

Développement de l'agriculture biologique dans la région de Khénifra, Maroc : cas du safran

Zakaria BRITEL^{1*}, Aziza MOURADI¹ et Thierry GIVERNAUD²

¹ *Laboratoire de Biochimie, Biotechnologie, Santé et Environnement, Université Ibn Tofail, Faculté des sciences, BP 133 - 14000 Kénitra, Maroc*

² *Société STEOF. 5, lot. Johara, Bir Rami Est, 14000 Kénitra, Maroc*

* Correspondance, courriel : brichad24@gmail.com

Résumé

Le safran est connu comme l'épice la plus chère et la plus attrayante au monde, pour les caractéristiques exceptionnelles de ces stigmates secs particulièrement le pouvoir colorant, la saveur et l'arôme. L'espèce exploitée en culture est *Crocus sativus*, appartenant à la large famille des Iridacée et au genre *Crocus*. Du fait de l'utilisation très limitée d'engrais de synthèse et de l'absence de traitement contre les maladies et les mauvaises herbes, le mode de conduite traditionnelle de cette culture est largement susceptible à une conversion vers un système d'agriculture biologique dans la région de Khénifra à fortes potentialités édapho-climatiques. Durant notre étude qui s'étalait sur une année de culture dans deux sites différents, il s'est avéré que les rendements du safran en stigmates secs dans les deux sites sont respectivement de l'ordre de 6,3Kg / Ha et 4,68 Kg / Ha. Les dimensions des bulbes utilisés au cours de la première plantation expliquent en grande partie les rendements obtenus, quant au diamètre moyen des bulbes de remplacement, il varie de 2,4 cm à 2,6 cm. On constate que ces résultats sont très encourageant pour une première année de floraison, et le potentiel d'amélioration du rendement est là, en évoluant probablement vers un système de production biologique moderne dans le futur.

Mots-clés : *safran, agriculture biologique, Khénifra.*

Abstract

Development of organic farming in Khénifra, Morocco : case of saffron

The saffron is known as the most expensive and the most attractive spice to the world, for the exceptional characteristics of these stigmas dry particularly the coloring power, the flavor and the aroma. The species exploited in culture is *Crocus sativus*, belonging to the wide family of Iridaceae and to the kind *Crocus*. Because of the use very limited by fertilizer of synthesis and of the absence of treatment against the diseases and weeds, the mode of traditional conduct of this culture widely may in a conversion towards a system of organic farming in the region of Khénifra with strong edaphic and climatic potentialities. During our study which spread out over one year of cultivation in two different sites, it has proved that the yields on the saffron in dry stigmas in both sites are respectively of the order of 6,3 kg / Ha and 4,68 kg / Ha. The dimensions of bulbs used during the first plantation explain largely the obtained yields, as for the average diameter of the bulbs of replacement; he varies from 2,4 cm to 2,6 cm. We notice that these results are very encourage for a first year of flowering, and the potential of improvement of the yield is there, by evolving probably towards a system of modern biological production in the future.

Keywords : *saffron, organic farming, Kénifra.*

1. Introduction

L'agriculture biologique est connue tel un système global de productions agricoles (végétales et animales) qui privilégie les pratiques de gestion plutôt que le recours à des facteurs de production d'origine extérieure, elle intègre des aspects environnementaux et fait essentiellement appel à la matière organique pour l'entretien des sols. [1]. Dans cette optique, des méthodes culturales, biologiques et mécaniques sont utilisées de préférence aux produits chimiques de synthèse. Lors de ces dernières années, le Maroc a connu une progression considérable tant sur le plan technique et commercial que sur le plan social, particulièrement quand il a décidé d'appliquer, dernièrement, deux principales projets pour l'état qui sont : la protection de l'environnement et l'amélioration de son agriculture au travers le projet de plan Maroc vert [2]. La présente étude vise à compléter cet élan de recherche par le biais de la production biologique du safran dans la région de Khénifra [3], qui suscite un intérêt public et des investissements dans le domaine, et est dotée d'un potentiel édapho-climatique favorable au développement d'une flore riche et variée en plantes aromatiques et médicinales, en l'occurrence le safran (*Crocus sativus*).

