



## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tout particulièrement, Mme. OUMAIMA CHETTO, en tant qu'encadrant pour ses précieuses informations qu'elle m'a données pour faciliter la compréhension du sujet, son aide au suivi de ce projet, Je tiens aussi à remercier Ghita, doctorante de Biologie à la Faculté des Sciences et des Techniques de Fès, pour ses conseils, ses corrections.

Mes plus vifs remerciements aux professeurs Mr. DERRAZ Khalid de la Faculté des Sciences et Techniques et Mr. FATEMI Zain EL Abidine (chercheur à l'INRA de Meknès), pour ses orientations pendant la période d'encadrant, je tien à remercier Mr. AMRANI JOUTEI Khalid qui a accepté de lire et juger mon travail. Un grand merci chaleureux à toute ma famille qui m'a conseillé et encouragé tout au long de la préparation de ce travail.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont contribué d'près ou de loin, au bon acheminement de cette formation

À vous tous et toutes un grand merci.

## **DEDICACES**

*Je dédie le présent travail, tout d'abord, à tous les membres de ma famille et plus particulièrement à mes chers parents pour leur soutien, leur tendresse, leur patience, leur constante assistance et leurs persévérants efforts.*

*Mes dédicaces vont ensuite, à mes frères, mes amis. Je dédie, enfin, ce travail à tous les professeurs de la FST et les étudiants de ma promotion .*

## Liste des figures

Figure 1: Localisation du site d'expérimentation.....	8
Figure 2: Evolution de la pluviométrie et la température moyennes mensuelles durant la campagne agricole 2021-2022 à la station expérimentale Douyet.....	9
Figure 3: Dispositif expérimental pour chaque génotype.....	10
Figure 4: Schéma montrant les différents paramètres mesurés de la graine de la fève.....	11
Figure 5: Classement des génotypes selon la taille des graines.....	15
Figure 6: Classement des génotypes selon la sphéricité des graines.....	16
Figure 7: Classement des génotypes selon la surface des graines.....	17
Figure 8: Graphe de classement des génotypes selon diamètre géométrique des graines.....	17
Figure 9: Classement des génotypes selon le poids de 100 graines.....	18

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> La position taxonomique de <i>vicia faba L.</i> .....	3
<b>Tableau 2:</b> Les critères de distinction entre les trois variétés de <i>Vicia faba L.</i> (Guignard, 1989).....	4
<b>Tableau 3 :</b> Itinéraire technique Douyet. ....	10
<b>Tableau 4:</b> Variabilité totale des paramètres agro-morphologiques mesurés .....	15
<b>Tableau 5 :</b> Corrélation entre les paramètres agronomiques étudiés. ....	19
<b>Tableau 6:</b> Classement des génotypes selon la longueur des graines.... .....	20
<b>Tableau 7:</b> Classement des Génotype selon la sphéricité des Graines.. .....	21

## Sommaire

REMERCIEMENTS .....	2
DEDICACES .....	3
Liste des figures .....	4
Liste des tableaux .....	5
INTRODUCTION GENERALE .....	1
I. Généralité sue la fève .....	3
1. Systématique .....	3
2. Description de la plante .....	3
3. Critères de distinction entre les variétés de <i>Vicia faba</i> L. ....	3
En utilisant l'échelle suivant pour distinguer entre les variétés de <i>Vicia faba</i> L. ....	4
4. Origine de la fève .....	4
5. Cycle biologique .....	5
II. Culture de la fève .....	5
1. Type du sol .....	5
2. Exigences de la culture de la fève .....	5
3. Importance de la culture de la fève .....	6
3.1 Intérêt alimentaire .....	6
3.2 Intérêt agronomique .....	6
Matériel et méthodes .....	7
I. Site expérimental .....	8
II. Données pédoclimatiques .....	8
III. Matériel végétal .....	9
IV. Dispositif expérimental .....	10
V. Itinéraire technique .....	10
VI. Mesures et notations .....	11
1. Taille des graines : .....	11
2. Forme des graines .....	11
I. Analyse des données .....	12

1. Analyse descriptive du matériel végétal .....	12
Résultats et discussion	
I. Analyse descriptive .....	14
1. Description du matériel végétal .....	14
2. Classement des géotypes selon la taille des graines .....	15
3. Classement des géotypes selon la forme des graines.....	16
4. Corrélations entre les variabilités .....	18
Conclusion.....	20
Annexes .....	22

## Liste des abréviations

**Dg**: Diamètre géométrique.

**FAO** : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

**G** : Gramme.

**INRA** : Institut National de la Recherche Agronomique.

**ONSSA** : Office National de Sécurité Sanitaire des produits Alimentaires.

**S** : Surface.

**SAU** : Surface Agricole Utile.

***V. faba L.*** : *Vicia Faba L.*

**Φ** : sphéricité.

## **RESUME**

La fève (*Vicia faba* L.) est une composante essentielle dans les systèmes de production agricoles marocains. Elle constitue une légumineuse riche en protéines cultivés et consommés comme aliments pour l'homme et les animaux.

La présente étude a été conduite, au cours de l'année universitaire 2021/2022 au sein du programme d'amélioration de la fève au Domaine expérimental Douyet affilié à l'Institut National de la Recherche Agronomique « INRA », dans le but d'étudier les paramètres morphologique des différents lignées *Vicia faba* L .

Pour répondre à cet objectif nous avons testés 26 géotypes dont 4 témoins pour 2 répétitions.

Les paramètres étudiés sont :la longueur , la largeur , l'épaisseur ,surface, sphéricité ,diamètre géométrique le poids de 100 graines .

Les résultats obtenus montrent qu'il existe un échelle approximative pour classer chaque géotype à l'autre (Fève, féverole).

## INTRODUCTION GENERALE

La fève (*Vicia faba*) est la principale légumineuse alimentaire au Maroc, elle occupe plus de 56% de la superficie totale en légumineuses. Suivie du pois-chiche (19%), de lentille (14%) et du petit-pois (9%) (MADRPM, 2013-2014). Grace à ses multiples rôles sur le plan agrobiologique et socio-économique, la fève reste une composante essentielle dans les systèmes de productions agricoles marocaines. En plus de ces intérêts agro-économiques, la fève constitue l'une des principales sources de protéines pour la consommation humaine et animale. Sa richesse en protéine est de l'ordre de 25 à 35 %. Elle contribue à combler le déficit protéique des régimes alimentaires à base des céréales de la majorité des familles marocaines.

