbML</b>	1.71±0.45	1	2	26.70	<0.0001***

**Tab. 29** : Les moyennes chez les génotypes de pois potager

	<b>52536</b>	<b>52538</b>	<b>52540</b>	<b>52586</b>	<b>52587</b>	<b>52588</b>	<b>52590</b>	<b>123070</b>	<b>123074</b>	<b>123391</b>	<b>boghni3</b>	<b>Merveille</b>	<b>onward</b>	<b>utrillo</b>
<b>HT (cm)</b>	18.50a	42.33b	25.83ab	37.13b	75.00cd	81.23d	62.53c	91.92d	71.77c	38.55b	32.49ab	26.72ab	37.17b	42.26b
<b>APF (jr)</b>	48a	93efg	50ab	93.66fg	91.66efg	95g	91.66efg	85de	88.66efg	88efg	77.5cd	57b	71.33c	87.33ef
<b>PF (jr)</b>	62a	100.33d	64.33a	103d	97bcd	103d	96.33bcd	98.50cd	97.66cd	98.66cd	91bc	96bcd	89.33b	102.66d
<b>APG (jr)</b>	59a	98.66ef	59a	97.33ef	95.33e	102f	98.33ef	92c	95.66e	94.66de	86bc	59a	81.66b	98ef
<b>PEF</b>	8.20a	14.01ef	10.73b	13.15cdef	11.26bc	18.60g	13.67def	13.72def	16.70g	12.60bcd	12.91bcde	-	11.53bcd	11.40bc
<b>LoST (cm)</b>	2.89a	5.37def	3.17ab	5.45defg	6.42g	5.52defg	6.18fg	5.43def	5.44defg	5.92efg	3.82abc	3.97bc	4.74cd	5.02de
<b>LaST (cm)</b>	1.63a	3.63ef	1.57a	3.50def	3.53def	2.95cd	3.50def	2.42b	3.01cde	3.94f	2.32b	2.23ab	2.73bc	3.00cde
<b>LoF (cm)</b>	2.67abc	3.34cde	1.98a	3.38cde	4.40g	3.59def	4.17fg	4.19fg	3.89efg	3.40cde	2.31ab	2.50ab	2.89bcd	3.03bcd
<b>LaF (cm)</b>	1.63ab	2.33def	1.26a	2.55ef	2.75f	2.14bcde	2.63ef	2.14bcde	2.71ef	2.62ef	1.73abc	1.62ab	1.98bcd	2.28cdef
<b>LoPC (cm)</b>	1.03a	3.74de	1.49ab	4.24ef	5.68gh	3.82de	5.15fg	6.24h	3.55cde	4.50ef	2.55bc	4.09e	3.49cde	2.87cd
<b>NbMF</b>	2a	3b	2a	2a	3b	3b	3b	3b	3.5c	3b	2a	2a	3b	2a
<b>NbML</b>	2b	2b	2b	1a	1a	2b	1a	2b	2b	2b	2b	2b	2b	1a

Une corrélation positive et significative est notée entre tous les paramètres étudiés (**Tab. 30**).

**Tab. 30** : Les corrélations chez le pois potager.

	HT	APF	PF	APG	PEF	LoST	LaST	LoF	LaF
HT	1.00								
APF	0.614**	1.00							
PF	0.570**	0.960**	1.00						
PEF	0.660**	0.979**	0.952**	1.00					
APG	0.605**	0.640**	0.602**	0.651**	1.00				
LoST	0.692**	0.823**	0.788**	0.805**	0.397**	1.00			
LaST	0.422**	0.800**	0.776**	0.790**	0.334**	0.908**	1.00		
LoF	0.752**	0.646**	0.585**	0.615**	0.311*	0.872**	0.706**	1.00	
LaF	0.524**	0.714**	0.684**	0.700**	0.272	0.897**	0.892**	0.864**	1.00
LoPC	0.653**	0.746**	0.706**	0.705**	0.346**	0.885**	0.741**	0.814**	0.703**

**Ddl=35  $\alpha$  0.10 = 0.275  $\alpha$  0.05 = 0.325**

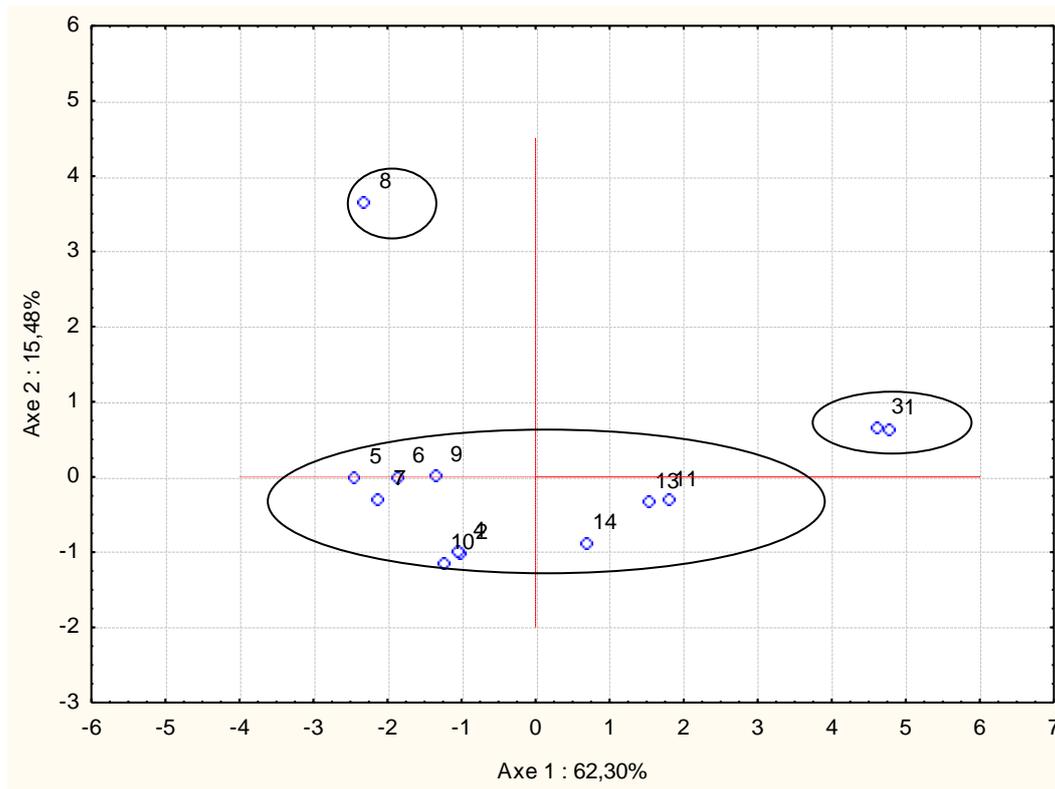
Au sujet de l'analyse en composantes principales, deux axes traduisent 77.78 % de la variabilité, dont 62.30 % est exprimée par le premier axe et 15.48 % par le second (**Tab. 31**). Les paramètres : hauteur du plant, apparition de la première fleur, pleine floraison, apparition de la première gousse, premier étage florifère, longueur de la stipule, largeur de la stipule, longueur de la foliole et longueur du pédoncule sont négativement corrélés au premier axe. En revanche, Le deuxième axe est associé à un seul paramètre qui est la largeur de la foliole.

**Tab. 31** : Analyse en composante principale (ACP) sur 14 génotypes de pois potager.

Paramètres	ACP1	ACP 2
Valeurs propres	6.23	1.55
% de variance	62.3	15.48
% Cumulatif	62.3	77.78
Caractères	Coordonnées des variables	
HT	-0.799	0.474
APF	-0.646	0.017
PF	-0.881	-0.243
APG	-0.91	-0.277
PEF	-0.544	0.040
LOST	-0.957	-0.168
LAST	-0.802	-0.535
LOF	-0.896	0.197
LAF	-0.286	0.880
LOPC	-0.910	0.237

Trois groupes d'individus sont mis en évidence sur la **figure 10**. Comme pour la première année, Les deux génotypes 52 536 et 52 540 font partie du premier groupe, ces derniers sont particulièrement précoces pour l'apparition de la première fleur, la pleine floraison, et l'apparition de la première gousse, mais encore, ils possèdent le premier étage florifère le plus bas par rapport aux autres génotypes.

Le deuxième groupe qui est constitué des génotypes : 52 538, 52 586, 52 587, 52 588, 52 590, 123 074, 123 391, Boghni3, Onward et Utrillo, se caractérise par la tardiveté à la floraison et à l'apparition de la première gousse. Le génotype 123 070 est l'unique individu du troisième groupe, se démarquant par la supériorité de la hauteur du plant et de la longueur du pédoncule.



**Fig 10** : Projection des individus chez le pois potager durant la deuxième année

1 : 52 536/ 2 : 52 538/ 3 : 52 540/ 4 : 52 586/ 5 : 52 587/ 6 : 52 588/ 7 : 52 590/ 8 : 123 070/

9 : 123 074/10 : 123 391/ 11 : Boghni3/ 12 : Merveille de Kelvedon/ 13 : Onward/ 14 : Utrillo.

### 3-2-3- Résultats de la deuxième année chez le pois protéagineux

L'analyse de la variance fait ressortir des différences très hautement significatives pour trois paramètres qui sont la hauteur de la tige, la longueur et la largeur de la foliole. Pour l'apparition de la première fleur, la longueur et la largeur de la stipule, les différences sont hautement significatives. Les autres paramètres affichent des différences significatives, exception faite chez « l'apparition de la première gousse » où aucune signification n'est constatée (**Tab. 32**).

La hauteur de la tige est d'une moyenne de 41.59 cm chez le pois protéagineux (**tab. 32**), variant entre 27.33cm obtenu chez 52 594 et 69.16cm chez Affila 1 qui montre la hauteur la plus importance (**Tab. 33**).

Le génotype 52 594 présente une relative précocité par rapport aux autres génotypes (75 jours pour l'apparition de la première fleur, 89.66 jours pour la pleine floraison et 90.66 jours pour l'apparition de la première gousse).

**Tab. 32 :** Les résultats de l'analyse de la variance chez le pois protéagineux

	<b>Moyenne±Et</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>CV</b>	<b>P (génotype)</b>
<b>HT (cm).</b>	41.59±18.28	20.80	80.75	44.00	0.0003***
<b>APF (jr).</b>	86.41±9.32	75.00	98.00	10.80	0.0056**
<b>PF (jr)</b>	97.00±7.32	83.00	106.00	7.60	0.0193*
<b>APG (jr)</b>	95.41±7.11	83.00	106.00	7.50	0.110NS
<b>PEF</b>	14.84±3.20	11.25	20.40	21.60	0.013*
<b>LoST (cm)</b>	4.11±1.03	2.10	5.25	25.10	0.0012**
<b>LaST (cm)</b>	2.14±0.60	1.30	3.42	28.00	0.0052**
<b>LoF (cm)</b>	1.14±1.28	0.00	3.40	112.90	<0.0001***
<b>LaF (cm)</b>	0.62±0.69	0.00	1.76	111.70	<0.0001***
<b>LoPC (cm)</b>	3.11±1.17	1.50	4.77	37.80	0.038*
<b>NbMF</b>	-	-	-	-	-
<b>NbML</b>	-	-	-	-	-

**Tab. 33 :** Moyennes des génotypes de pois protéagineux

	<b>Bouch2</b>	<b>Affila</b>	<b>Messire</b>	<b>52594</b>
<b>HT (cm).</b>	39.86a	69.16b	30.01a	27.33a
<b>APF (jr).</b>	95.66b	91.33ab	83.66a	75a
<b>PF(jr)</b>	103.66c	101.66bc	93ab	89.66a
<b>APG (jr)</b>	101.66b	98.66ab	90.66a	90.66a
<b>PEF</b>	19.20b	13.93a	12.33a	13.90a
<b>LoST (cm)</b>	5.15c	4.68bc	3.88b	2.75a
<b>LaST (cm)</b>	2.78b	2.48b	1.76a	1.54a
<b>LoF (cm)</b>	-	-	2.78b	1.77a
<b>LaF (cm)</b>	-	-	1.52b	0.96a
<b>LoPC (cm)</b>	4.13b	2.62ab	3.78b	1.90a
<b>NbMF</b>	-	-	3	3
<b>NbML</b>	2	2	2	2

Une corrélation positive et significative est notée entre les paramètres suivants : apparition de la première fleur, pleine floraison, apparition de la première gousse, premier étage florifère, longueur et largeur de la stipule (**Tab. 34**).

La hauteur de la tige est corrélée positivement et significativement avec tous les autres paramètres à l'exception de l'apparition de la première gousse et la longueur du pédoncule.