2. Matériel et méthodes

2-1. Caractéristiques de la zone d'étude

2-1-1. Sites des essais expérimentaux

Durant la période d'étude, les expérimentations ont été menées dans la région de Khénifra et à Ouaoumana, à 34 km au sud de la ville de Khénifra, De latitude $5^{\circ} 40' 0''$ Ouest et $32^{\circ} 56' 17''$ Nord pour le premier site à Khénifra d'une altitude de 837 m, puis $5^{\circ} 50' 22''$ W et $32^{\circ} 42' 29''$ Nord pour le deuxième site d'essais à Ouaoumana et à une altitude de 730 m.



Figure 1 : Localisation géographique des sites des essais (source : image adapté à partir de Google Earth, échelle 1 : 2 500 000)- Geographical location of the sites of the tries (source : image adapted from Google Earth, scale 1 : 2 500 000)

Notre choix tient compte tant sur des avantages que représente ce site vu les exigences climatiques et édaphique du safran [4], que sur la disponibilité des différentes données nécessaires à ce propos [5]:

- Ressources hydriques abondantes, pluviométrie moyenne suffisante permettant ainsi d’achever le cycle de culture dans de bonnes conditions ;
- Qualité physicochimiques du sol favorable et profondeur suffisante, bon drainage, acidité et alcalinité normales, richesse naturelle en éléments minéraux et en matière organique;
- Ces deux zones subissent des températures relativement modérées par rapport aux autres endroits régionaux comme « laqbab » ou « moulay Bouazza » où les températures minimales sont parfois aux dessous des -10 °C, et donc le risque de gel est très élevé ;
- Relief très peu accidentés présentant des pentes très faibles ;
- Plantes vivaces faciles à éliminer.

2-1-2. Géologie

Les deux zones d’étude sont situées géologiquement à l’extrémité sud-ouest du Moyen Atlas Plissé. C’est un massif organisé en rides anticlinales (chainons montagneux) séparées par de larges dépressions synclinales (bassins intra-montagneux). Il est constitué exclusivement des formations post-hercyniennes (argiles, grès, basaltes du Trias, dolomies, calcaires, et marnes du Jurassique, calcaires marneux du Crétacé). L’hydrologie de ce domaine est compliquée par les phénomènes karstiques qui induisent un écoulement sous terrain [5, 6].

2-1-3. Pédologie

A Ouaoumana, le sol est peu évolué de texture globale moyenne à grossière argilo-limoneuse, d’érosion régosolique, suffisamment riche en matière organique avec des valeurs qui dépassent les 2 % et un pH neutre à légèrement basiques, une conductivité électrique EC de 0,1 dS / m. l’évapotranspiration potentielle moyenne sur les trois dernières années est de 1464 [7, 8]. Khénifra, quant à elle, Renferme un sol de texture globale moyenne argileuse, suffisamment riche en matière organique aussi (> 1,7 %), le pH varie de 6 à 8 et une EC de 0,1 dS / m également. l’évapotranspiration potentielle moyenne sur les trois dernières années est de 1391 [7, 8].

2-1-4. Climat à Khénifra

La région de Khénifra est connue par un climat de type méditerranéen continental des montagnes, froid et pluvieux en hiver, chaud et sec en été [6]. Les précipitations sont concentrées sur le mois de novembre jusqu’au mois d’avril [7].