Malgré cette importance, la superficie emblavée annuellement par la fève n'a pas cessé de régresser durant les dernières décennies. Ceci semble être dû au fait que la culture de la fève est devenue peu voire non rentable. D'une part, les rendements sont très faibles à cause d'un certain nombre de contraintes d'ordre technique, climatique et culturelle et, d'autre part, les coûts de production sont élevés, notamment à cause de la forte implication de la main d'œuvre dans les différentes opérations de production. Sur le plan technique, la fève est encore cultivée d'une manière traditionnelle, caractérisée par un travail grossier de sol, un semis tardif et un très faible entretien de la culture.

Il semble que le rendement des fèves au Maroc ainsi que les superficies cultivées se caractérisent par une instabilité d'un an à l'autre (Fatemi, 1996). Cette instabilité est due, à de nombreux facteurs dont l'utilisation d'un matériel végétal local peu performant. C'est dans l'objectif de la conservation et l'amélioration des ressources génétiques que l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA), a fondé le programme d'amélioration de la culture de fève, permettant ainsi, de mettre à la disposition des agriculteurs des variétés productives, de bonne qualité et résistantes aux maladies et aux parasites.

- Dans le présent travail, nous nous sommes intéressés à la caractérisation morphologique de 26 génotype des graines de fèves ainsi qu'à Classification botaniques des graines *Vicia faba* L. (*major, equina, minor*)

# Revue bibliographique

## I. Généralité sue la fève

### 1. Systématique

D'après Wajciechowski<sup>1</sup>, (2004) la classification de l'espèce *Vicia faba* L. a été décrite comme suit (Tableau1) :

**Tableau 1: La positon taxonomique de *vicia faba* L.**

Règne	Plantes
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Dialypétales
Série	Caliciflores
Ordre	Rosales
Famille	Fabacées
Sous-famille	Faboideae
Genre	<i>Vicia</i>

### 2. Description de la plante

La fève est une plante herbacée annuelle présentant une tige simple, dressée, creuse et de section quadrangulaire, pouvant se dresser à plus d'un mètre de hauteur. Les feuilles sont alternes de couleur verte ou grisâtre, pennées, composées et constituées par plusieurs folioles larges et ovales (Chaux et Floury, 1994).

Quant à l'inflorescence, c'est une grappe de 2 à 12 fleurs axillaires qui peuvent être blanches noire ou violette foncée

Les fleurs sont hermaphrodites et présentent une structure papilionacée typique (Duc, 1997).

### 3. Critères de distinction entre les variétés de *Vicia faba* L.

Dans le langage courant, *Vicia fana major*, *Vicia faba equina* et *Vicia faba minor* sont nommées « fève » « févette » et « féverole » respectivement. La différence entre ces trois variétés est basée sur la taille des graines (Le Guen et Duc, 1996). Le terme fève est

communément utilisé pour désigner indifféremment les trois variétés botaniques de l'espèce montré dans (tableau 1).

**En utilisant l'échelle suivant pour distinguer entre les variétés de *Vicia faba* L.**

**Longueur selon : > 20 mm fève 15 et 20 mm févrette < 15mm féverole.**

**Tableau 2: Les critères de distinction entre les trois variétés de *Vicia fa* L. (Guignard, 1989)**

Variétés Traits	<i>minor</i>	<i>equina</i>	<i>major</i>
Taille de grains	Petits (P1000 grains <1000g)	Moyens (P1000grains entre1000 et 1500g)	Gros ou très gros (P1000grains >1500g)
Forme de grains	Grains ovoïdes, réguliers et lisses	Grains présentant une dépression latérale des cotylédons	Grains larges et plats
Taille des gousses	Gousses courtes (nombre d'ovules de 2 à3)	Gousses plus longues (nombre d'ovules de 3 à 4)	Gousses très longues (nombre d'ovules de 8 à13)
Forme des gousses	Cylindrique	Plus aplatie	Aplatie souvent recourbée «en sabre »
Port des gousses sur les tiges	Port érigé sur les tiges	Généralement semi érigées ou à port horizontal	Retombantes et traînant généralement à terre

#### 4. Origine de la fève

Malgré de nombreuses études, on sait peu de l'origine et de la domestication de la fève (Maxted et *al*, 1991).

Selon Mathon (1985), la domestication de la culture de la fève a eu lieu entre 7.000 et 4.000 ans avant J.C. Cette plante fait partie des légumes les plus anciens cultivés dans le monde.

Selon Motel (1972), la fève a été domestiquée pour la première fois dans l'Asie de l'ouest.

D'après Cubero (1974) *Vicia faba* L. est originaire des régions méditerranéennes, du Proche Orient, et à partir de ce centre d'origine. Elle s'est propagée vers l'Europe, le long du Nile jusqu'à l'Ethiopie et la Mésopotamie, vers l'Inde avec l'apparition de deux centres secondaires de diversité : L'Afghanistan et l'Ethiopie. Cependant, l'origine de la fève reste incertaine et aucune région ne peut être désignée comme son centre d'origine. Sa forme ancestrale est encore inconnue car aucun ancêtre sauvage n'a été trouvé, et tous les rapprochements taxonomiques tentés avec *Vicia narbonnensis* et *Vicia galilea* en particulier, se sont heurtés aux incompatibilités. (Bond et Poulsen, 1983)

## 5. Cycle biologique

La fève est une plante annuelle. Son cycle complet est d'environ 5 mois (Chaux et Foury, 1994)

D'après Brink et Belay (2006), le développement de la fève est caractérisé par cinq stades principaux : germination et levée, développement végétatif. Développement reproductif, sénescence de la gousse et sénescence de la tige.

## II. Culture de la fève

### 1. Type du sol

Selon Bond et al. (1980), pour qu'un sol soit convenable à la culture des fèves, il doit être fertile et ses teneurs en minéraux, particulièrement le potassium, doivent être élevées.

*Vicia faba* L. est une culture peu exigeante en terme qualité du sol: c'est une culture qui aime les sols frais argileux, argilo-limoneux, argilo-siliceux ou argilo-calcaire à pH neutre ou peu acide avec une sensibilité au compactage (Hebblethwaite *et al.*, 1983 ; Sadiki et Lazrak, 1998).

### 2. Exigences de la culture de la fève

La fève est une culture des climats frais, elle n'aime pas les températures trop élevées et aussi elle a besoin d'être cultivée sur des altitudes comprises entre 0 et 3500 mètres (Lim, 2012).