**Tab. 34** : Les corrélations chez le pois protéagineux.

	<b>HT</b>	<b>APF</b>	<b>PF</b>	<b>APG</b>	<b>PEF</b>	<b>LoST</b>	<b>LaST</b>
<b>HT</b>	1.00						
<b>APF</b>	0.544*	1.00					
<b>PF</b>	0.637**	0.856**	1.00				
<b>PEF</b>	0.558*	0.807**	0.923**	1.00			
<b>APG</b>	0.140	0.599**	0.602**	0.642**	1.00		
<b>LoST</b>	0.571*	0.790**	0.750**	0.658**	0.530*	1.00	
<b>LaST</b>	0.574*	0.751**	0.718**	0.659**	0.593**	0.848**	1.00
<b>LoPC</b>	-0.035	0.304	0.258	0.121	0.206	0.635**	0.389

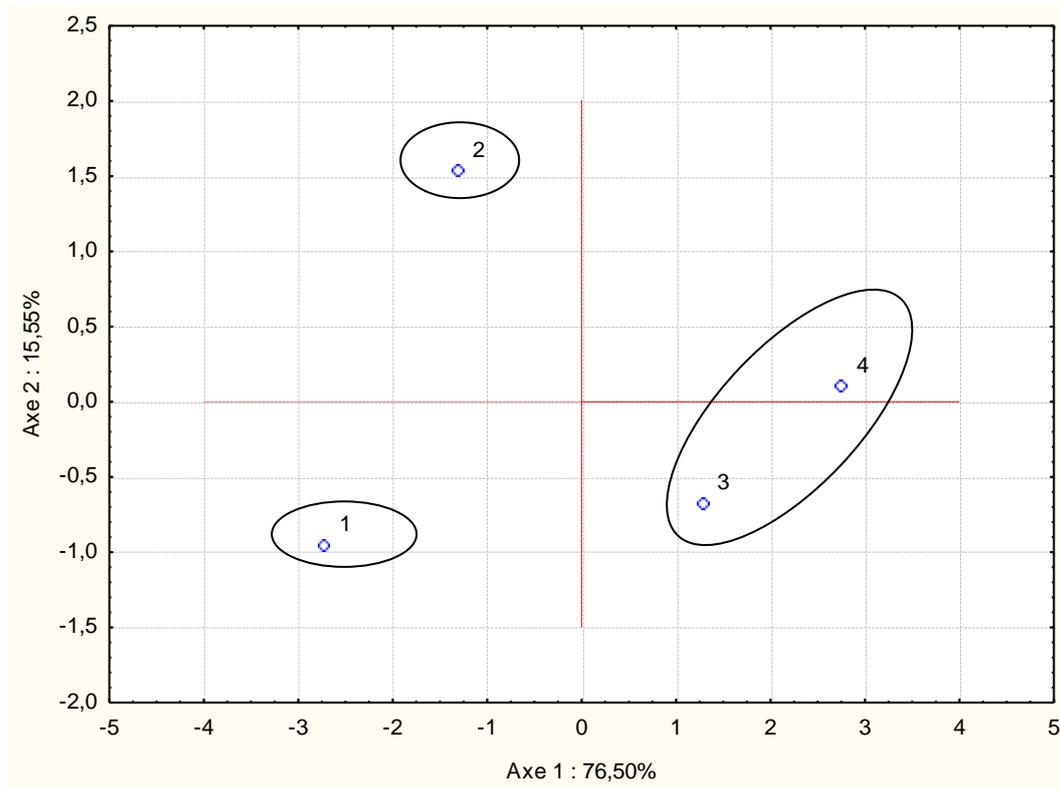
**Ddl 10  $\alpha 0.1=0.497$   $\alpha 0.05=0.576$**

Pour les résultats de l'analyse en composantes principales, la majeure partie de la variabilité est expliquée par deux axes (76.5 % pour le premier axe et 15.55 pour le second) (**Tab. 35**). L'apparition de la première fleur, la pleine floraison, l'apparition de la première gousse, le premier étage florifère, la longueur et la largeur de la stipule sont associés au premier axe alors que, le deuxième axe est corrélé à seulement deux paramètres à savoir : la hauteur de la tige et la longueur du pédoncule.

**Tab. 35** : Analyse en composante principale (ACP) sur 04 géotypes de pois protéagineux (2<sup>ème</sup> année)

Paramètres	ACP1	ACP 2
Valeurs propres	6.12	1.24
% de variance	76.5	15.55
% Cumulatif	76.5	92.05
Caractères	Coordonnées des variables	
HT	-0.601	0.785
APF	-0.988	-0.019
PF	-0.992	0.122
APG	-0.969	0.093
PEF	-0.739	-0.394
LOST	-0.977	-0.028
LAST	-0.995	0.054
LOPC	-0.602	-0.666

Les géotypes de pois protéagineux sont distants les uns des autres sur la **figure 11**, ce qui nous renseigne sur les disparités qui existent au niveau des caractéristiques étudiées propres à chaque géotype. Toutefois, les deux géotypes Messire et 52 594 sont relativement proches, ayant en commun une petite hauteur de la tige et une relative précocité à la floraison.



**Fig. 11** : Projection des individus chez le pois protéagineux durant la deuxième année

1 : Bouch 2/ 2 : Affila 1/ 3 : Messire/ 4 : 52 594.

### **3-2-4- Résultats de la deuxième année chez le pois Mange tout**

Selon l'analyse de la variance, la pleine floraison présente des différences très hautement significatives. Elles sont hautement significatives pour la longueur de la stipule, la longueur de la foliole et la longueur du pédoncule et significatives pour : l'apparition de la première fleur, l'apparition de la première gousse et la largeur de la gousse. La hauteur de la tige, le premier étage florifère, la largeur de la stipule, la largeur de la foliole, le nombre maximum de folioles par feuille, le nombre de graines par gousse, la longueur de la gousse et la longueur de la graine ne présentent aucune signification (**tab. 36**).

**Tab. 36 :** Les résultats de l'analyse de la variance chez le pois mange tout

	<b>Moyenne ± Et</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>CV</b>	<b>P (génotype)</b>
<b>HT (cm)</b>	83.43±13.43	65.66	112.25	16.10	0.241NS
<b>APF (jr)</b>	84.83±6.07	75	93	7.20	0.0102*
<b>PF (jr)</b>	96.16±8.49	83	107	8.80	0.0008***
<b>APG (jr)</b>	93.08±6.03	83	103	6.50	0.0176*
<b>PEF</b>	13.03±1.35	11	15.20	10.40	0.052NS
<b>LoST (cm)</b>	5.72±0.47	5.12	6.76	8.30	0.0033**
<b>LaST (cm)</b>	3.35±0.32	2.98	4.22	9.80	0.676NS
<b>LoF (cm)</b>	3.93±0.47	3.24	4.76	12.20	0.0035**
<b>LaF (cm)</b>	2.60±0.26	2.22	3.08	10.30	0.148NS
<b>LoPC (cm)</b>	3.70±1.01	2.34	5.34	27.30	0.0018**
<b>NbMF</b>	2.75±0.45	2	3	16.40	>0.999NS
<b>NbML</b>	-	-	-	-	-
<b>G/G</b>	5.72±0.95	4.5	7.00	16.60	0.634NS
<b>LoGS (cm)</b>	5.99±0.60	5.05	6.86	10.10	0.573NS
<b>LaGS (cm)</b>	1.16±0.09	0.97	1.27	8.40	0.047*
<b>LoGR (cm)</b>	0.78±0.07	0.68	0.90	9.60	0.189NS
<b>LaGR (cm)</b>	0.67±0.05	0.60	0.74	7.40	0.288NS

Les génotypes étudiés ont des hauteurs assez rapprochées allant de 70.80 cm chez Boghni2 à 92.90 cm chez Boghni 1 (**Tab. 37**).

Boghni2 et Ouadia sont précoces à la floraison et à l'apparition de la première gousse en comparaison avec les deux autres génotypes. Aucun résultat n'a pu être obtenu pour les paramètres liés à la gousse chez le génotype Ouadia.

**Tab. 37 :** Moyennes des génotypes de pois Mange- tout

	<b>Lakhdaria</b>	<b>Boghni1</b>	<b>Boghni2</b>	<b>Ouadia</b>
<b>HT (cm)</b>	83.46a	92.90a	70.80a	86.55a
<b>APF (jr)</b>	92.33b	86.33ab	79.66a	81a
<b>PF (jr)</b>	105b	102.33b	89a	88.33a
<b>APG (jr)</b>	99.66c	95.66bc	87.66a	89.33ab
<b>PEF</b>	14.60b	12.86a	12.86a	11.80a
<b>LoST (cm)</b>	5.61a	6.42b	5.38a	5.48a
<b>LaST (cm)</b>	3.55a	3.38a	3.28a	3.21a
<b>LoF (cm)</b>	3.31a	4.61b	3.66a	3.55a
<b>LaF (cm)</b>	2.30a	2.74b	2.68ab	2.69ab
<b>LoPC (cm)</b>	3.70b	5.10c	2.67a	3.35ab
<b>NbMF</b>	3b	3b	2a	3b
<b>NbML</b>	2	2	2	2
<b>G/G</b>	6.13a	5.56a	5.00a	-
<b>LoGS (cm)</b>	6.22a	5.97a	5.38a	-
<b>LaGS (cm)</b>	1.21b	1.18b	0.97a	-
<b>LoGR (cm)</b>	0.83a	0.77a	0.68a	-
<b>LaGR (cm)</b>	0.68a	0.69a	0.60a	-

Nous constatons, l'existence d'une corrélation positive et significative entre la hauteur de la tige et trois paramètres : la longueur de la stipule, la longueur de la foliole et la longueur du pédoncule. L'apparition de la première fleur et l'apparition de la première gousse sont positivement corrélés avec le premier étage florifère. Le nombre de grains par gousse présente une corrélation positive avec la longueur de la gousse et la largeur de la graine (**Tab. 38**).

A propos de l'ACP (**Tab. 39**), 100 % de la variabilité est expliquée par deux axes, le premier axe traduisant 70.72 % de la variance et, s'associant aux paramètres : hauteur de la tige, apparition de la première fleur, pleine floraison, apparition de la première gousse, premier étage florifère, largeur de la stipule, nombre de grains par gousse, longueur et largeur de la gousse, longueur et largeur de la graine. Le second axe qui explique 29.28 % de la variabilité est lié à la longueur de la stipule, longueur et largeur de la foliole et longueur du pédoncule.

**Tab. 38** : Les corrélations chez le pois mange tout

	<b>HT</b>	<b>APF</b>	<b>PF</b>	<b>APG</b>	<b>PEF</b>	<b>LoST</b>	<b>LaST</b>	<b>LoF</b>	<b>LaF</b>	<b>LoPC</b>	<b>G/G</b>	<b>LoGS</b>	<b>LaGS</b>	<b>LoGR</b>
<b>HT</b>	1.00													
<b>APF</b>	-0.242	1.00												
<b>PF</b>	0.123	0.901**	1.00											
<b>APG</b>	-0.121	0.920**	0.823**	1.00										
<b>PEF</b>	-0.548	0.888**	0.650	0.880**	1.00									
<b>LoST</b>	0.917**	-0.074	0.229	0.119	-0.292	1.00								
<b>LaST</b>	0.040	0.191	0.295	-0.164	-0.133	-0.129	1.00							
<b>LoF</b>	0.868**	-0.381	-0.033	-0.301	-0.577	0.865**	0.070	1.00						
<b>LaF</b>	0.425	-0.869**	-0.719*	-0.740*	-0.755**	0.380	-0.301	0.672*	1.00					
<b>LoPC</b>	0.696*	0.222	0.574	0.242	-0.047	0.787**	0.207	0.767**	0.115	1.00				
<b>G/G</b>	0.306	0.153	0.116	0.049	-0.115	0.218	0.489	0.115	-0.179	-0.032	1.00			
<b>LoGS</b>	0.533	0.129	0.205	0.203	-0.165	0.398	0.111	0.094	-0.249	0.029	0.736*	1.00		
<b>LaGS</b>	0.449	0.579	0.680*	0.714*	0.322	0.540	-0.012	0.091	-0.516	0.417	0.386	0.729*	1.00	
<b>LoGR</b>	0.239	0.360	0.443	0.237	0.003	0.141	0.634	-0.054	-0.565	0.162	0.634	0.684	0.660	1.00
<b>LaGR</b>	0.588	0.174	0.339	0.087	-0.195	0.573	0.612	0.496	-0.096	0.502	0.788**	0.590	0.542	0.75