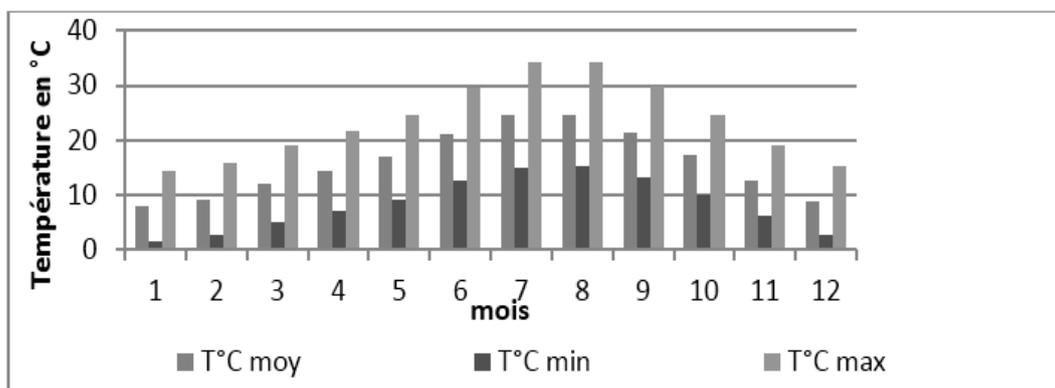


Figure 2 : Variation de la température à Khénifra en 2014- Variation of the temperature to Khénifra in 2014

La pluviométrie varie de l'Est à l'Ouest et du Nord au Sud, en fonction de l'altitude, de la latitude et de l'exposition. La moyenne pluviométrique annuelle sur les trois dernières années est de 410 mm, avec un maximum de 770,88 mm, et un minimum de 180 mm. Les chutes de neige sont fréquentes en hiver [7]. Au mois d'Août, la température moyenne est de 24.7 °C. Août est de ce fait le mois le plus chaud de l'année. Avec une température moyenne de 8.0 °C, le mois de Janvier est le plus froid de l'année. En plus de la sécheresse, les aléas climatiques les plus fréquents sont les gelées, la grêle et les orages. Les gelées ont lieu durant la période de décembre à février avec une fréquence moyenne de 6 jours / mois, alors que les gelées printanières qui sont les plus redoutables ont lieu entre les mois de mars à mai, selon une fréquence de 3 jours par mois, causant ainsi des dégâts sur les rosacées fruitières sur près de 90 % des plantations [7, 8]. La température moyenne est de l'ordre de 35 °C avec des maximas absolus atteignant +45°C, la température moyenne minimale en hiver avoisine les 4°C avec des minimas absolus de -4 °C [5, 7, 8]. Les précipitations varient de 92 mm entre le plus sec et le plus humide des mois. Une différence de 16.7 °C existe entre la température la plus basse et la plus élevée sur toute l'année [7, 8].

2-1-5. Climat à Ouaoumana

Le climat y est chaud et tempéré, les précipitations sont plus importantes en hiver qu'en été. D'après Köppen et Geiger, le climat y est classé Csa. Sur l'année, la température moyenne est de 17,3°C. La moyenne des précipitations annuelles atteints 639 mm [7, 8]. Le mois le plus sec est celui de Juillet avec seulement 3 mm, une moyenne de 99 mm fait du mois de Décembre le mois ayant le plus haut taux de précipitations (**Figure 4**). Au mois de Juillet, la température moyenne est de 26,7°C. Juillet est de ce fait le mois le plus chaud de l'année, et 9,1°C font du mois de Janvier le plus froid de l'année [7, 8].

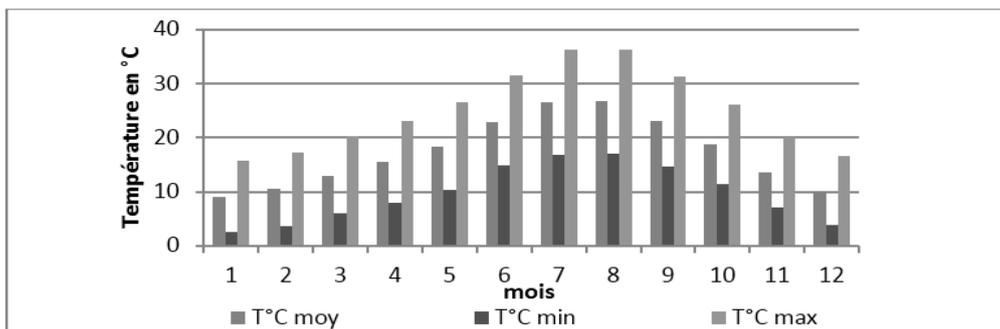


Figure 3 : Variation de la température à Ouaoumana en 2014- Variation of the temperature to Ouaoumana in 2014

Les précipitations varient de 96 mm entre le plus sec et le plus humide des mois. 17.6 °C de variation sont affichés sur l'ensemble de l'année en cours (**Figure 4**).