Les facteurs influençant sur le développement de la fève sont selon Brink et Belay (2006) :

- **La température** : Ces auteurs rapportent qu'une température moyenne aux alentours de 13°C est optimale pour la croissance de la fève.
- **Le sol** : La fève préfère les sols bien drainés au pH neutre (6- 7,5) et à fertilité moyenne. Selon Pédrón (2006), la fève est peu exigeante sur le plan édaphique, elle est cultivée avec succès dans les sols sablo-argileux humifères.
- **L'eau** : D'après Loss et Siddique (1997) et Jensen *et al.* (2010) la fève a besoin d'une quantité d'eau très importante et particulièrement au stade de croissance, Ainsi, des irrigations doivent être pratiquées pendant le stade de floraison et de formation des gousses, dans les régions à faibles précipitations.

### 3. Importance de la culture de la fève

#### 3.1 Intérêt alimentaire

La fève est l'une des légumineuses les plus utilisées dans l'alimentation humaine et animale. Au Maroc, la quantité annuelle de fèves consommée par personne par an est d'environ 2,4 kg. Elle dépasse les autres légumineuses alimentaires en termes de consommation humaine (Fatemi, 1996).

Selon Gordon(2004) et Daoui (2007), cette légumineuse a une teneur en protéine élevée. Ainsi, elle est une excellente source de fibres solubles et insolubles, de glucides complexes, de vitamines (B9 et C) et de minéraux (en particulier le potassium, le phosphore, le calcium, le magnésium, le cuivre, le fer et le zinc).

Elle constitue un aliment nutritif très important surtout pour les populations à faibles revenus, qui ne peuvent pas toujours s'approvisionner en protéine d'origine animale (Daoui, 2007).

#### 3.2 Intérêt agronomique

*Vicia faba L.*, comme toutes les légumineuses alimentaires, contribue à l'enrichissement du sol en éléments fertilisants et spécialement l'azote, dont l'incidence est positive sur les performances des cultures qui les suivent, notamment les céréales. Ainsi la fève améliore la teneur du sol en azote sous forme d'ammoniac directement utilisable dans le flux métabolique de la plante, avec un apport annuel de 20 à 40 kg /ha. Elle améliore aussi sa structure par son système racinaire puissant et dense. Par ailleurs, les résidus des récoltes enrichissent le sol en matière organique (Khaldi et al., 2002 ; Rachef et al., 2005). Elle joue un rôle dans la rotation des cultures en réduisant l'incidence des mauvaises herbes, des maladies et des insectes ravageurs (Lopez-Bellido et al., 2005).

# Matériel et méthodes

## I. Site expérimental

L'essai au champ a été mené dans le domaine expérimental Douyet de l'Institut National de la Recherche Agronomique de Meknès Le domaine est situé à 12 km de Fès

(-5°6',15''W, 34°1',992''N) et à 416 m d'altitude et s'étend sur une superficie totale est de 440 ha. Il s'agit d'un domaine expérimental implanté en zone Bour favorable de la plaine du Sais (Province de MoulayYacoub- Wilaya de Fès-Meknès) (figure1).

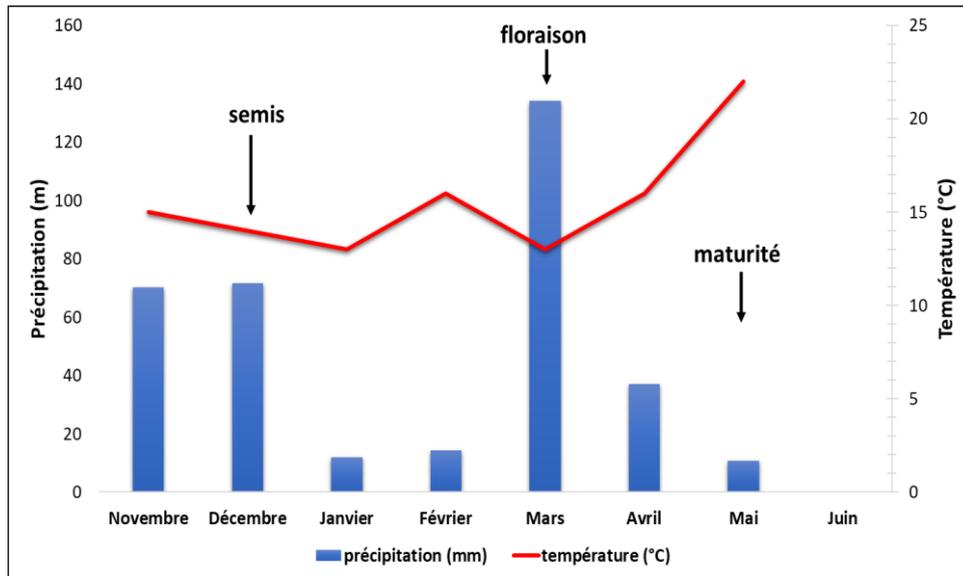


**Figure 1: Localisation du site d'expérimentation**

## II. Données pédoclimatiques

Un sol argilo-calcaire fertile et très profond prévale dans la zone étudiée.

La figure2 présente l'évolution des précipitations au niveau du domaine expérimental de Douyet en 2021-2022. La température est de type méditerranéen à hivers froids et à étés chauds et secs. La température maximale est de l'ordre de 46 °C, la température minimale atteint 5°C. La température moyenne varie de 10 à 27°C.



**Figure 2: Evolution de la pluviométrie et la température moyennes mensuelles durant la campagne agricole 2021-2022 à la station expérimentale Douyet**

### III. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué de 26 génotypes dont quatre témoins. Ces derniers sont des variétés commerciales inscrites dans le catalogue officiel de l'Office National de la Sécurité Sanitaire des Aliments (ONSSA).

Les témoins sont formés de deux féveroles et deux fèves. Deux variétés de fève et de féveroles sont anciennes, à savoir les variétés 19 et 20 nommées Alfia 21 et Lobab respectivement. Les deux autres (21 et 26) sont plus récentes et sont la féverole Zina et la fève Hiba respectivement.

#### IV. Dispositif expérimental

L'essai à la station expérimentale Douyet a été installé selon un dispositif expérimental en randomisation totale avec deux répétitions (La parcelle élémentaire consiste en quatre lignes de quatre mètres de longueur et trois mètres de largeur avec un écartement de 0,6 m entre les lignes. Cette dernière s'étend donc sur 12 m<sup>2</sup>).

Chaque génotype a été semée sur quatre lignes à raison de 30 graines /ligne (Figure 3).

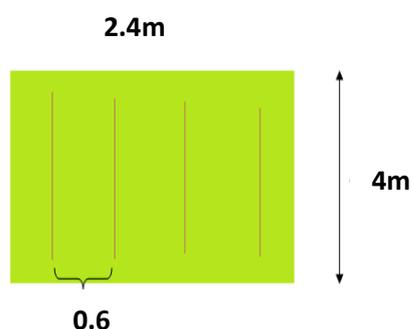


Figure 3: Dispositif expérimental pour chaque génotype

#### V. Itinéraire technique

Les essais aux champs ont été conduits comme suit (Tableau 3) :

Tableau 3 : Itinéraire technique Douyet.