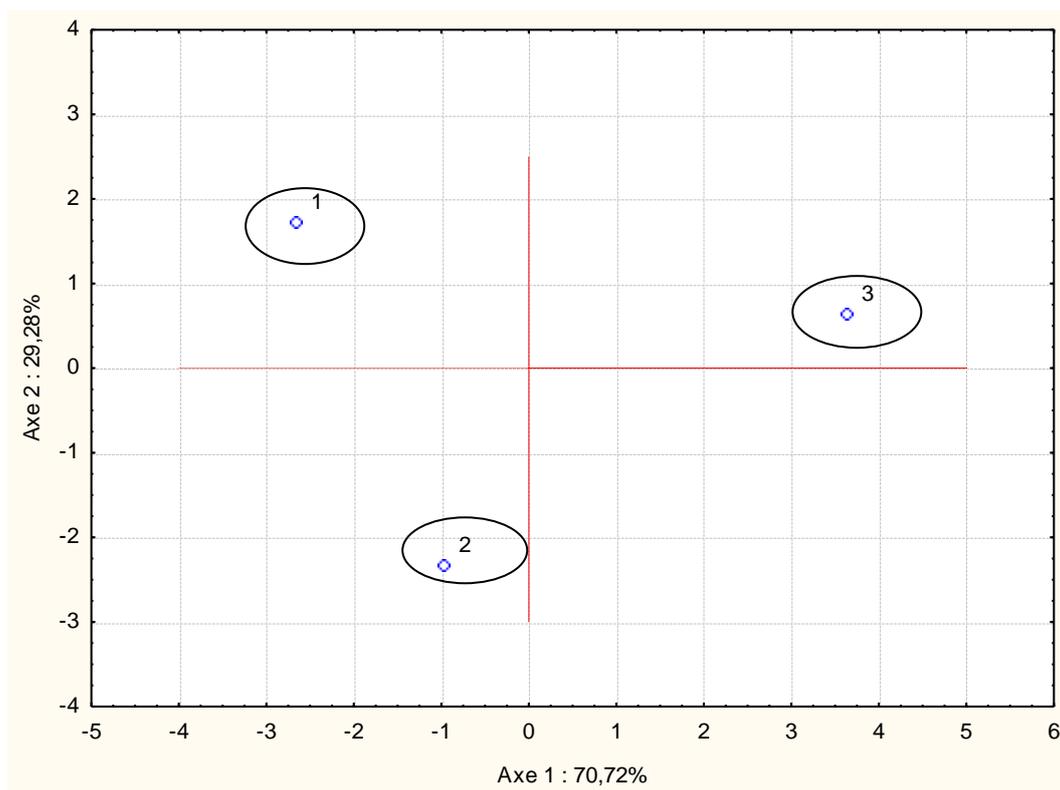
**Ddl=05  $\alpha$ 0.1=0.669  $\alpha$ 0.05=0.754**

Sur la **figure 12**, les trois géotypes sont très différents n'ayant pas des caractéristiques communes leur permettant de s'associer pour former des groupes d'individus.

Notons que le géotype Ouadia n'a pas pu être pris en considération par le logiciel statistique pour l'ACP à cause du manque de données, comme cela a été précisé précédemment.

**Tab 39** : Analyse en composante principale (ACP) sur 3 géotypes de pois mange tout.

<b>Paramètres</b>	<b>ACP1</b>	<b>ACP 2</b>
<b>Valeurs propres</b>	10.61	4.39
<b>% de variance</b>	70.72	29.28
<b>% Cumulatif</b>	70.72	100.00
<b>Caractères</b>	<b>Coordonnées des variables</b>	
<b>HT</b>	-0.764	-0.646
<b>APF</b>	-0.974	0.229
<b>PF</b>	-0.994	-0.106
<b>APG</b>	-0.997	0.071
<b>PEF</b>	-0.708	0.707
<b>LOST</b>	-0.456	-0.890
<b>LAST</b>	-0.917	0.398
<b>LOF</b>	0.002	-0.999
<b>LAF</b>	0.613	-0.790
<b>LOPC</b>	-0.642	-0.767
<b>G/G</b>	-0.965	0.263
<b>LOGS</b>	-0.998	-0.069
<b>LAGS</b>	-0.989	-0.147
<b>LOGR</b>	-0.989	0.146
<b>LAGR</b>	-0.935	-0.356



**Fig. 12 :** "Projection des individus chez le pois mange tout durant la deuxième année.

1 : Lakhdaria/ 2 : Boghni 1/ 3 : Boghni 2.

#### **4- Synthèse des deux années d'expérimentation et discussion**

Afin de rendre plus aisée la lecture de cette discussion, nous allons mettre en exergue les résultats les plus marquants pour les quatre types de pois étudiés, durant les deux années d'expérimentation. Ce qui facilitera par la même occasion la confrontation avec les travaux réalisés antérieurement.

Selon Solberge *et al* (2015), la caractérisation morphologique ajoutée à une caractérisation génétique sert à identifier si le matériel végétal est unique ou il s'agit seulement de duplicata présent dans les banques de gènes. Ainsi, l'analyse morphologique a été utilisée par plusieurs chercheurs lors de leurs travaux, en appliquant des caractères qualitatifs, parmi lesquels ceux de Yirga et Tsegay (2013) qui ont pu caractériser des génotypes de pois en utilisant des caractères liés à la couleur de la fleur et à la forme de la graine.

L'évaluation qualitative et quantitative des caractères offre la possibilité de choisir et d'inclure les accessions les plus adaptées lors des futurs travaux de sélection ou de conservation (Stoilova *et al.*, 2013). Les caractères morphologiques et physiologiques, bien que soumis à l'influence des facteurs du milieu, fournissent des informations utiles pour décrire et identifier le matériel biologique (Araar, 2012).

Des différences significatives sont constatées lors de l'analyse de la variance chez tous les paramètres étudiés, ce qui concorde avec les résultats de nombreux travaux effectués sur différentes accessions de pois, en utilisant les mêmes paramètres (Gatti *et al.*, 2011 ; Khan *et*

*al.*, 2013 ; Wani *et al.*, 2013 ; Gixhari *et al.*, 2014 ; Kumar *et al.*, 2015 ; Sayar et Han, 2016). Ceci indique la présence d'une variabilité génétique très importante au sein des génotypes étudiés. Cette diversité peut être utilisée comme une source potentielle de diversité pour l'amélioration végétale (Rahal-Bouziane, 2016).

Les paramètres phénologiques sont l'apparition de la première fleur, la pleine floraison et l'apparition de la première gousse. L'apparition de la première fleur et la pleine floraison sont des caractères qui dépendent fortement de l'environnement (Solberg *et al.*, 2015 ; Sayar et Han, 2016). Le nombre de jours séparant le semis de l'apparition de la première fleur peut être légèrement réduit en période de sécheresse, un peu plus long en année humide (Trébuchet *et al.*, 1953). Selon Solberg *et al.* (2015) la floraison est dite très tardive lorsque la période entre le semis et l'apparition de la première fleur excède 60 jours. Ainsi, tous les génotypes ayant fait l'objet de notre étude sont très tardifs (avec des valeurs variant entre 71 et 134.33 jours pour les quatre types de pois : fourrager, potager, protéagineux et Mange tout et pour les deux années d'expérimentation) à l'exception de trois génotypes à savoir 52 536, 52 540 et Merveille de kelvedon qui manifestent une précocité remarquable par rapport aux autres génotypes (avec des moyennes respectives des deux années de 48.5, 49.5 et 57 jours). Parallèlement, les génotypes de pois étudiés par Gatti *et al.* (2011) sont très tardifs avec une moyenne de 105.64 jours. Aussi, une évaluation effectuée sur 153 accessions de pois a révélé une durée moyenne de 76.40 jours pour l'apparition de la première fleur (Ali *et al.*, 2007).

Selon Trébuchet *et al.* (1953), la première fleur (premier étage florifère) apparaît vers le 5<sup>ème</sup> – 10<sup>ème</sup> nœud chez les variétés très précoces, et vers le 20<sup>ème</sup> – 25<sup>ème</sup> nœud chez les plus tardives. En effet, les deux génotypes de pois potager 52 536 et 52 540 qui sont les plus précoces affichent des moyennes respectives de 8.26 et 8.33 durant la première année et de 8.20 et 10.73 durant la deuxième année d'expérimentation.

Le nombre de grains par gousse, le poids de 100 grains et la longueur de la gousse sont des caractères revêtant un intérêt agronomique certain. A cet effet, ils ont été évalués et analysés lors de plusieurs travaux (Achakzai et Bangulzai, 2006 ; Ali *et al.*, 2007 ; Khan *et al.*, 2013). Les études ont montré que la sélection basée sur une longueur de gousse importante et un nombre de grains par gousse élevé permettaient d'augmenter considérablement le rendement (Karayel et Bozoglu, 2015 ; Kumar *et al.*, 2015). Une variété est jugée prometteuse lorsque le nombre de graines par gousse est supérieur à 7 (IIPRK, 2009). Le génotype 64 350 offre un nombre de grains par gousse important par rapport aux autres génotypes (9.88 graine durant la première année et 10 graines à la deuxième année). Par ailleurs, des valeurs de 3.2 à 5.16 graines par gousse ont été obtenues par Anderson et White (1974), de 2.2 à 8 par Ali *et al.* (2007) et de 5.67 à 7.33 par Rafiul Alam Khan *et al.* (2017) chez des génotypes de pois.

Chez le pois fourrager, le poids de 100 graines est de 12.02 g durant la première année d'expérimentation et de 12.92 g pendant la deuxième année. Signalons que, Kumar *et al.* (2017) ont obtenus un poids de 100 graines de 13.32 g chez des génotypes de pois.

Des corrélations significatives ont été décelées entre différents paramètres étudiés. Ce qui peut être très avantageux pour les travaux de sélection. Des résultats similaires ont été notés par plusieurs auteurs sur le pois et le *Lathyrus* (Avci et Ceyhan, 2006 ; Basaran *et al.*, 2012 ; Basaran *et al.*, 2013 ; Rafiul Alam Khan *et al.*, 2017).

En outre, l'analyse des corrélations nous a permis de constater une différence majeure entre le pois fourrager et le pois potager. Les corrélations entre l'apparition de la première fleur et les quatre paramètres : longueur de la stipule, largeur de la stipule, longueur du pétiole et

longueur du pédoncule sont négatives chez le pois fourrager alors qu'elles sont positives chez le pois potager. Aussi, des corrélations positives et significatives entre le nombre de graines par gousse et la longueur de la gousse sont observées chez le pois fourrager et le pois potager durant la première année. Ainsi que chez le pois Mange tout ce qui concorde avec les résultats de Ramzan *et al.* (2014).

En ce qui concerne, l'analyse en composantes principales, trois axes traduisent la plus grande part de variabilité durant la première année (80.90% de la variance est exprimés par le premier axe chez le pois fourrager, 83.99% pour le pois potager et 99.99% pour le pois protéagineux). En revanche, la variance est expliquée par seulement deux axes pendant la deuxième année d'expérimentation avec des pourcentage de variance de 72.66% chez le pois fourrager, 77.78 % pour le pois potager, 92.05 % chez le pois protéagineux et 100 % chez le pois mange tout. Dans le travail d'Esposito *et al.* (2007), les deux premiers axes expliquaient 67.7 % de la variabilité durant la première année d'expérimentation et 69.8% pendant la seconde année.

Un certain nombre de paramètres étudiés sont responsables d'une importante part de variance. Par exemple, chez le pois mange tout, les paramètres ayant participé le plus à la variabilité sont : la hauteur du plant, l'apparition de la première fleur, l'apparition de la première gousse, le premier étage florifère, la largeur de la stipule, le nombre de grains par gousse, la longueur, et la largeur de la gousse, la longueur et la largeur de la graine. Ceci rejoint les résultats de nombreux travaux. Esposito *et al.* (2007) lors de leurs études indiquent que, la pleine floraison, la largeur de la stipule, la longueur et la largeur de la gousse expliquent une part importante de la variabilité. De même que, l'étude effectuée par Umar *et al.* (2014) sur des génotypes de pois issus d'origines différentes montre que les deux paramètres longueur et largeur de la gousse sont associés au premier axe qui traduit 40.29 % de la variabilité. De la Rosa et Martin (2001) ont révélé l'existence d'une corrélation entre les trois premiers axes (qui expriment 54.96 % de la variabilité) et les paramètres suivants : hauteur du plant, apparition de la première fleur, pleine floraison, largeur de la gousse, longueur et largeur de la graine et cela chez des génotypes de *Lathyrus*.

Les génotypes de pois fourrager sont dispersés dans trois groupes différents durant les deux années. Alors que les génotypes de pois potager se répartissent en quatre groupes pendant la première année et en trois groupes à la deuxième année d'expérimentation. En ce qui concerne le pois protéagineux et le pois mange tout, les génotypes sont éloignés les uns des autres ne pouvant pas se réunir en groupes, ceci s'explique par des caractéristiques différentes entre les génotypes. Ces résultats concordent avec ceux de plusieurs auteurs où les génotypes analysés se regroupent en deux, trois ou quatre groupes différents. Ainsi, El Fatehi *et al.* (2014) et Iqbal *et al.* (2017) ont obtenu quatre groupes lors de leur recherche sur des génotypes de gesse marocains et des lignées pois. Trois groupes sont observés chez des génotypes italiens de lentilles (D'Andrea, 2011). Par ailleurs, trois groupes différents ont été observés lors de travaux réalisés sur des génotypes de pois (Ghixari *et al.*, 2014 ; Georgieva *et al.*, 2016).