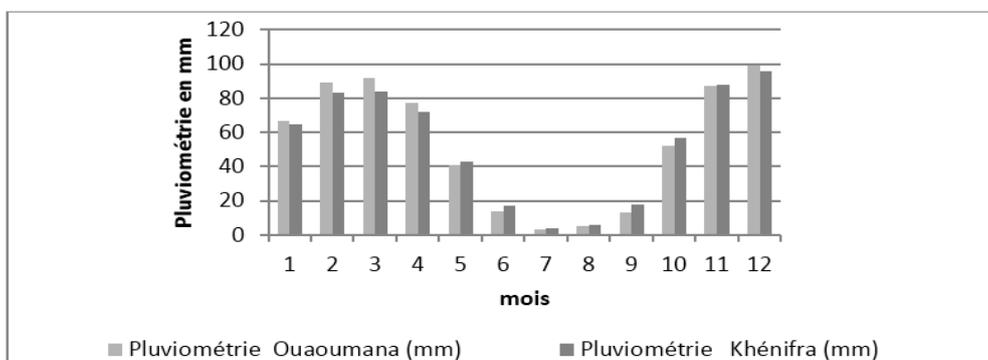


Figure 4 : Cumul de pluviométrie de Khénifra et Ouaoumana au titre de l'année 2014- accumulation of pluviometry of Khénifra and Ouaoumana in the year 2014

2-2. Sélection des cormes et conduite technique des expérimentations

2-2-1. Sélection et implantation des cormes

Les bulbes implantés sont des souches issues de la région de Taliouine. Une seule variété été utilisée du genre « *Crocus sativus* ». Ces bulbes ont été sélectionnés et triés, selon la taille, le poids et l'état phytosanitaire. Le diamètre moyen des cormes de semis est de 3,5 et de 3,3cm au premier et deuxième site successivement. Ainsi les bulbes qui présentent des pourritures suite à l'infestation par les champignons surtout, des tailles en dessous de 2,5 cm, ou un poids inférieur à 6 g sont écartées. Ainsi 100 bulbes / 3 m² sont plantés, soit 450 bulbes au total (*Figure 5*).



Figure 5 : *Bulbes de crocus sativus- Bulbs of crocus sativus*

La culture est réalisée sur 3 blocs de 3 m² chacun, soit une superficie totale de 9 m² (*Figure 6 et Figure 7*), avec des lignes écartées de 25 cm et l'espacement intra-ligne est de 11 cm.



Figure 6 : *Blocs de culture- Blocks of culture*

L'irrigation des parcelles cultivées est assurée sur les bordures au passage des canalisations d'irrigation (*Figure 8*). L'apport en eau est assurée directement sur le sol selon le système de tour d'eau « dawra », soit 9 jours de tour. Cette technique traditionnelle repose sur des parcelles quadrillées de petits casiers (de quelques m²) qui sont ensuite inondés par le biais d'une séguia (canal) Ces ressources hydriques proviennent directement de l'eau du bassin d'Oum Rbia. La quantité d'eau apportée est estimée à 35 L / m² pour se rapprocher de celle rapportée par Ait Oubahou et El Otmani [9] qui est de 35 - 50 L et 8-10 irrigations / cycle respectivement.