Date	Opération
19/10/2021	Labour profond (3 disque)
02/11/2021	Cover-crop (croisé)
08/12/2021	Epandage d'engrais
11/12/2021	Enfouissement d'engrais
12/12/2021	Traçage mécanique
14/12/2021	Semis manuel
24/01/2022	Désherbage + binage
25/01/2022	Désherbage + binage
26/01/2022	Désherbage + binage
27/01/2022	Découpage des allées
28/01/2022	Désherbage + binage
10/02/2022	Irrigation par aspiration
11/02/2022	Irrigation par aspersion
16/02/2022	Irrigation par aspersion
23/02/2022	Fertilisation organique
28/02/2022	Découpage des allées
29/02/2022	Découpage des allées

## VI. Mesures et notations

Les composantes du rendement suivantes ont été mesurées sur des plantes prises au hasard au niveau de chaque parcelle élémentaire :

- Poids de 100 graines par balance électrique

### 1. Taille des graines :

Les mesures ont été effectuées sur la base de 100 graines par génotype soit un totale de 5200 graines à l'aide d'un pied à coulisse pour déterminer la **longueur, largeur et l'épaisseur de la graine**

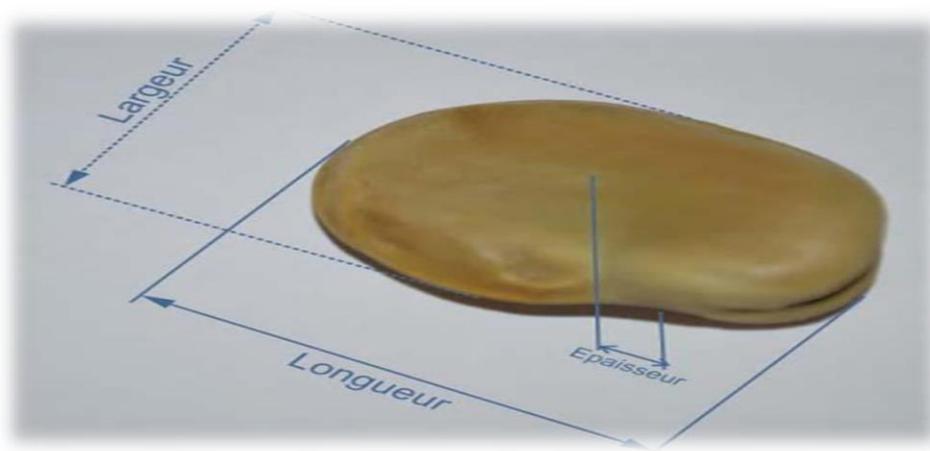


Figure 4: Schéma montrant les différents paramètres mesurés de la graine de la fève

### 2. Forme des graines

La sphéricité ( $\Phi$ ), le diamètre géométrique ( $d_g$ ) et la surface ( $S$ ) ont été calculé à partir de longueur, la largeur et l'épaisseur selon les formules suivantes (Altuntas et Yuldiz 2007) :

$$D_g(\text{mm}^2) = \sqrt[3]{(\text{longueur} \times \text{largeur} \times \text{épaisseur})}$$

$$\Phi(\%) = \sqrt[3]{(\text{longueur} \times \text{largeur} \times \text{épaisseur})} / \text{longueur}$$

$$S(\text{mm}^2) = \pi (\sqrt[3]{(\text{longueur} \times \text{largeur} \times \text{épaisseur})})^2$$

## **I. Analyse des données**

### **1. Analyse descriptive du matériel végétal**

La gamme de variation, les moyennes et les écarts types ont été déterminés pour l'ensemble des caractères relatifs à la taille et la forme des graines de 26 lignées de fèves, en utilisant le logiciel Excel. Par ailleurs, les génotypes ont été classés selon leurs : longueur, largeur, épaisseur, surface, sphéricité et diamètre géométrique, à travers des graphes en bâtonnets, moyennant Excel.

### **2. Corrélations entre caractères**

Le coefficient de corrélation est le paramètre usuel pour quantifier l'association entre deux variables. Dans le cas de cette analyse, des corrélations entre les caractères mesurés ont été calculées en se basant sur le coefficient de Pearson moyennant le logiciel SPSS.

# Résultats et discussion

## I. Analyse descriptive

### 1. Description du matériel végétal

L'analyse descriptive des paramètres mesurés a montré une faible variabilité agromorphologique qui se traduit par des coefficients de variations variant entre 2,52% et 7,87%.

L'écart-type est presque nul pour la largeur, l'épaisseur et le diamètre géométrique. Il est de 1,41 et 3,37 et 8,2 en ce qui concerne la longueur, la sphéricité et la poids de 100 graines; respectivement. En revanche les valeurs relatives à la surface sont beaucoup plus dispersées autour de la moyenne (25,31).

L'ensemble des graines mesurées se distingue par une longueur allant de 14,91 à 20,21 mm. L'étendue des valeurs relatives à la largeur est délimitée par un minimum de 12,30 mm et un maximum de 13,33mm. L'épaisseur des graines est comprise entre 4,90 et 6,14 mm.

Ces trois paramètres renvoient au diamètre géométrique, à la superficie et à la sphéricité des graines. Le diamètre géométrique, la sphéricité et la surface moyens des graines sont de l'ordre de  $D_g$  10,88 mm,  $\Phi(\%)$ : 61,23% et  $S$  : 372,89mm<sup>2</sup> (Tableau 4).

Par ailleurs, le poids moyen de 100 graines est de 105,95. Ce dernier varie de 90,77 et 122,13 g et n'est pas très dispersé autour de la moyenne ( $\sigma$ :8,2) et une faible variabilité (CV: 7,74 %).