52 536 et 52 540 font partie du même groupe durant les deux années d'expérimentation. Cela peut s'expliquer par leurs lieux de collecte qui sont très rapprochés (région de Souk Ahras).

**5- Résultats de la troisième année d'expérimentation**

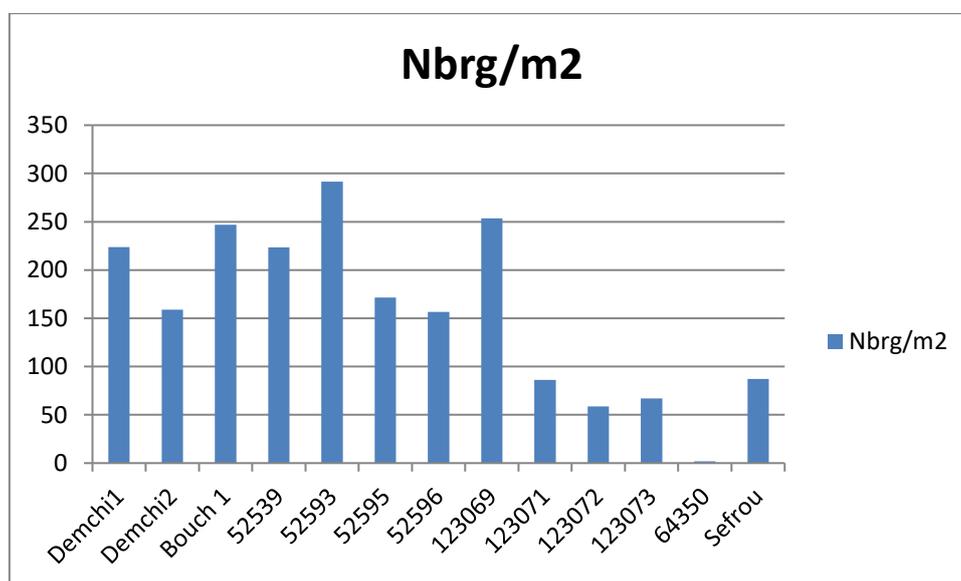
**5-1- Résultats de la troisième année chez le pois fourrager**

L'analyse de la variance a révélé des différences très hautement significatives pour les trois paramètres : nombre des gousses par m<sup>2</sup>, poids des gousses par m<sup>2</sup>, et poids de la matière fraîche par m<sup>2</sup> (Tab. 40).

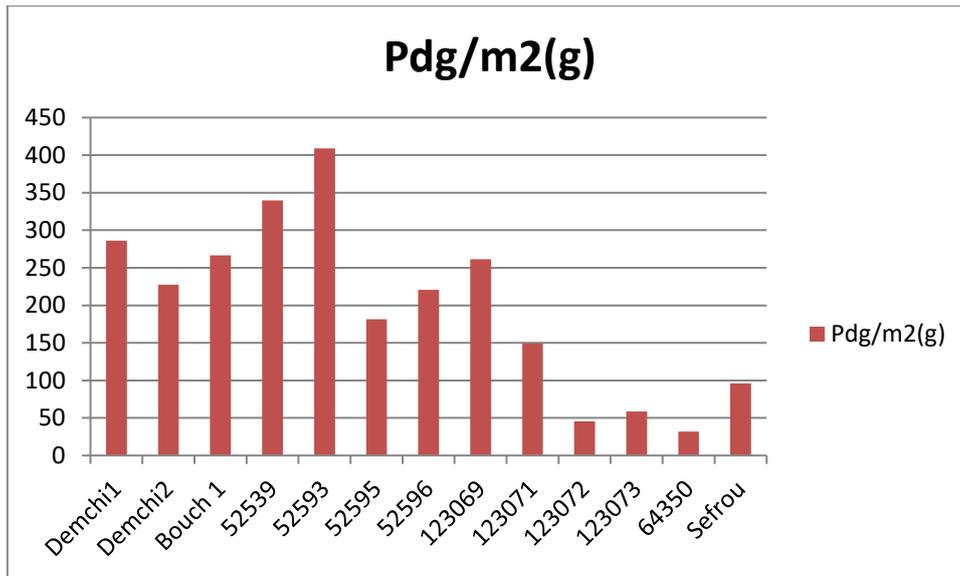
**Tab. 40** : Les résultats de l'analyse de la variance chez le pois fourrager durant la troisième année

	Moyenne ± Et	Minimum	Maximum	CV	P (génotype)
<b>Nbrg/m<sup>2</sup></b>	153.52±101.96	2	360	66.40	<0.0001***
<b>Pdg/m<sup>2</sup> (g)</b>	196.14±139.84	32	554.67	71.30	0.0008***
<b>Pmt/m<sup>2</sup> (g)</b>	832.47±517.93	112	2090.66	62.20	<0.0001***

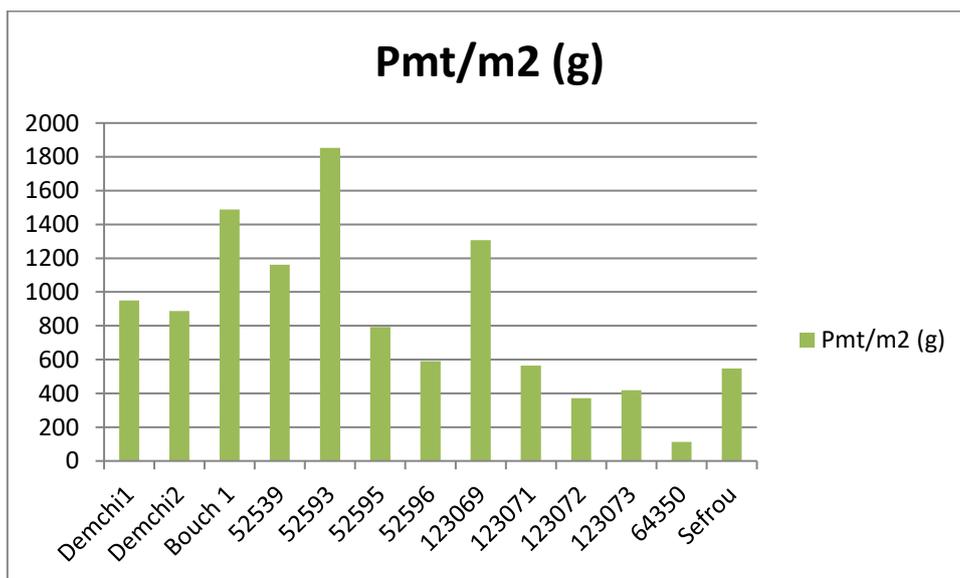
Le génotype 52 593 offre les meilleurs rendements en gousse (Fig. 13 et 14) et en matière fraîche (Fig. 15), (le nombre de gousses par m<sup>2</sup> est de 291.66 g, le poids des gousses par m<sup>2</sup> est de 408.89 g et le poids de la matière fraîche par m<sup>2</sup> est de 1852.44 g). A titre de comparaison, Sefrou fournit un nombre de gousse par m<sup>2</sup> de 87.00, un poids des gousses par m<sup>2</sup> de 96.00 g et un poids de la matière fraîche par m<sup>2</sup> de 547.55 g (Tab. 41).



**Fig 13.** Histogramme du nombre de gousses par m<sup>2</sup> chez le pois fourrager.



**Fig 14.** Histogramme du poids des gousses par m<sup>2</sup> chez le pois fourrager.



**Fig 15.** Histogramme du poids de la matière fraîche par m<sup>2</sup> chez le pois fourrager.

**Tab. 41** : Les moyennes chez les génotypes de pois fourrager durant la troisième année

	<b>Demchi1</b>	<b>Demchi2</b>	<b>Bouch 1</b>	<b>52539</b>	<b>52593</b>	<b>52595</b>	<b>52596</b>	<b>123069</b>	<b>123071</b>	<b>123072</b>	<b>123073</b>	<b>64350</b>	<b>Sefrou</b>
<b>Nbrg/m<sup>2</sup></b>	223.66de	159bcd	247de	223.33de	291.66 <sup>e</sup>	171.33cd	156.66bcd	253.33de	86.33abc	58.66ab	67.00abc	2.00a	87.00a
<b>Pdg/m<sup>2</sup>(g)</b>	286.22cde	227.55bcd	266.66cde	339.55de	408.89 <sup>e</sup>	181.33abcd	220.44bcd	261.33cde	149.33abc	45.33a	58.66a	32.00a	96.00ab
<b>Pmt/m<sup>2</sup>(g)</b>	949.10cde	887.11cd	1487.99fg	1160.88def	1852.44g	792.88bcd	590.22bc	1306.66ef	563.55bc	370.66ab	419.55ab	112.00a	547.55bc

Une corrélation positive est significative est constatée entre les trois paramètres étudiés : nombre de gousses par m<sup>2</sup>, poids des gousses par m<sup>2</sup> et poids de la matière fraîche par m<sup>2</sup> (Tab 42).

**Tab. 42 :** La corrélation entre les variables chez le pois fourrager.

	<b>Nbrg/m<sup>2</sup></b>	<b>Pdg/m<sup>2</sup></b>
<b>Nbrg/m<sup>2</sup></b>	1.00	
<b>Pdg/m<sup>2</sup></b>	0.935**	1.00
<b>Pmt/m<sup>2</sup></b>	0.927**	0.888**

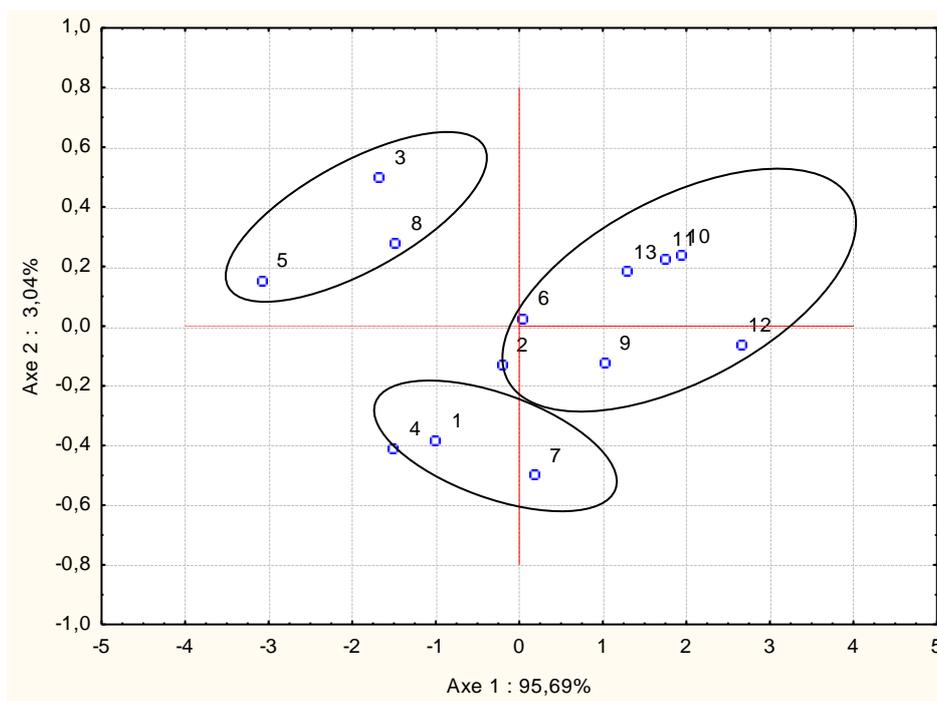
**Ddl=36     $\alpha : 0.10=0.2714$      $\alpha : 0.05=0.3208$**

L'analyse en composantes principales montre que la variabilité est expliquée par un seul axe à 95.78 % (Tab. 43). Aussi, les trois paramètres étudiés sont négativement corrélés à ce dernier.

**Tab. 43 :** Analyse en composante principale (ACP) sur 13 génotypes de pois fourrager (3<sup>ème</sup> année).

<b>Paramètres</b>	<b>ACP1</b>	<b>ACP 2</b>
<b>Valeurs propres</b>	2.87	0.09
<b>% de variance</b>	95.78	3.04
<b>% Cumulatif</b>	95.78	98.82
<b>Caractères</b>	<b>Coordonnées des variables</b>	
<b>Nbrg/m<sup>2</sup></b>	-0.988	-0.003
<b>Pdg/m<sup>2</sup></b>	-0.973	0.215
<b>Pmt/m<sub>2</sub></b>	-0.974	-0.211

**La figure 16** divise les génotypes en trois grands groupes, le premier groupe comporte les génotypes Bouch 1, 52 593 et 123 069 dont le nombre de gousses par m<sup>2</sup> et le poids de la matière fraîche sont les plus élevés, le second groupe comprend les génotypes demchi1, 52 539 et 52 596 et le troisième regroupe les génotypes demchi2, 123 071, 123 072, 123 073, 64 350, 52 595 et Sefrou qui ont de faibles rendements en gousses et en matière fraîche.