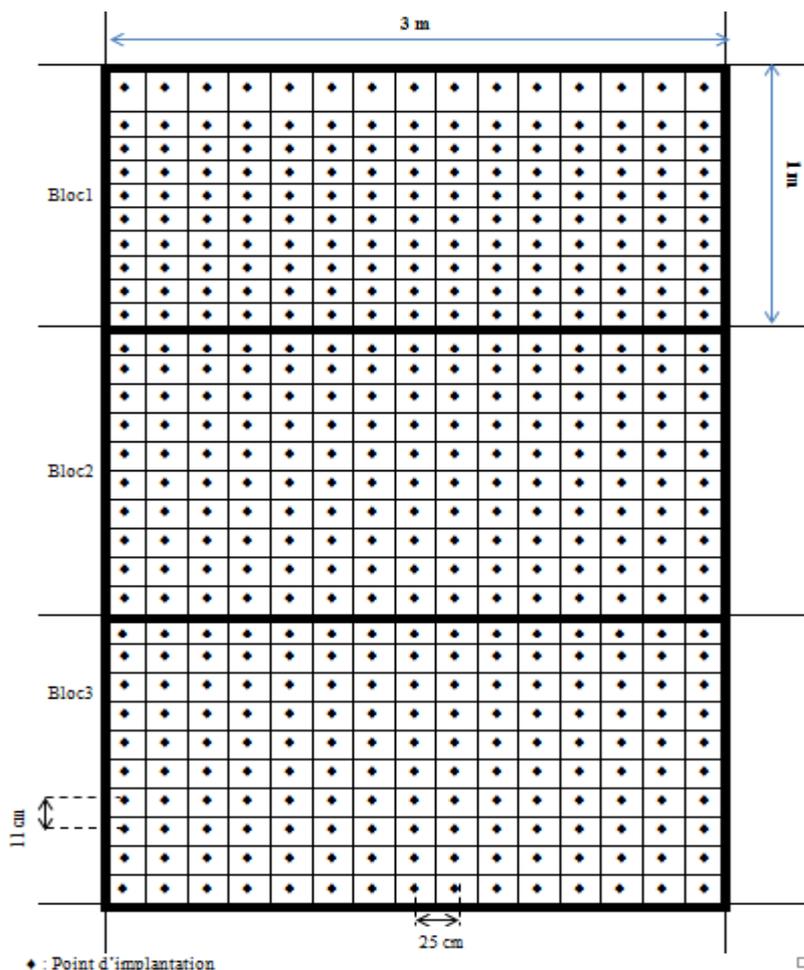


Figure 7 : *Plan des essais- Plan of the tries*

Au printemps, au cours de la période critique pour les besoins en eau et là où se forment des nouveaux bulbes [4], les besoins en eau journaliers se situent entre 2 et 3 mm / jour soit 40L / m² [10]. En été où la demande climatique est élevée et l'eau est rare le safran est en phase de dormance et n'a pas besoin d'irrigation [4]. Vu les exigences minimales en matière organiques et en eau du safran, et dans le but de minimiser les intrants, la fertilisation chimiques a été compensée par simple apport de fumier. La quantité de fumure utilisée est de l'ordre de 2 kg / m².



Figure 8 : *Système d'irrigation par des canalisations d'irrigation- System of irrigation by pipes of irrigation*

2-2-2. Récolte

On ne procède à la récolte qu'à l'émergence de 50 % des fleurs, et la durée de récolte était de 10 jours et s'étalait du 10 au 19 octobre. La cueillette des fleurs manuelle a été faite entre 8 et 16 h dans le site d'Ouaoumana, et de 7 à 17 h à Khénifra. Sur ces deux sites, un ensemble de 30 bulbes était échantillonné sur les 3 parcelles (*Figure 7*), c'est-à-dire 10 bulbes par parcelle. Puis le nombre de fleurs présent sur ce prélèvement aléatoire est comptabilisé.

Tableau 1 : Itinéraires techniques des essais- Technical routes of the tries

Opération	Descriptif
Date labour	21 / 9 / 2014
Date semis (plantation)	21 / 10 / 2014
Profondeur de plantation (cm)	15
Densité semis (bulbes/m ²)	50
Date du début de récolte	10 / 11 / 2014
Date de fin de récolte	18 / 11 / 2014

Le *Schéma* suivant résume notre démarche expérimentale sur le terrain :