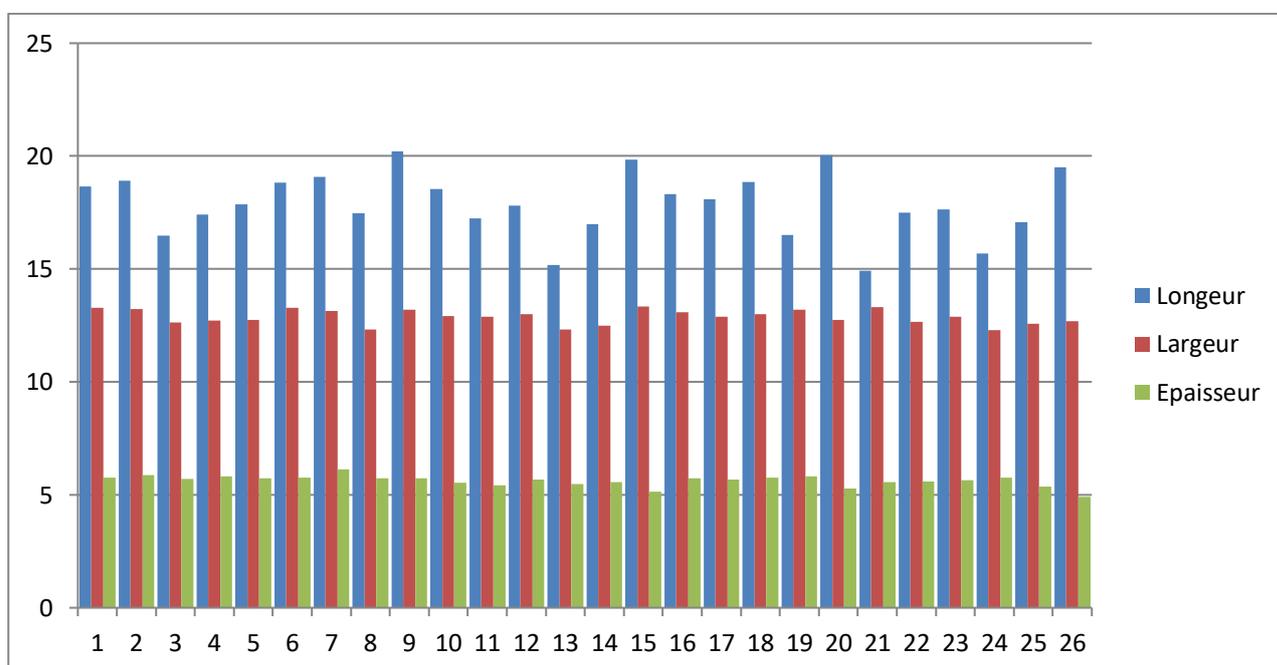
La faible variabilité observée à travers les amplitudes (max et min) et les coefficients de variation calculés, revient à la nature du matériel génétique étudié. En effet, les objectifs de sélection convergent lorsqu'il s'agit de traits agromorphologiques. L'objectif essentiel du programme d'amélioration de la fève est de développer des variétés à haut potentiel de rendement, stables et tolérantes aux principaux stress biotiques et abiotiques. Pour réaliser cet objectif, le programme adopte une approche basée sur l'utilisation des méthodes conventionnelles de sélection (Introduction, Hybridation, Bulk, Pedigree) à partir du germoplasme national, ce tri orienté tend alors à réduire la diversité génétique.

**Tableau 4: Variabilité totale des paramètres agro-morphologiques mesurés**

Colonne1	Longueur	Largeur	Epaisseur	Dg(cm <sup>2</sup> )	Φ(%)	S(cm <sup>2</sup> )	Poids de 100 grains
Moyenne	17.87	12.88	5.62	10.88	61.23	372.89	105.95
Min	14.91	12.30	4.90	10.08	54.78	319.04	90.77
Max	20.21	13.33	6.14	11.54	69.34	419.38	122.13
Ecart-type	1.41	0.33	0.25	0.37	3.37	25.31	8.2
Coefficient de variation	7.87	2.52	4.42	3.38	5.50	6.79	7.74

## 2. Classement des génotypes selon la taille des grains

La taille des grains des génotypes 9 et 20 sont les plus longues (L :20,21 et 20,04 mm respectivement) contrairement au génotype 21 caractérisé par des grains courts (14,91 mm). Les grains des génotypes 8 et 24 sont les moins larges (12,31 et 12,30 mm respectivement) tandis que les grains des génotype 15 et 21 sont beaucoup plus large (13,33 et 13,30 mm) par rapport à l'ensemble des grains étudiées. En termes d'épaisseur, Le génotype 7 a les grains les plus épaisses (6,14 mm) contrairement au génotype 26 caractérisé par des grains relativement aplaties (Figure 5).



**Figure 5: Classement des génotypes selon la taille des grains.**

### 3. Classement des génotypes selon la forme des graines.

Les graines du génotype 21 sont les plus sphériques (69,34%) tandis que les graines du génotype 26 sont les plus aplaties (54,78%)

Tenant compte de la largeur, l'épaisseur maximale et la sphéricité maximale caractérisant le génotype 21, ce dernier est sans doute une féverole (*Vicia fabaminor*). Le génotype 13 est probablement aussi une féverole à l'opposé des génotypes 9,20, 15 et 26 qui représentent probablement des fèves (*Vicia faba major*).

Par ailleurs, les graines du génotype 7 sont caractérisées par une surface élevée (419,38 mm<sup>2</sup>). Rappelons que ce génotype est le plus épais. En revanche les graines du génotype 13 sont les plus petite en termes de surface (319,04 mm<sup>2</sup>). Ce génotype est non seulement petit mais aussi sphérique, ce qui augmente la probabilité de le classer parmi les féveroles (Figure 7).

Pareillement, la figure 8 montre que le génotype 7 a également le diamètre géométrique le plus élevé (11,54 mm) tandis que les graines du génotype 13 se distinguent par un Dg faible (10,08 mm)

Le poids de 100 graines le plus élevé est observé chez les génotypes 15 et 5 (122,13 et 122,09g respectivement) alors que les graines du génotype 26 sont les plus légères (Figure 9).