**Fig 16 :** Projection des individus de pois fourrager durant la 3<sup>ème</sup> année

### 5-2- Résultats de la troisième année chez le pois potager

Les différences obtenues par l'analyse de la variance sont significatives pour les deux paramètres étudiées à savoir : le nombre de gousses par plant et le poids des gousses par plant (**Tab. 44**).

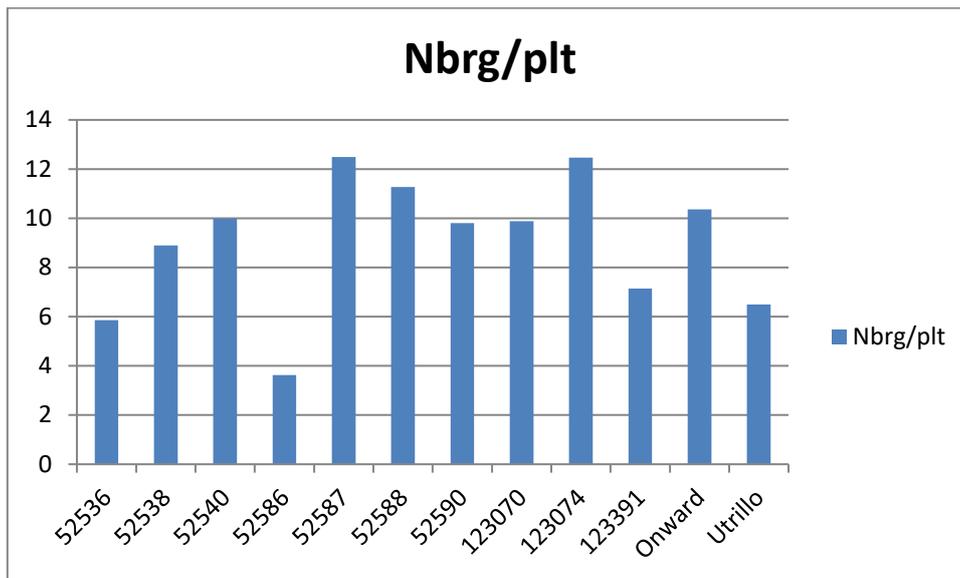
**Tab. 44 :** Les résultats de l'analyse de la variance chez le pois potager durant la troisième année.

	Moyenne ± Et	Minimum	Maximum	CV	P (génotype)
<b>Nbrg/plt</b>	9.02±3.50	3.63	19.56	38.90	0.0184*
<b>Pdg/plt (g)</b>	9.78±4.67	3.88	21.45	47.80	0.0193*

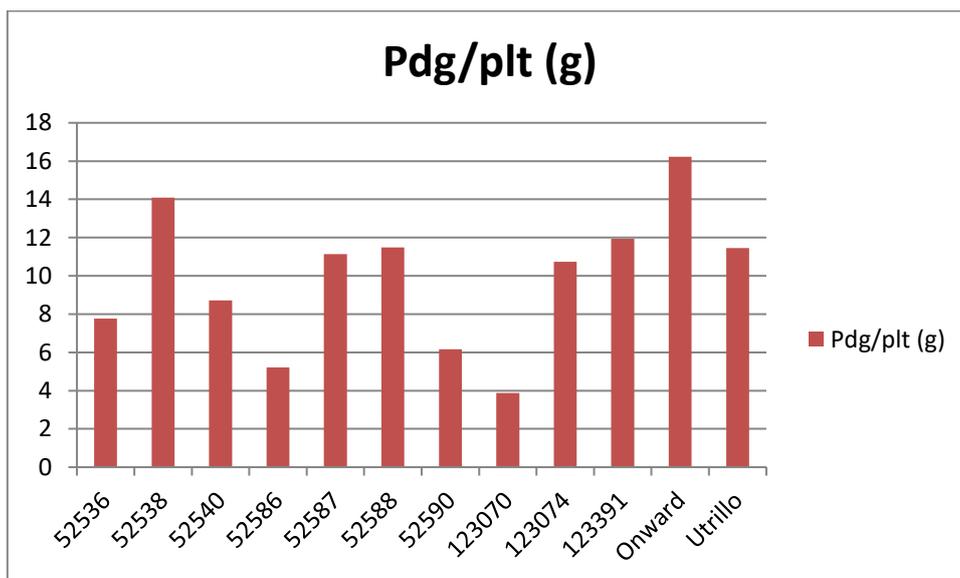
Les deux génotypes 52 587 et 123 074 ont le nombre de gousses par plant le plus élevé (**Fig. 17**), avec des valeurs respectives de 12.49 et 12.47 gousses/plant (**Tab. 45**). Par ailleurs, Onward possède le poids des gousses le plus élevé (16.23 g) (**Fig. 18**), ceci peut s'expliquer par une grosseur de la gousse importante chez ce génotype par rapport aux autres.

**Tab. 45** : Les moyennes des différents géotypes de pois potager

	<b>52536</b>	<b>52538</b>	<b>52540</b>	<b>52586</b>	<b>52587</b>	<b>52588</b>	<b>52590</b>	<b>123070</b>	<b>123074</b>	<b>123391</b>	<b>Onward</b>	<b>Utrillo</b>
<b>Nbrg/plt</b>	5.86ab	8.90abcd	9.98bcd	3.63a	12.49d	11.27cd	9.80bcd	9.88bcd	12.47d	7.14abc	10.36bcd	6.50abc
<b>Pdg/plt (g)</b>	7.77abcd	14.09de	8.72abcd	5.22ab	11.14bcde	11.48bcde	6.16abc	3.88a	10.73bcde	11.94cde	16.23e	11.45bcde



**Fig 17.** Histogramme du nombre de gousses par plant chez le pois potager.



**Fig 18.** Histogramme du poids des gousses par plant chez le pois potager.

D'après le **tableau 46**, Les deux paramètres, nombre de gousses par plant et poids des gousses par plant affichent des corrélations significatives et positives entre eux.

**Tab. 46 :** Les corrélations chez le pois potager.

	<b>Nbrg/plt</b>
<b>Nbrg/plt</b>	1.00
<b>Pdg/plt</b>	0.504**

Ddl=32      $\alpha : 0.10=0.2876$       $\alpha : 0.05=0.3394$

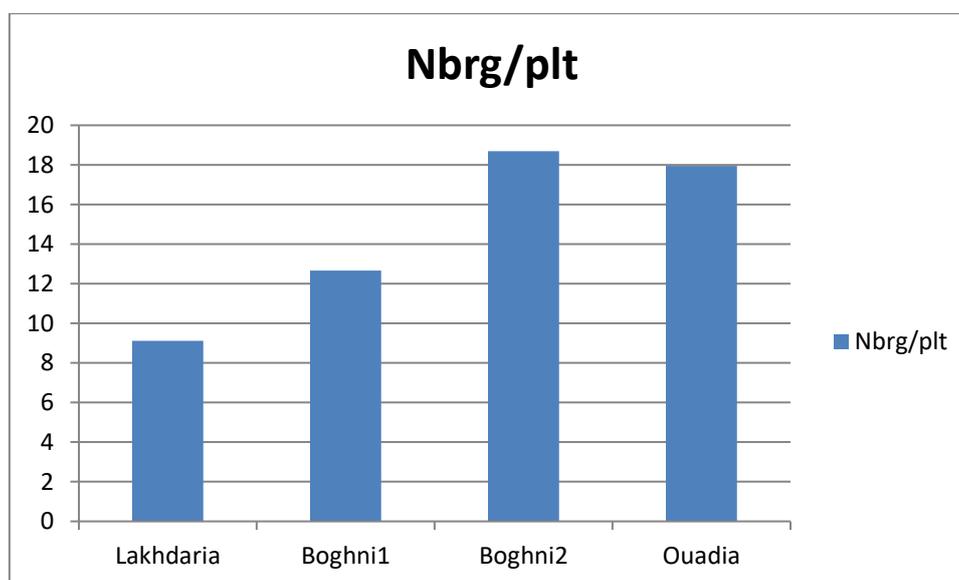
**5-3- Résultats de la troisième année chez le pois Mange tout**

L'analyse de la variance ne révèle aucune différence significative entre les génotypes pour les deux paramètres étudiés chez le pois mange tout (**Tab. 47**).

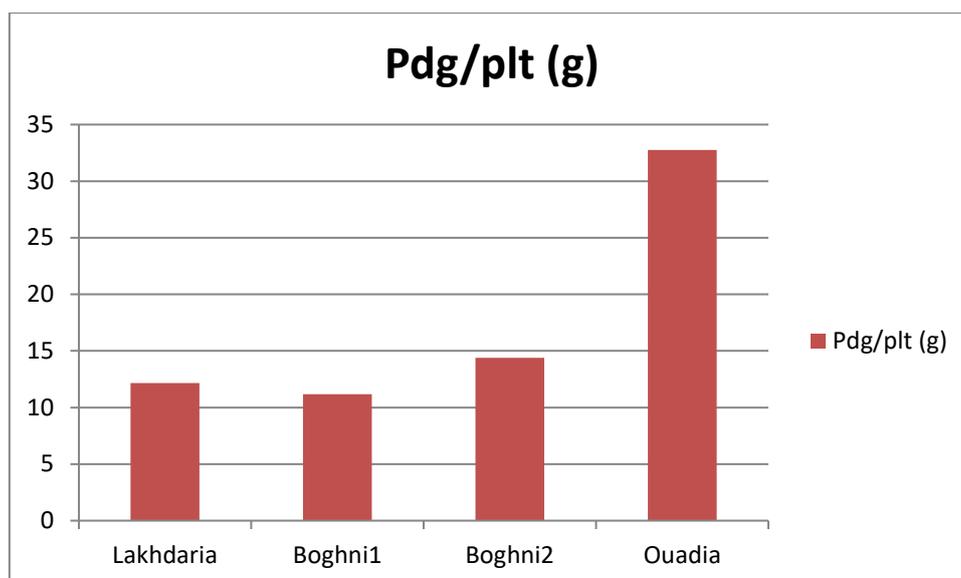
**Tab. 47 :** Les résultats de l'analyse de la variance chez le pois mange tout durant la troisième année.

	<b>Moyenne ± Et</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>CV</b>	<b>P (génotype)</b>
<b>Nbrg/plt</b>	14.60±7.92	5.13	31.66	54.30	0.4498 NS
<b>Pdg/plt (g)</b>	17.62±21.66	4.53	84.16	122.90	0.6399 NS

Boghni 2 possède le nombre de gousses le plus important (**Fig. 19**), et Ouadia affiche le poids des gousses le plus élevé en comparaison aux autres génotypes (**Fig. 20**). Le test de Fisher ne met pas en évidence des groupes différents (**Tab. 48**), ceci rejoint les résultats de l'analyse de la variance qui sont non significatifs. L'analyse en composantes principales ne peut être effectuée du moment que, deux paramètres seulement sont disponibles.



**Fig 19.** Histogramme du nombre de gousses par plant chez le pois mange tout.



**Fig 20.** Histogramme du poids des gousses par plant chez le pois mange tout.

**Tab. 48 :** Les moyennes des géotypes de pois mange tout.

	Lakhdaria	Boghni1	Boghni2	Ouadia
<b>Nbrg/plt</b>	9.11a	12.66a	18.69a	17.95a
<b>Pdg/plt (g)</b>	12.17a	11.18a	14.38a	32.76a

Les deux paramètres étudiés sont positivement et significativement corrélés entre eux (**Tab. 49**).

**Tab. 49.** les corrélations entre les différents paramètres chez le pois mange tout.

	<b>Nbrg/plt</b>
<b>Nbrg/plt</b>	1.00
<b>Pdg/plt</b>	0.801**

**Ddl = 10       $\alpha : 0.10 = 0.497$        $\alpha : 0.05 = 0.576$**

#### 5-4- Discussion

L'analyse de la variance a décelé des différences significatives pour le pois fourrager et le pois potager pour les paramètres : nombre de gousses par m<sup>2</sup>, poids des gousses par m<sup>2</sup> et poids de la matière fraîche par m<sup>2</sup>, ce qui concorde avec les résultats de El fatehi *et al.* (2014), Ramzan *et al.* (2014), Kumar *et al.* (2015), Bashir *et al.* (2017), Rafiul Alam Khan *et al.* (2017), pour les mêmes paramètres sur le pois et la vesce. Cette importante diversité est un grand réservoir génétique pour les travaux d'amélioration et de sélection. Concernant le pois mange tout, l'analyse de la variance n'a montré aucune différence significative pour les paramètres étudiés.