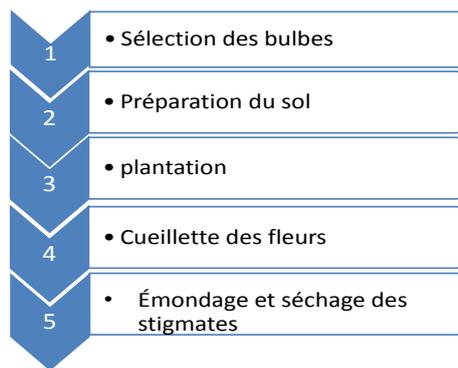


Figure 9 : schéma de l'itinéraire technique suivi sur le terrain- Plan of the technical route followed on the ground

2-3. Détermination du taux d'humidité et de la biomasse

Le calcul de la biomasse a été réalisé à trois moments du cycle : 15 jours après la plantation, à la récolte (stade floraison), pendant la croissance végétative (feuilles et racines) et enfin avant l'entrée en dormance où le remplissage des cormes et au maximum. Lors de la première mesure (après la plantation), les échantillons sont ramenés ensuite au labo pour subir un émondage manuel à l'aide d'une pincette. Par conséquent les différents éléments constituant la matière végétale (feuilles, fleurs et stigmates) sont ainsi séparés et étudiés : Les stigmates et les fleurs sont séparés et pesés sur une balance de précision 0,01 g à l'état frais, puis à l'état sec après étuvage à 60 °C pendant 24 h. Ceci permet d'avoir une masse sèche constante. La différence de poids entre les deux pesées permet de calculer la biomasse d'une part, et l'humidité d'autre part, en adoptant la *Formule* suivante :

$$\% H = [(M_0 - M_1) / (M_0)] \times 100 \tag{1}$$

avec,

- % H : Pourcentage d'humidité ou taux d'humidité ;
- M₀ : Masse de l'échantillon avant étuvage ;
- M₁ : Masse de l'échantillon après étuvage.

Chez les feuilles, les mêmes mesures que la biomasse sont recherchées est suivi pendant les mêmes dates. La pesée des feuilles se fait par la même procédure d'échantillonnage précédent sur neuf jours mais pour chaque stade.

2-4. le rendement

Il est calculé à deux moments du cycle, après la récolte et à la fin du cycle (avant le l'entrée en dormance) à partir des résultats obtenues à l'issue de l'échantillonnage décrit auparavant. Pour le rendement en fleurs. Le nombre totale de fleurs présentes sur chaque échantillon été comptabilisé, puis ce nombre été rapporté sur le nombre de cormes pour chaque groupe de fleurs. De là sont extraits le rendement en fleurs, puis le rendement en cormes (nombre de corne fils ou de remplacement) à la fin du cycle sur neuf jour et l'indice de récolte (rapport de la masse végétale utilisable à la biomasse totale).

2-5. Traitements des données

Les résultats obtenu sont traités moyennent le logiciel SPSS, qui, à travers ces utilitaires (statistique descriptives, corrélation bivariée, comparaison de moyennes, etc.) s'avère largement suffisant en ce qui concerne l'analyse et la gestion graphique des données, et en se basant sur des tableurs Excel afin de puiser le maximum d'informations dans un cadre interactif et simple.

3. Résultats

3-1. Biomasse

Les deux *Figures* ci-dessous montrent une irrégularité des deux poids (frais et sec) entre les deux exploitations sur toute la durée de récolte. Sur la *Figure 10*, on voit que le poids frais des fleurs fluctue entre un minimum de 12,60 g et un maximum de 25,42 g au site 1. Alors que le site 2 présente un minimum de 7,32 g et un maximum de 35,12 g de poids frais. Quant au poids sec des fleurs (*Figure 11*), il varie entre 0,9 et 5,84 g au site 1, et entre 1,55 g et 8 g au site 2. Les moyennes des poids frais entre les deux sites sont différentes, une différence que l'on peut remarquer clairement lorsqu'on passe au poids sec, et la dispersion se voit plus nette dans le site d'Ouaoumana (site 2) avec une étendu qui dépasse le double de celle du site 1.