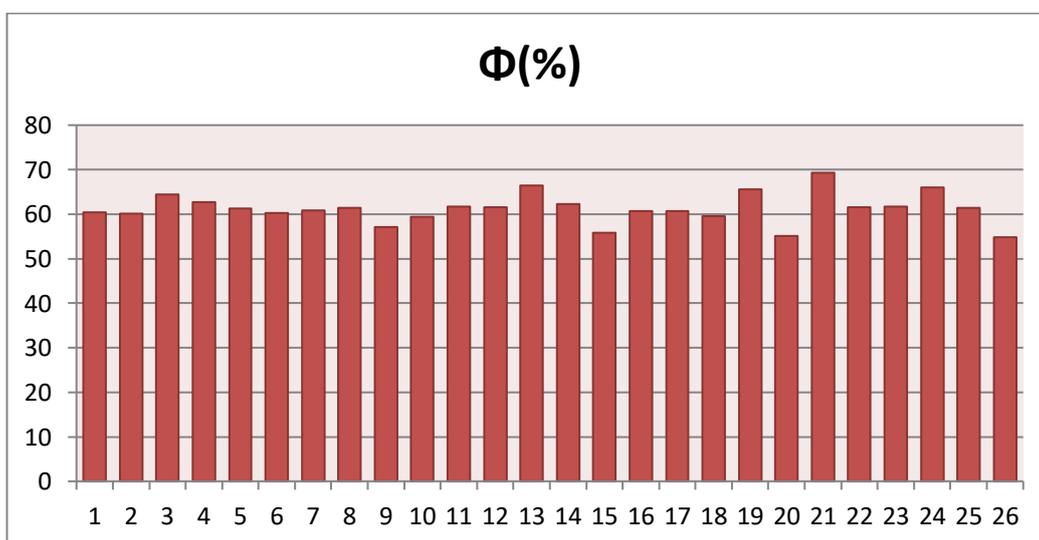
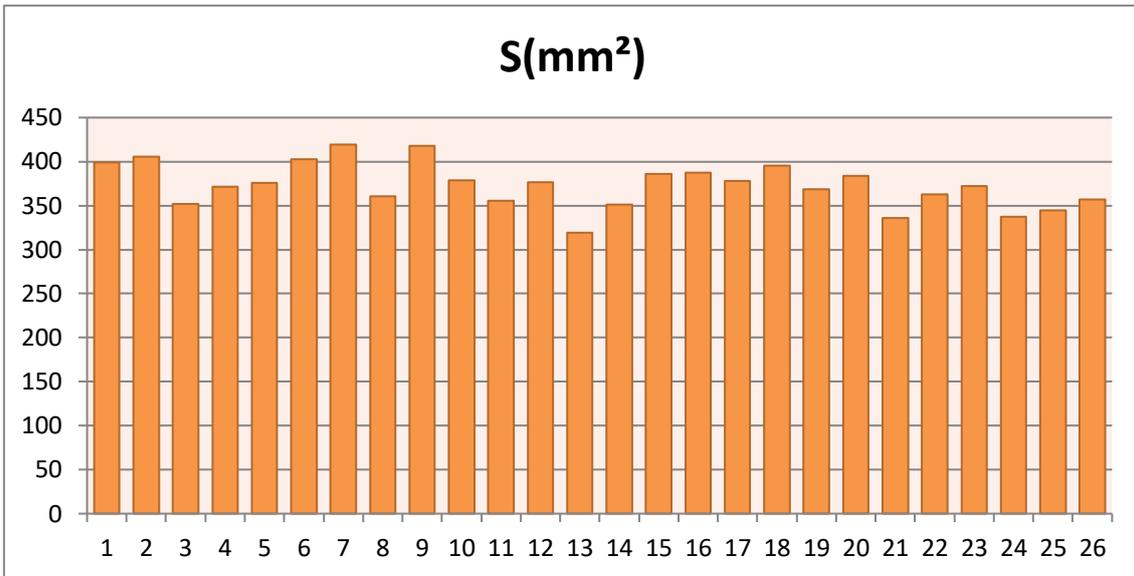
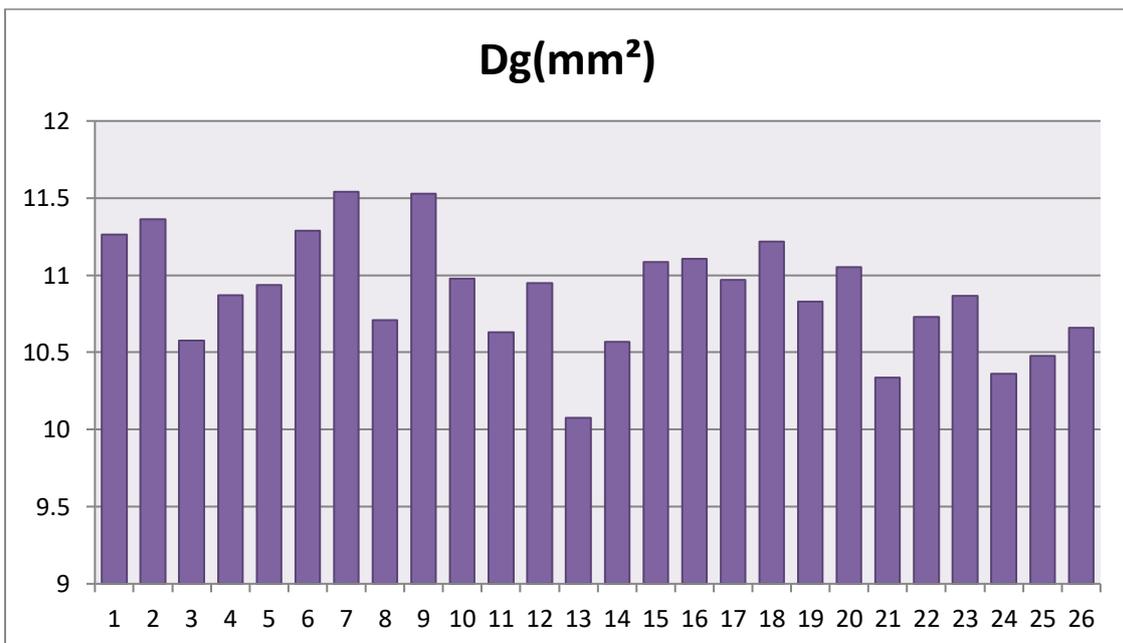


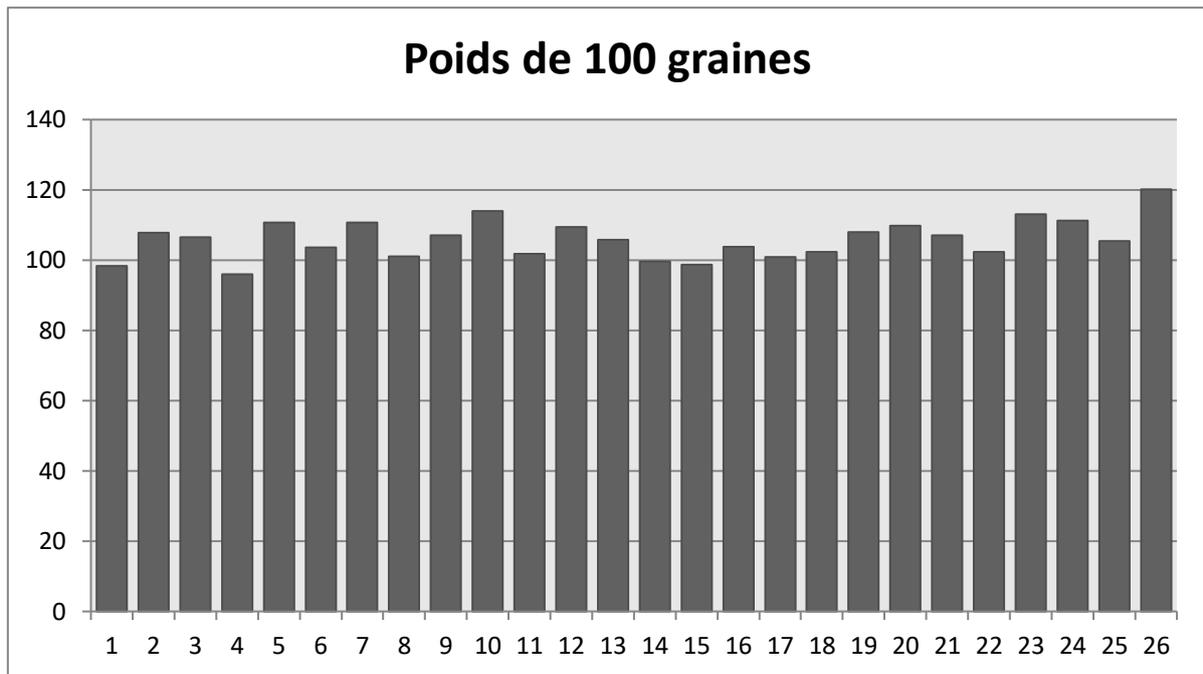
Figure 6: Classement des génotypes selon la sphéricité des graines