En ce qui concerne le pois fourrager, le géotype 52 593 offre les meilleurs rendements en gousse et en matière fraîche, (le nombre de gousses par m<sup>2</sup> est de 291.66, le poids des gousses par m<sup>2</sup> est de 408.89 g et le poids de la matière fraîche par m<sup>2</sup> est de 1852.44 g), ces résultats concordent avec ceux obtenus par Wozniak *et al.* (2010) qui ont étudiés le rendement en

gousses sur des géotypes de pois et ont obtenu des valeurs variant entre 243 et 320 gousses par m<sup>2</sup>.

Au sujet du pois potager, les deux géotypes 52 587 et 123 074 ont le nombre de gousses par plant le plus élevé, avec des valeurs respectives de 12.49 et 12.47 gousses/plant.

Le nombre de gousses par plant est une importante composante de rendement (Sibhatu *et al.*, 2016), ayant un intérêt particulier lors de travaux d'amélioration, car ce caractère présente un degré de diversité considérable (Ali *et al.*, 2007). Les sélectionneurs donnent une importance capitale à ce caractère du fait qu'il peut améliorer nettement le rendement.

Aussi, Khan *et al.* (2013) affirment que le nombre de gousses par plant est lié à la vigueur et à la taille du plant, (les variétés vigoureuses donnent les rendements en gousses les plus conséquent) et à l'environnement (Ceyhan et Avci, 2015).

D'après Munakamwe *et al.* (2012), le nombre de plants par m<sup>2</sup> affecte significativement le nombre de gousses par plant. Ainsi, une densité de 50 plants par m<sup>2</sup> donne un rendement de 13.42 gousses/ plant, alors qu'une densité de 400 plants/m<sup>2</sup> donne un rendement de 3.37 gousses/plant. Une autre étude réalisée par Achakzai et Bangulzai (2006) a trouvé que chez le pois, le nombre de gousses par plant varie entre 12.84 et 20.65 en fonction de la quantité de fertilisant apporté.

Une corrélation positive est significative est constatée entre les deux paramètres nombre de gousses par m<sup>2</sup> et poids des gousses par m<sup>2</sup>, le même résultat est indiqué par Bashir *et al.* (2017).

## **Conclusion générale et perspectives**

L'objectif du travail effectué a été d'analyser la diversité agro-morphologique au sein de quelques géotypes de pois (*Pisum sativum* L.). Pour cela des paramètres qualitatifs et des paramètres quantitatifs ont été étudiés. L'analyse quantitative a englobé des paramètres morphologiques, phénologiques et des paramètres de rendement.

Les paramètres qualitatifs ont permis de révéler une variabilité importante au sein des géotypes étudiés. La fleur chez le pois protéagineux et le pois potager est blanche par contre chez les deux autres types de pois (fourrager et mange tout) la fleur est colorée. Chez le pois fourrager, la couleur varie entre le Mauve et le rose pour l'étendard et entre le pourpre et le mauve pour les ailes, avec différentes intensités de couleurs. Les géotypes de pois fourrager et de pois mange tout sont les seuls à présenter des taches anthocyaniques sur les feuilles et les stipules. La majorité des géotypes étudiés présentent des dentelures sur les folioles. La collerette rouge à la base de la stipule n'existe guère dans les géotypes de pois potager et de pois protéagineux. Cependant, elle est présente dans certains géotypes de pois fourrager et chez tous les géotypes de pois mange tout. La couleur du feuillage varie entre le vert-jaune et le vert pour tous les géotypes, excepté chez les deux géotypes 52 536 et 52 540 qui présentent une couleur vert-bleu.

Les graines de pois fourrager sont toutes elliptiques, lisses et de couleur verte pouvant être simple ou tacheté, sauf pour le géotype 64 350 qui présentent une couleur particulière (brun foncé). Les géotypes de pois potager possèdent des graines elliptiques ou anguleuses, lisses ou ridées, vertes ou vert-jaune, et elles sont toutes dépourvues de taches. Les graines de pois mange-tout quant à elles, sont elliptiques et lisses. Cependant, deux géotypes sont de couleur orange-brunâtre et deux de couleur verte.

En ce qui concerne les paramètres quantitatifs, des différences significatives sont constatées lors de l'analyse de la variance chez tous les paramètres morphologiques et phénologiques. Pour les paramètres liés au rendement, l'analyse de la variance a décelé des différences significatives chez le pois fourrager et le pois potager pour les paramètres : nombre de gousses par m<sup>2</sup>, poids des gousses par m<sup>2</sup> et poids de la matière fraîche par m<sup>2</sup>. Ceci indique la présence d'une variabilité génétique très importante au sein des géotypes étudiés. Cette diversité est très importante pour les travaux d'amélioration végétale. Concernant le pois mange tout, l'analyse de la variance n'a montré aucune différence significative pour les paramètres de rendement.

Les paramètres phénologiques sont l'apparition de la première fleur, la pleine floraison et l'apparition de la première gousse. La période séparant le semis de l'apparition de la première fleur varie entre 71 et 134.33 jours pour les quatre types de pois : fourrager, potager, protéagineux et Mange tout (pour les deux années d'expérimentation) à l'exception de trois géotypes à savoir 52 536, 52 540 et Merveille de kelvedon qui manifestent une précocité remarquable par rapport aux autres géotypes (avec des moyennes respectives des deux années de 48.5, 49.5 et 57 jours). Le paramètre premier étage florifère est un paramètre déterminant la précocité. En effet, les deux géotypes de pois potager 52 536 et 52 540 qui sont les plus précoces affichent des moyennes respectives de 8.26 et 8.33 durant la première année et de 8.20 et 10.73 durant la deuxième année d'expérimentation (qui sont les étages les plus bas en comparaison avec les autres géotypes).

Le nombre de grains par gousse, le poids de 100 grains et la longueur de la gousse sont des caractères revêtant un intérêt agronomique certain car ils peuvent affecter le rendement. Le

génotype 64 350 offre un nombre de grains par gousse important par rapport aux autres génotypes (9.88 graines durant la première année et 10 graines à la deuxième année).

En ce qui concerne les paramètres de rendement, le génotype 52 593 offre les meilleurs rendements en gousse et en matière fraîche, (le nombre de gousses par m<sup>2</sup> est de 291.66, le poids des gousses par m<sup>2</sup> est de 408.89 g et le poids de la matière fraîche par m<sup>2</sup> est de 1852.44 g) et cela chez le pois fourrager.

Au sujet du pois potager, les deux génotypes 52 587 et 123 074 ont le nombre de gousses par plant le plus élevé, avec des valeurs respectives de 12.49 et 12.47 gousses/plant.

Des corrélations significatives ont été décelées entre différents paramètres morphologiques et phénologiques. Ce qui peut être très avantageux pour les travaux de sélection.

En outre, l'analyse des corrélations nous a permis de constater une différence majeure entre le pois fourrager et le pois potager. Les corrélations entre l'apparition de la première fleur et les quatre paramètres : longueur de la stipule, largeur de la stipule, longueur du pétiole et longueur du pédoncule, sont négatives chez le pois fourrager alors qu'elles sont positives chez le pois potager. Aussi, des corrélations positives et significatives entre le nombre de graines par gousse et la longueur de la gousse sont observées chez le pois fourrager et le pois potager durant la première année. Ainsi que chez le pois Mange tout.

Une corrélation positive est significative est constatée entre les deux paramètres nombre de gousses par m<sup>2</sup> et poids des gousses par m<sup>2</sup>

En ce qui concerne, l'analyse en composantes principales, trois axes traduisent la plus grande part de variabilité durant la première année (80.90% de la variance est exprimés par le premier axe chez le pois fourrager, 83.99% pour le pois potager et 99.99% pour le pois protéagineux). En revanche, la variance est expliquée par deux axes pendant la deuxième année d'expérimentation avec des pourcentage de variance de 72.66% chez le pois fourrager, 77.78 % pour le pois potager, 92.05 % chez le pois protéagineux et 100 % chez le pois mange tout.

Un certain nombre de paramètres étudiés sont responsables d'une importante part de variance. Par exemple, chez le pois mange tout, les paramètres ayant participé le plus à la variabilité sont : la hauteur du plant, l'apparition de la première fleur, l'apparition de la première gousse, le premier étage florifère, la largeur de la stipule, le nombre de grains par gousse, la longueur de la gousse, la largeur de la gousse, la longueur et la largeur de la graine.

Les génotypes de pois fourrager sont dispersés dans trois groupes différents durant les deux années. Alors que les génotypes de pois potager se répartissent en quatre groupes pendant la première année et en trois groupes à la deuxième année d'expérimentation. En ce qui concerne le pois protéagineux et le pois mange tout, les génotypes sont éloignés les uns des autres ne pouvant pas se réunir en groupes, ceci s'explique par des caractéristiques différentes entre les génotypes.

52 536 et 52 540 font partie du même groupe durant les deux années d'expérimentation. Cela peut s'expliquer par leurs lieux de collecte qui sont très rapprochés (région de Souk Ahras).

A l'issue de cette recherche, une publication a pu être effectuée dans une revue internationale (Ouafi *et al.*, 2016). A travers ce travail, nous avons constaté qu'il existe des génotypes de

pois en Algérie, dont la majeure partie est détenue chez des agriculteurs cultivant des parcelles de petites dimensions. Il est donc nécessaire de faire des prospections et des collectes de nouveaux génotypes. De les évaluer afin de détecter des caractères qui pourraient s'avérer avantageux pour notre agriculture.

Certains caractères intéressants comme dans le cas du génotype 64 350, qui possède un nombre de grains par gousses élevé, pourraient être exploités lors des travaux d'amélioration, en vue d'augmenter les rendements. D'autres caractères peuvent aussi être bénéfiques, citons à titre d'exemple les deux génotypes 52 536 et 52 540 qui ont présenté une précocité remarquable.

D'autres aspects peuvent être étudiés dans le futur, pour les mêmes génotypes qui ont fait l'objet de notre travail. Ainsi, les analyses fourragères des génotypes de pois fourrager peuvent nous renseigner sur la qualité du fourrage. Aussi, une caractérisation moléculaire devra être effectuée, pour une meilleure connaissance des génotypes étudiés.

**Références bibliographiques**

1. Abdelguerfi A., Laouar M., M'hammedi Bouzina M., 2008. Les productions fourragères et pastorales en Algérie : situation et possibilités d'amélioration. Revue semestrielle 'Agriculture et développement' (INVA, Alger), n° 6 : 14-25.
2. Abdelkefi A. et Marrakchi M., 2000. Les ressources phylogénétiques fourragères et pastorale : de l'érosion à la conservation. *Cahier option méditerranéenne*, n° 45 : 15-17.
3. Achakzai A.K. et Bangulzai M.I., 2006. Effect of various levels of nitrogen fertilizer on the yield and yield attributes of pea (*Pisum sativum* L.) cultivars. *Pak. J. Bot* 38 (2) 331-340.
4. Agri-bio., 2016. Les légumineuses pour apporter de l'azote dans la rotation. Document issu du projet Agri-Bio : de la connaissance à la performance. 2p.
5. Ali Z., Qureshi A.S., Ali W., Gulzar H., Nisar M., Ghafoor A., 2007. Evaluation of genetic diversity present in pea (*Pisum sativum* L.) germplasm based on morphological traits, resistance to powdery mildew and molecular characteristics. *Pakistan Journal of Botany* 39 (7) 2739-2747.
6. Al Fatehi S., Béna G., Filali Maltouf A., Ater M., 2014. Variation in yield component, phenology and morphological traits among Moroccan Bitter vetch landraces *Vicia ervilia* L. Wild. *African Journal of Agricultural research* 9(23): 1801-1809.
7. Anderson J.A.D. et White J.G.H., 1974. Yield of green peas. *New Zeland Journal of Experimental Agriculture* 2 (2): 165-171.
8. Araar H., 2012. Ressources phylogénétiques légumières en Algérie : diversité et répartition territoriale. Caractérisation et évaluation de la diversité agromorphologique de six populations de navet « Saidi » de Sétif. Mémoire de Magister, ENSA-El Harrach. 126 p.
9. Arbouche H., Arbouche Y., Arbouche F., Arbouche R., 2011. Valorisation de quelques variétés d'avoine cultivées en Algérie pour l'alimentation des ruminants. *Livestock research for rural development* 23 (4). <http://www.lrrd.org/lrrd23/4/arbo23089.htm>.
10. Ater M. et Hmimsa Y., 2008. Agriculture traditionnelle et agro diversité dans le bassin versant de l'oued Laou. *Travaux de l'institut scientifique*, Rabat, série générale n° 5 : 107-115.
11. ARVALIS., 2010. Les légumineuses : comment ça fonctionne ? 8p. <http://www.afpf-asso.fr/files/fichiers/legumineuse-imprimeur.pdf>
12. Avci M.A. et Ceyhan E., 2006. Correlations and genetic analysis of pod characteristics in Pea (*Pisum sativum* L.). *Asian Journal of Plant Sciences* 5(1): 1-4.
13. Basaran U., Mut H., Onal Asci O., Gulumser E., Acar Z., Ayan I., 2012. Variation in seed yield and morphological traits in Turkish grass pea (*Lathyrus sativus*) genotypes. In : Acar Z. (ed.), López-Fran cos A. (ed.), Porqueddu C. (ed.). *New approaches for grassland research in a context of climate and socio-economic changes*. Zaragoza: CIHEAM, 2012. 145-148 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 1 02)
14. Basaran U., Acar Z., Karacan M., Onar A.N., 2013. Variation and correlation of morpho-agronomic traits and biochemical contents (protein and b-odap) in turkish grass pea (*Lathyrus sativus* L.) landraces. *Turkish Journal of Field Crops* 18 (2): 166-173.
15. Bashir I., Ishtiaq S., Fiaz S., Sajjad M., 2017. Association of yield attributing traits in pea (*Pisum sativus* L.) germplasm. *Banat's Journal of Biotechnology* 8 (15): 43-49.
16. BATTANDIER J.A. et TRABUT L., 1888. Flore de l'Algérie. Ed librairie F Savy Paris. 825p.
17. Bazile D. et Coulibaly E.M., 2011. Droit des agriculteurs sur leurs semences : le long chemin entre la conservation *in et ex situ*. *Grain de sel* n°52-53 : 15-17.