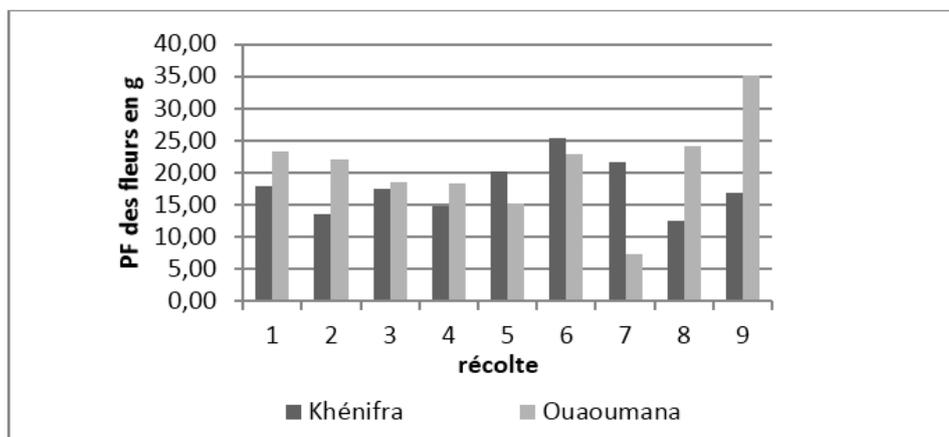


Figure 10 : Poids frais des fleurs par récolte - Fresh weight of flowers by harvest

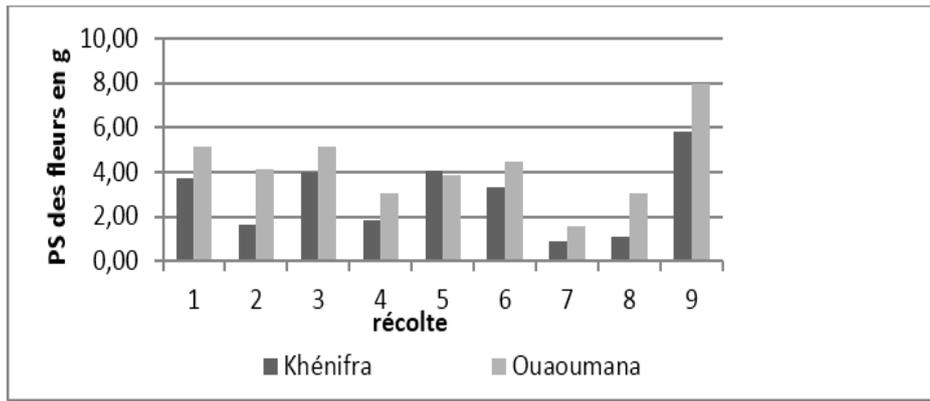


Figure 11 : Poids sec des fleurs par récolte- dry weight of the flowers by recolte

3-2. Poids des stigmates

La pesée des stigmates, comme l'illustre la **Figure 12** et la **Figure 13**, donne des résultats qui diffèrent selon la dates de récolte et selon le lieu. Une baisse progressive du PF et du PS au site 2 du premier au cinquième jour de récolte est remarquée : de 1,43 à 0,86 g du PF et de 0,45 à 0,28 g du PS. Alors que la valeur du PF et du PS au site 1 n'est pas stable sur cette période, et varie autour d'une moyenne de 1,28 g pour le premier et de 0,28 g pour le deuxième. Au huitième jour, un maximum de 0,66 g de PS est enregistré à Ouaoumana, contrairement au PF dont on enregistre un max de 4,32 g à Khénifra.