**Figure 7: Classement des génotypes selon la surface des graines**



**Figure 8: Graphe de classement des génotypes selon diamètre géométrique des graines.**



**Figure 9: Classement des génotypes selon le poids de 100 graines**

#### 4. Corrélations entre les variabilités

La corrélation entre les variables mesurées a été déterminée par le coefficient de Person au seuil de  $\alpha=0.05$  (Tableau 2). Il en ressort que la plupart des variables sont positivement corrélée entre elles sauf la sphéricité qui est négativement avec la majorité des paramètres.

En générale, les graines les plus épaisses tendent à être les plus sphériques. Toutefois, Ceci est démontré par la corrélation positive qui lie ces deux caractères ( $r=0,4$ ) et pas de la corrélation négative qui existe entre la sphéricité et tous les paramètres qui allongent les graines comme dans le cas des graines ayant une longueur beaucoup plus élevée que leur largeur ou un grand diamètre géométrique .

Comme il faut s'y attendre, la surface est corrélée positivement avec la et la longueur et la largeur. C'est-à-dire -à-dire que plus la graine est longue et large plus sa surface est élevée. Toutefois aucune corrélation significative avec le poids 100 graines n'a été détectée.

**Tableau 5 : Corrélation entre les paramètres agronomiques étudiés**

		Longueur	Largeur	Epaisseur	Dgcm	Sph	Surface	Poidsde100graines
Longueur	Corrélation de Pearson	1						
	Sig. (bilatérale)							
	N	26						
Largeur	Corrélation de Pearson	,450*	1					
	Sig. (bilatérale)	.021						
	N	26	26					
Epaisseur	Corrélation de Pearson	-.138	.207	1				
	Sig. (bilatérale)	.500	.311					
	N	26	26	26				
Dg cm	Corrélation de Pearson	,838**	,684**	.387	1			
	Sig. (bilatérale)	.000	.000	.051				
	N	26	26	26	26			
Sphéricité	Corrélation de Pearson	-,948**	-.225	,403*	-,627**	1		
	Sig. (bilatérale)	.000	.269	.041	.001			
	N	26	26	26	26	26		
Surface	Corrélation de Pearson	,833**	,684**	,395*	1,000**	-,619**	1	
	Sig. (bilatérale)	.000	.000	.046	.000	.001		
	N	26	26	26	26	26	26	
Poids de100graines	Corrélation de Pearson	.102	.304	.250	.266	.006	.276	1
	Sig. (bilatérale)	.620	.131	.218	.189	.977	.173	
	N	26	26	26	26	26	26	26

## Conclusion

Afin de distinguer les génotypes étudiés, nous les avons classés selon l'échelle proposée par Muehlbauer et Tullu (1977) ; l'échelle repose essentiellement sur la longueur des graines (Tableau 6) ;

}	<b>Fève : &gt; 20 mm</b>
	<b>Févette : entre 15 et 20 mm</b>
	<b>Féverole &lt; 15mm</b>

Nous avons également proposé une échelle selon la sphéricité des graines, étant donnée son importance dans la différenciation entre les graines des féveroles et les graines des fèves (Tableau 7) ;

}	<b>Fève : &lt; 55%</b>
	<b>Févette : entre 55 et 65 %</b>
	<b>Féverole : &gt; 65% féverole</b>

**Tableau 6: Classement des génotypes selon la longueur des graines**

Variété botanique	Génotype
Fève	<b>9 et 20</b>
Févette	<b>1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 10 , 11 , 12 , 13 , 14 , 15 , 16 , 17 , 18 , 19 , 22 , 23 , 24 , 25 , 26</b>
Féverole	<b>21</b>

Selon l'échelle de Muehlbauer et Tullu (1977), 88,5% des génotypes étudiés sont des févettes (*Vicia faba equina*)

**Tableau 7: Classement des Génotype selon la sphéricité des Graines**

<b>Variété botanique</b>	<b>Génotype</b>
<b>Féverole</b>	<b>13,19,21, 24</b>
<b>Févette</b>	<b>1,2,3,4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 25</b>
<b>Fève</b>	<b>26</b>

L'échelle que nous proposons classe les génotypes différemment ;seul le génotype 26 représente une fève. La variété botanique en revanche inclue plus de génotypes ; en plus du génotype 21. Le génotype 20, ayant des graines longues n'est pas considéré comme étant une fève selon cette échelle ; mais une févette.