18. Belaid D., 2018. Algérie : Autosuffisance en légumes secs. *Collections brochures agronomiques*. [www.djamel-belaid.fr/app/download/.../DossierlégumesSecs.pdf](http://www.djamel-belaid.fr/app/download/.../DossierlégumesSecs.pdf)
19. Benbrahim N. et Gaboun F., 2008. Amélioration et stabilisation des rendements du pois en graines et fourrages en zones semi-aride du Maroc. *Fourrages* 193 : 65-78.
20. Boyeldieu, J., 1991. Produire des grains oléagineux et protéagineux. Ed Tec\_&\_Doc Lavoisier-Paris. 256 p.
21. Cadot V. et Le Clerc V., 2010. Etude de la diversité des variétés inscrites au catalogue français des espèces agricole cultivées de 1950 à nos jours : exemple du pois et du maïs. *Le sélectionneur Français* vol 61 : 15-31.
22. Carouée B., Crépon K., Peyronnet C., 2003. Les protéagineux : intérêt dans les systèmes de production fourragers français et européens. *Fourrages* 174 : 163-182.
23. Cavenel B., 1966. Les variétés de vesces et pois fourragers. *Fourrages*, 27 : 26-35.
24. Ceyhan E. et Avci M.A., 2015. Determination of some agricultural characters of developed pea (*Pisum sativum* L.) lines. *International Journal of biological, biomolecular, agricultural, food and biotechnological engineering* 9 (12): 1167-1170.
25. Chaillet I., Burstin J., Duc G., Retailleau J. M., 2011. Potentiel de production protéique par les variétés de légumineuses à graines Carrefour européen des techniques agricoles bio et alternatives- ARVALIS/INRA. 11p.
26. Chaillet I., 2014. Progrès génétique du pois : de réelles avancées dans la sélection variétale. *Perspectives agricoles*, 417 : 32-34.
27. Champ M., Magrini M.B., Simon N., Le Guillou C., 2015. « Les légumineuses pour l'alimentation humaine : les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables ». Colloque légumineuses, INRA et CNRH- Nantes, 14 Décembre 2015.
28. Cousin R., 1996. Le pois variabilité, objectif de sélection. Inra station de génétique et d'amélioration des plantes-versailles. 6p. Disponible sur : [http://www7.inra.fr/lecourrier/wp-content/.../Sauve-qui-peut-n°8\\_Cousin.pdf](http://www7.inra.fr/lecourrier/wp-content/.../Sauve-qui-peut-n°8_Cousin.pdf)
29. CPS., 2009. *Pisum sativum* subsp. *biflorum* : étude de cas pour une espèce sauvage menacée apparentée à une espèce cultivée. Commission Suisse pour la Conservation des Plantes Cultivées. 14p.
30. Cupic T., Tucak M., Popovic S., Bolaric S., Grljusic S., Kozumplik V., 2009. Genetic diversity of pea (*Pisum sativum* L.) genotypes assessed by pedigree, morphological and molecular data. *Journal of food, Agriculture & environment* 7 (3&4) : 343-348.
31. D'Andrea P., 2011. Identification, collection and agro-morphological characterization of lentil (*Lens culinaris* M.) landraces of Molise. Tesi per il conseguimento del Dottorato. Universita Degli Studi Del Molise. 101 p.
32. Decruyenaere V., Rondia P., Wavreille J., 2016. Intérêt des légumineuses dans l'alimentation animale : vaches laitières et monogastriques. Quelle place pour les légumineuses en Wallonie ? Gembloux. 1p.
33. De la Rosa L. et Martin I., 2001. Morphological characterization of Spanish genetic resources of *Lathyrus sativus* L. *Lathyrus Lathyrism Newsletter* 2: 31-34.
34. Denhartigh C., Metayer N., Martin S., Scarsi F., Llaser S., Loquet M., Dameron V., 2015. Diagnostic des filières de légumineuses à destination de l'alimentation humaine en France. Intérêt environnemental et perspectives de développement. Réseau action climat France. 53p.
35. Desfontaines R., 1798. Flora atlantica : sive historia plantarum quae in atlante, agro tunetano et algeriensi crescunt. Ed LG Desgranges. 444p. Disponible sur : <http://www.biodiversitylibrary.org/item/7541#page/482/mode/1up>
36. Plucknett D.L., Smith N.J.H., Williams J.T., Anishetty N.M., 1990. Banques de gènes et alimentation mondiale. Ed INRA-Economica. 228p.

37. Doré C. et Varoquaux F., 2006. Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Ed INRA-Quae. 840p.
38. Duc G., 1996. Valeur alimentaire et usage des graines de légumineuses. *Sauve qui peut* n°8- INRA station de génétique et d'amélioration des plantes. 3p.
39. El Baghati H., 1995. La production des légumineuses alimentaires au Maroc. *El Awamia*, 9 : 77-82. <http://www.inra.org.ma/docs/awamia/article/08905.pdf>
40. Endres G., Forster R., Kandel H., Pasche J., Wunsch M., Knodel J., Hellevang K., 2016. Field pea production. North Dakota State University. 11p.
41. Esposito M.A., Milanese L.A., Martin E.A., Cravero V.P., Anido F.S.L., Cointry E.L., 2007. Principal component analysis based on morphological characters in pea (*Pisum sativum* L.). *International Journal of Plant Breeding* 1(2) : 135-137.
42. Etévé G., 1996. Recherches sur le pois protéagineux. *Sauve qui peut*, INRA France n°8. 2p.
43. FAO., 2004. Variétés de semences appropriées pour les agriculteurs à petite échelle.44p. <http://www.fao.org/3/a-i3768f.pdf>
44. FAO, 2006 Ressources phytogénétiques. Ne pas les utiliser, c'est les perdre. 2p. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/documents/CGRFA/factsheets\\_plant\\_fr.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/documents/CGRFA/factsheets_plant_fr.pdf)
45. FAO, 2007. Résumé du chapitre 1 de la FAO : l'état des ressources génétiques mondiales des plantes pour l'alimentation et l'agriculture. 14 p. [http://www.semencespaysannes.org/bdf/docs/resume\\_du\\_chapitre\\_1.pdf](http://www.semencespaysannes.org/bdf/docs/resume_du_chapitre_1.pdf)
46. FAO, 2011a. la FAO s'active pour stopper l'érosion génétique. Organisation des Nations Unis pour l'Alimentation et l'agriculture. [www.fao.org/news/story/fr/item/115615/icode/](http://www.fao.org/news/story/fr/item/115615/icode/)
47. FAO, 2011b. sauvegarder la biodiversité .commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Organisation des Nations Unis pour l'Alimentation et l'agriculture, 2p. [www.fao.org/docrep/014/am718f/am718f00.pdf](http://www.fao.org/docrep/014/am718f/am718f00.pdf)
48. FAO, 2014. Normes applicables aux banques de gènes : pour les ressources génétiques, pour l'alimentation et l'agriculture. 182p. <http://www.fao.org/3/a-i3704f.pdf>
49. FAO, 2016. Les avantages nutritionnels des légumineuses, 2p. [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/pulses-2016/docs/factsheets/Nutrition\\_FR\\_PRINT.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/pulses-2016/docs/factsheets/Nutrition_FR_PRINT.pdf)
50. FAOSTAT, 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
51. Gari A.T., 2015. Pea weevil (*Bruchus pisorum* L.) resistance and Genetic Diversity in Field Pea (*Pisum sativum* L.). Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. 38 p.
52. Gatti I., Esposito M.A., Almiron P., Cravero V.P., Cointry E.L., 2011. Diversity of pea (*Pisum sativum*) accessions based on morphological data for sustainable field pea breeding in Argentina. *Genetics and Molecular Research* 10 (4) : 3403-3410.
53. Georgieva N., Nikolova I., Kosev V., 2016. Evaluation of genetic divergence and heritability in pea (*Pisum sativum* L.). *J. Bio Sci. Biotechnol.* 5(1) : 61-67.
54. Giraud E., 2007. Symbiose rhizobium/légumineuse : un nouveau sésame. *Médecine/science* 23 (6-7) : 663-664.
55. Gixhari B., Pavelkova M., Ismaili H., Vrapci H., Jaupi A., Smykal P., 2014. Genetic Diversity of Albanian Pea (*Pisum sativum* L.) Landraces Assessed by Morphological Traits and Molecular Markers. *Czech. J. Genet. Plant Breed* 50 (2): 177-184.
56. GNIS, 2016. Groupement National Interprofessionnel des Semences et Plantes. Disponible sur <http://www.gnis.fr/index/action/page/id/257/title/Base-GNIS>
57. Haider Ashraf S., Fouad W. M., Soliman Mohamed A., Badawi Mohamed A., 2013. Variability of morphological characters, protein patterns and random amplified

- polymorphic DNA (RAPD) markers in some *Pisum* genotypes. *African Journal of Agricultural Research* 8 (17) : 1608-1616.
58. Harmankaya M., Özcan M.M., Karadas S., Ceyhan E., 2010. Protein and mineral contents of pea (*Pisum sativum* L.) genotypes grown in Central Anatolian region of Turkey. *South Western Journal of Horticulture, Biology and environment* 1 (2): 159-165.
59. IIPRK, 2009. 25 years of pulses research at IIRP. Silver Jubilee 1984/2009- Indian Institute of pulses Research. 219 P
60. INRAA, 2006. Deuxième rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, 67p. Disponible sur : [http:// www.fao.org/pgrfa-gpa-archive/dza/algerie.pdf](http://www.fao.org/pgrfa-gpa-archive/dza/algerie.pdf)
61. INA-PG, 2003. Pois protéagineux—cours en ligne. Institut National Agronomique Paris-Grignon. 18 p. Disponible sur : <https://tice.agroparistech.fr/coursenligne/courses/.../document/.../pois.pdf>
62. Iqbal A., Shan S., Nisar M., Ghafoor A., 2017. Morphological characterization and selection for high yielding and powdery mildew resistant pea (*Pisum sativum*) lines. *Sains Malaysiana* 46 (10) : 1727-1734.
63. IRESA., 2015. Catalogue des obtentions végétales et des brevets. Institution de la recherche et de l'enseignement supérieur-Tunis. 62p.
64. Janzen J.P., Brester G.W., Smith V.H., 2014. Dry pea: trends in production, trend and price. *Agricultural marketing policy center* n° 57: 7p.
65. Jilal A., 2011. Assessment of genetically diverse international barley germplasm for development of food product applications. PhD. Thesis. Southern Cross University, Lismore, NSW.
66. Joly P.B. et Trommetter M., 1994. Conservation du patrimoine génétique : aspect économiques et institutionnels. *Genet Sel Evol*, Vol 26 : 331-342.
67. Kadi S.A., Djellal F., Berchiche M., 2007. Caractérisation de la conduite alimentaire des vaches laitières dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie. *Livestock research for Rural Development* 19 (4) : 12p. [www.univ-tebessa.dz/.../2007%20-%20Kadi%20et%20al%20-%20LRRD%20-%20Ali..](http://www.univ-tebessa.dz/.../2007%20-%20Kadi%20et%20al%20-%20LRRD%20-%20Ali..)
68. Karayel R. et Bozoglu H., 2015. Determination of morphological variability of local pea. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics* 1-2: 56-64.
69. Khan T.N., Ramzan A., Jillani G., Mehmood T., 2013. Morphological performance of peas (*Pisum sativum* L.) genotypes under rainfed conditions of Potowar region. *J. Agric. Res.* 51(1) : 51-60.
70. Klein H.D., Rippstein G., Huguenin J., Toutain B., Guerin H., Louppe D., 2014. *Agricultures tropicales en poche : Les cultures fourragères*. Ed Quae. 262 p.
71. Knoden D., 2016. Les légumineuses prairiales et la mécanisation de la récolte. Quelle place pour les légumineuses en Wallonie ? Gembloux. 1p.
72. Koirala S., 2018. Characteristics and economic importance of family papilionaceae (leguminosae). *The science info*. <http://thescienceinfo.com/characteristics-and-economic-importance-of-family-papilionaceae-leguminosae/>
73. Kremer A., 2000. Changements climatiques et diversité génétique. *Rev. For.Fr.LII*-numéro spécial. 91-98.
74. Kumar R., Kumar M., Dogra R.K., Bharat N.K., 2015. Variability and character association studies in garden pea (*Pisum sativum* var. *hotense* L.) during winter season at mid hills of Himashal Pradesh. *Legume research* 3 (20): 164-168.
75. Kumar B., Rathi M., Tamatam D., Suman H., 2017. Estimation of different parameters of variation through biometrical approach in pea (*Pisum sativum* L.). *International Journal of Current Micobiology and Applied Sciences* 6 (12): 2193-2199.

76. Laumont P. et Chevassus A., 1960. Note sur l'amélioration du pois rond en Algérie. *Annales de l'INA* 3-23. <http://hdl.handle.net/123456789/504>
77. Lagarde M.F., et Marchenay P., 1985. Les variétés locales de plantes cultivées dans le parc national des Ecrins : prospection, collecte et conservation. Laboratoire d'ethnobotanique-CNRS. 236p.
78. Lazali M., 2014. Etude des mécanismes agro physiologiques et moléculaires d'adaptation à la déficience en phosphore chez la symbiose rhizobienne du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.). Thèse de doctorat en sciences agronomiques, ENSA-Alger, 152p.
79. Leguen J., 1996. Les protéagineux et les légumineuses à grosses graines. *Sauve qui peut* INRA France n°8. [http://www7.inra.fr/lecourrier/wp-content/uploads/2013/04/Sauve-qui-peut-n%C2%B08\\_LeGuen\\_Prot%C3%A9agineux.pdf](http://www7.inra.fr/lecourrier/wp-content/uploads/2013/04/Sauve-qui-peut-n%C2%B08_LeGuen_Prot%C3%A9agineux.pdf)
80. Lewis G., Schrire B., Mackinder B., Lock M., 2005. Legumes of the World. Ed Royal Botanic Gardens, Kew. 577p.
81. Marchenay P. et Lagarde M.F., 1987. Prospection et collecte des variétés locales de plantes cultivées. Conservatoire botanique de Porquerolles. 91p.
82. Maxted N. and Ambrose M., 2001. Conservation, diversity and use of Mediterranean legumes. In Maxted N. and Bennet S.J., 2001. Plant genetic resources of legumes in the Mediterranean. Ed Klumer Academic Publishers. 389p.
83. Mbabwine Y., Sabiiti E.N., Kiambi D., 2004. Assessment of the status of plant genetic resources in Kabale highlands, Uganda ; a case of cultivated crop species. A draft report submitted to International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). 64p.
84. Meddour R. et Derridj A., 2007. Les banques de semences : une stratégie de conservation *ex situ* des plantes. *Revue campus* n° 5 : 71-79.
85. Mori S.A., 2018. Amplexicalous stipule bases. <http://Sweetgum.nybg.org/science/projects/fg/glossary-details/?irn=2962>
86. Moule C., 1972. Phytotechnie spéciale III : Plantes sarclées et diverses. Ed., la Maison rustique-Paris. 129 p.
87. Muehlbauer F.J. et Tullu A., 1997. *Pisum sativum*. New crop factsheet. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/cropfactsheets/pea.html>
88. Munakamwe Z., Hill G.D., McKenzie B.A., 2012. Yield response to pea (*Pisum sativum* L.) genotype, population and sowing date. *The Open Agriculture Journal* 6: 47-56.
89. Murtaza M., Ahmed N., Abdul Madjid S., 2005. Karyotype analysis of *Pisum sativum* L. *International Journal of Agriculture and Biology* 7(1): 118-120.
90. N'Dayegamiye A., Tremblay G., Deschênes P., Drapeau A., 2012. Bénéfices des légumineuses dans les rotations de cultures. Institut de Recherche et de développement en Agroenvironnement-IRDA. 2p.
91. ONSSA., 2017. Liste des variétés de pois potager inscrites sur la liste A du catalogue. Office National de Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaire-Royaume du Maroc. [http://www.onssa.gov.ma/fr/images/controlle\\_semences/catalogue\\_officiel/POIS.pdf](http://www.onssa.gov.ma/fr/images/controlle_semences/catalogue_officiel/POIS.pdf)
92. Ouafi L., Alane F., Rahal-Bouziane H., Abdelguerfi A., 2016. Agro-morphological diversity within field pea (*Pisum sativum* L.) genotypes. *African Journal of Agricultural Research* 11(40): 4039-4047.
93. Ouslim S., 2016. BNL associées aux légumineuses alimentaires (*Vicia faba* L) dans l'Ouest algérien « caractérisation et importance ». Thèse de doctorat, Université d'Oran, 131 p.
94. Perrot C., 1995. Les protéines de pois : de leur fonction dans la graine à leur utilisation en alimentation animale. *INRA productions animales* 8 (3) : 151-164.
95. Pesic V., Djordjevic R., Kadhum E., Jankovic P., Misic D., 2013. Influence of the *afila* gene on grain yield in pea (*Pisum sativum* L.). *Bulgarian Journal of agricultural science* 19 (2) : 186-193.

96. Pointereau P., 2001. Légumineuses : quels enjeux écologiques ? *Courrier de l'environnement* de l'INRA n°44 : 69 -72.
97. Quezel P. et Santa S., 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. CNRS. 1090p.
98. Rafiul Alam Khan M.D., Mahmud F., Alif Reza M., Mostafa Mahdoub M.D., Jahangir Shirazy B., Mamunur Rahman., 2017. Genetic diversity, correlation and path analysis for yield and yield components of pea (*Pisum sativum* L.). *World Journal of Agricultural Sciences* 13 (1) : 11-16.
99. Rahal-Bouziane H., 2015. Etude de la diversité génétique et des potentialités agronomiques et fourragères de génotypes d'orge (*Hordeum vulgare* L.) traditionnellement cultivés en Algérie. Thèse de doctorat ENSA-Alger. 134 p.
100. Ramzan A., Noor T., Nasseeb Khan T., Hina A., 2014. Correlation, cluster and regression analysis of seed yield and its contributing traits in pea (*Pisum sativum* L.). *J. Agric. Res* 52 (4): 481-488.
101. Sarikamis G., Yanmaz., Ermis S., Bakir M., Yüksel., C., 2010. Genetic Characterization of pea (*Pisum sativum* L.). *Genetics and molecular research* 9(1): 591-600.
102. Sayar M.S. et Han Y., 2016. Forage yield performance of forage pea (*Pisum sativum* ssp *arvense* L.) genotypes and assessments using GGE biplot analysis. *J. Agr. Sci. Tech.* Vol 18: 1621-1634.
103. Schneider A. et Huyghe C., 2015. Les légumineuses, pour des systèmes agricoles et alimentaires durables. Ed Quae-Versailles. 473p.
104. Sibhatu B., Berhe H., Gebrekorkos G., Abera K., 2016. Determination of planting spacing for improved yield and yield components of Dekoko (*Pisum sativum* var. *abyssinicum*) at Raya Valey, Northern Ethiopia. *African Journal of Plant Science* 10 (8): 157-161.
105. Smykal P., Coyne C.J., Ford R., Redden R., Flavell A.J., Hybl M., Warkentin T. Burstin J., Due G., Ambrose M., Ellis T.H.N., 2008. Effort towards a world pea (*Pisum sativum* L.) germplasm core collection: The case for common markers and data compatibility. *Pisum genetics* 40: 11-14.
106. Solberge S.O., Brantestam A.K., Olsson K., Leino M.W., Weibull J., Yndgaard F., 2015. Diversity in local cultivars of *Pisum sativum* collected from home gardens in Sweden. *Biochemical Systematics and Ecology* 62: 194-203.
107. Srarfi Ben Ayed F., Sdiri A., Kharrat M., 2016a. Rahma : une nouvelle variété de pois protéagineux inscrite en 2007 dans le catalogue officiel tunisien des obtentions végétales. *Annales de l'INRAT* 89. Numéro spécial innovations. 20-22
108. Srarfi Ben Ayed F., Hassen H., Omri Ben Youssef N., Zoghلامي-Khelil A., Mouelhi M., Kharrat M., 2016b. Une nouvelle variété de pois protéagineux inscrite en 2015 dans le catalogue officiel tunisien des obtentions végétales. *Annales de l'INRAT* 89. Numéro spécial innovations. 23-25.
109. Srarfi Ben Ayad F., Bouhadida M., Saadi I., Sakkouhi H., Kharrat M., 2017. Caractérisation agro-morphologique et moléculaire de quelques lignées de pois (*Pisum sativum* L.). *Annales de l'INRAT* vol 90 : 54-73.
110. Stoilova T., Pereira G., Taveres-De- Sousa M., 2013. Morphological characterization of a small common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) collection under different environments. *Journal of Central European Agriculture* 14 (3): 854-864.
111. Sulas C., Ruda P., Salis M., Atzori A.S., Correddu F., Cannas A., Carroni A.M., 2012. Legume-cereal mixtures ensiling in Sardinia. *In*: Acar Z. (ed.), López-Fran cos A. (ed.), Porqueddu C. (ed.). New approaches for grassland research in a context of climate and

- socio-economic changes. Zaragoza : CIHEAM, 2012. p. 489 -492 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 102)
112. Sunjushin A. et Liberzon A., 2016. Contribution to genetic control of flower number in pea (*Pisum sativum* L.). Ratar Povrt 53.
113. Tognite F.M., 2013. Implémentation et évaluation du modèle de culture de pois (*Pisum sativum* L.) AFISOL sous la plate-forme logicielle RECORD. Mémoire master UMR. 25p.
114. Trebuchet G., Chopinet R., Drouzy J., 1953. Contribution à l'étude des variétés de pois potager cultivés en France. Annales de l'INRA n°2 : 47-251. Disponible <http://www.surbiblio.rsp.free.fr/Pdf/InraPois.si.pdf>
115. Umar H.M.I., Ur-Rehman S., Bilal M., Atif S., Naqvi H., Manzoor S.A., Ghafoor A., Khalid M., Iqbal M.T., Qayyum A., Ahmad F., Irshad M.A., 2014. Evaluation of genetic diversity in pea (*Pisum sativum*) based on morpho-agronomic characteristics for yield and yield associated traits. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences* 4(5): 321-328.
116. UNESCO, 1990. La conservation et la gestion de nos ressources génétiques. *Impact* 158 : 107-109.
117. UNIP., 2011. Bilan pois et féverole. In *Statistiques des oléagineux et protéagineux : huile et protéagineux*. UNIP, Paris. 48p.
118. UPOV, 2009. Pea : Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. International Union for the Protection of New Varieties of plants. 52p.
119. Vavilov N.I., 1949. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. *Chronika botanica* 13: 1-54.
120. Waligora C. et Tetu T., 2008. Les légumineuses, il est urgent de les réhabiliter. *Techniques culturales simplifiées* n°48 : 12-22.
121. Wani G.A., Mir B.A., Shah M.A., 2013. Evaluation of diversity in pea (*Pisum sativum* L.) genotypes using agro-morphological characters and RAPD analysis. *Int. J. Cur. Res. Rev* 5 (10): 17-25.
122. Ward J.H., 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J. Am. Stat. Assoc.* 58: 236-244.
123. Wozniak A., 2010. The yielding of pea (*Pisum sativum* L.) under different tillage conditions. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 12(2): 133-141.
124. Yirga H. et Tsegay D., 2013. Characterization of dekokko (*Pisum sativum* var. *abyssinicum*) accessions by qualitative traits in the highlands of southern Tigray, Ethiopia. *African Journal of Plant Science* 7(10). PP 482-487.
125. Zlatkovic b et Mikic A., 2010. Distribution and new records of *Pisum sativum* subsp. *Elatius* in Serbia. *Pisum Genetics* vol 42: 15-17.
126. Zohary D., Hopf M., Weis E., 2012. Domestication of plants in the old world. Ed oxford university press. 264p.

## Annexes

Annexe 1 : les différents types de fleurs du pois.



**Photo 1** : La fleur de pois potager



**Photo 2** : La fleur de pois fourrager



**Photo 3** : La fleur du pois mange-tout.

**Annexe 2** : le tuteurage avec des roseaux.



**Photo 4** : Le tuteurage avec des roseaux.



**Photo 5** : Le tuteurage avec des roseaux



**Photo 6** : La pleine floraison chez le pois potager



**Photo 7** : La floraison chez le pois fourrager