# Référence

- **Belay, Zerihun. (2006).** *Symbiotic and phenotypic diversity of Rhizobium leguminosarum var viceae Isolates (Vicia faba) from Northern Gondar, Ethiopia.* Diss. Msc. Thesis. AA. University, 2006.
- **Bond DA, Kirby EJ. (1999).** Anthophora plumipes (Hymenoptera: Anthophoridae) as a pollinator of broad bean (Vicia faba major). *Journal of Apicultural Research.* 1999 Jan 1;38(3-4):199-203.
- **Bond, D. A., & Pope, M. (1980).** Ascochyta fabae on winter beans (Vicia faba): pathogen spread and variation in host resistance. *Plant Pathology*, 29(2), 59-65.
- **Bond, D. A., D. A. Lawes, and M. H. Poulsen. (1980).** "Broadbean (Faba bean)." *Hybridization of crop plants* (1980): 203-213.
- **Brink, M., Belay, G., & De Wet, J. M. J. (2006).** *Plant resources of tropical Africa 1: Cereals and pulses* (pp. 54-57). Wageningen, The Netherlands: PROTA Foundation.
- **Chaux C, Foury C .1994.** Production légumière : légumineuses potagères, Légumes fruits, Lavoisier, Paris, PP .4-8.
- **Cubero, José I.** "On the evolution of Vicia faba L." *Theoretical and Applied Genetics* 45, no. 2 (1974): 4751.
- **Daoui, Khalid. (2007).** "Recherche de stratégies d'amélioration de l'efficacité d'utilisation du phosphore chez la fève (Vicia faba L.) dans les conditions d'agriculture pluviale au Maroc." *Mémoire de thèse* (2007) : 156-201.
- **Duc, Gérard. (1997).** "Faba bean (Vicia faba L.)." *Field crops research* 53.1-3 (1997): 99-109.
- **Guignard. J.L. 1989.** Abrégés de botaniques, 7ème édition, pp : 173-176.
- **Hebblethwaite P.D. & Hawtin G.C. & Lutman P.J.W. (1983).** The Husbandry of Establishment and Maintenance. In the *Faba bean. (Vicia faba L.)*: Edited by P.

D. Hebblethwaite, pp 271-312.

- **Jensen ES, Peoples MB, Hauggaard-Nielsen H. (2010).** *Faba bean* in cropping systems. *Field Crops Research*. 115 : 203-216.
- **Jensen ES, Peoples MB, Hauggaard-Nielsen H. (2010).** *Faba bean* in cropping systems. *Field Crops Research*. 115 : 203-216.
- **Lim, T. K.** "Vicia faba." *Edible medicinal and non-medicinal plants*. Springer, Dordrecht, 2012. 925-936.
- **López-Bellido, F. J., L. O. Lopez-Bellido, and R. J. López-Bellido. (2005).** "Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.)." *European Journal of Agronomy* 23.4 (2005): 359-378.
- **Loss S.P, Siddique K.H.M (1997).** Adaptation of *faba bean* (*Vicia faba* L.) to dryland Mediterranean-type-environment. I. seed yield and yield components. *Field Crops Research*. 52 : 17-28.
- **Loss, S. P., K. H. M. Siddique, and D. Tennant. (1997).** "Adaptation of faba bean (*Vicia faba* L.) to dryland Mediterranean-type environments III. Water use and water-use efficiency." *Field Crops Research* 54.2-3 (1997): 153-162.
- **Maxted, N., 1993.** A phenetic investigation of *Vicia* L. subgenus *Vicia* (Leguminosae, Viciae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 111(2), pp.155-182.
- **Pédron J-Y. (2006).** Références Productions légumières. Lavoisier 2ème édition, Paris, pp. 366-367.
- **Qian, J., and A. Fatemi. (1996).** "Mixed mode fatigue crack growth: a literature survey." *Engineering fracture mechanics* 55.6 (1996): 969-990.
- **Wojciechowski, Martin F., Matt Lavin, and Michael J. Sanderson. (2004).** "A phylogeny of legumes (Leguminosae) based on analysis of the plastid matK gene resolves many well-supported subclades within the family." *American journal of botany* 91.11 (2004) : 18

# Annexes

<b>PLOT R1</b>	<b>PLOT R2</b>
20101	3
20102	20215
20103	4
20104	20208
20105	20216
20106	20207
20107	20217
20108	20205
20109	20218
20110	1
20111	5
10112	20211
20113	20206
20114	20210
20115	20219
20116	20203
20117	2
20118	20201
20119	20209
20120	20202
1	20204
2	12213
3	20220
4	6
5	20214
6	12212

**Annexe 1 : Dispositif expérimentale**

**Annexe 2 : Moyennes des deux répétitions selon la taille des graines.**

<b>Variété</b>	<b>Longueur</b>	<b>Largeur</b>	<b>Epaisseur</b>	<b>Dg(mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Φ(%)</b>	<b>S(mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Poids de 100 graines</b>
<b>1</b>	18.645	13.295	5.765	11.2635028	60.4181972	398.832277	106.285
<b>2</b>	18.915	13.235	5.865	11.3637163	60.0706645	405.882676	109.235
<b>3</b>	16.485	12.63	5.7	10.5778522	64.4071495	351.756249	107.585
<b>4</b>	17.425	12.71	5.815	10.8685704	62.6533004	371.652077	107.475
<b>5</b>	17.86	12.745	5.745	10.9347566	61.2646871	376.126198	114.675
<b>6</b>	18.83	13.28	5.765	11.2902861	60.2990949	402.620866	122.09
<b>7</b>	19.09	13.155	6.14	11.5404784	60.7988695	419.383523	119.55
<b>8</b>	17.46	12.31	5.72	10.7108852	61.3538229	360.490164	106.735
<b>9</b>	20.205	13.205	5.745	11.5292416	57.0811654	417.692075	106.445
<b>10</b>	18.535	12.92	5.53	10.9763523	59.3684286	378.78374	110.75
<b>11</b>	17.235	12.88	5.415	10.6299812	61.674709	355.190611	115.015
<b>12</b>	17.82	13	5.67	10.9497461	61.5086265	376.756389	93.755
<b>13</b>	15.165	12.325	5.475	10.0761633	66.459138	319.037075	102.84
<b>14</b>	16.985	12.48	5.57	10.5690888	62.2316626	350.944194	105.045
<b>15</b>	19.85	13.33	5.15	11.0865278	55.8535531	386.149506	122.125
<b>16</b>	18.32	13.075	5.72	11.1059556	60.6378821	387.667221	104.25
<b>17</b>	18.09	12.875	5.675	10.9705065	60.7426383	378.351743	96.8
<b>18</b>	18.85	13.01	5.755	11.2159193	59.5509331	395.405414	96.84
<b>19</b>	16.51	13.21	5.825	10.8302564	65.5981274	368.526381	102.345
<b>20</b>	20.04	12.74	5.29	11.0528659	55.1503497	383.938477	95.09
<b>21</b>	14.91	13.305	5.57	10.3380189	69.3403397	335.80099	104.39
<b>22</b>	17.505	12.655	5.585	10.7310448	61.4989228	362.729685	107.99
<b>23</b>	17.645	12.885	5.645	10.8651706	61.7143044	371.982605	98.26
<b>24</b>	15.695	12.3	5.765	10.3618653	66.0488231	337.311299	101.485
<b>25</b>	17.06	12.57	5.37	10.4779614	61.4350799	344.918034	106.84
<b>26</b>	19.51	12.695	4.9	10.6591334	54.7770234	357.134778	90.77