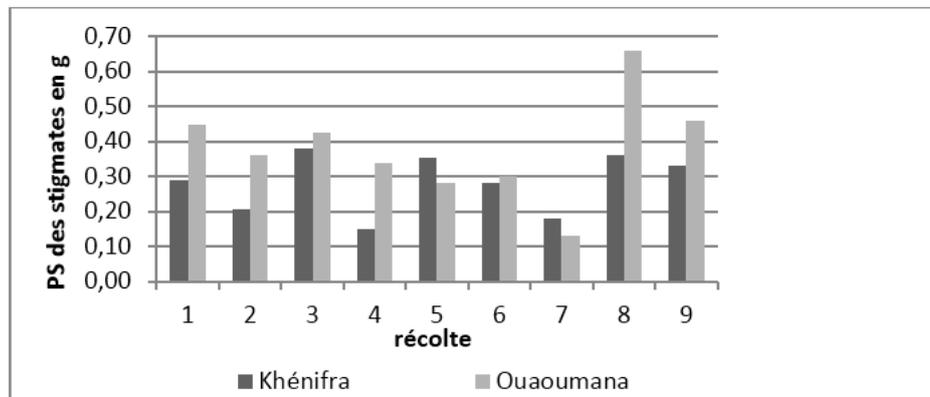


Figure 12 : Poids sec des stigmates par jour de récolte- dry weight of stigmas by a day of harvest

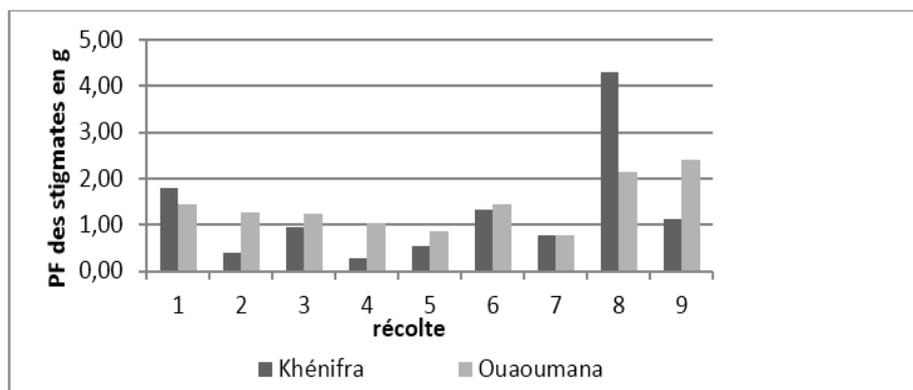


Figure 13 : Poids frais des stigmates par jour de récolte- fresh weight of stigmas by a day of harvest



Figure 14 : *Fleur de Crocus sativus présentant 3 stigmates- flower of Crocus sativus presenting 3 stigmas*

3-3. Poids des feuilles

Le développement des feuilles a eu lieu principalement en trois phases : après la plantation, au cours de l'émergence des fleurs et enfin pendant la croissance végétative. Les deux **Figures 15 et 16** montrent que la croissance des feuilles est progressive, dans les deux sites, et on voit bien que les feuilles atteignent un poids frais et sec maximal dans le stade 3 qui correspond à la phase de maturité, ce qui témoigne d'une activité photosynthétique intense, puisque cette phase correspond en fait au remplissage des bulbes de remplacement.

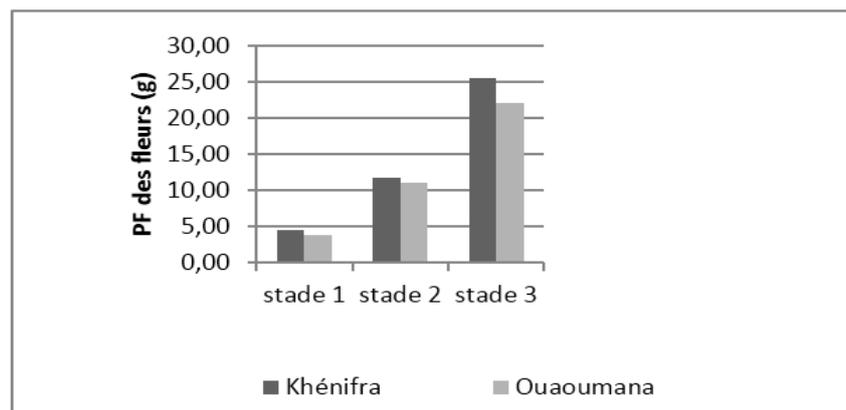


Figure 15 : *Variation du poids frais des feuilles à différents stades de développement- Variation of the fresh weight of sheets with various stages of developmen*

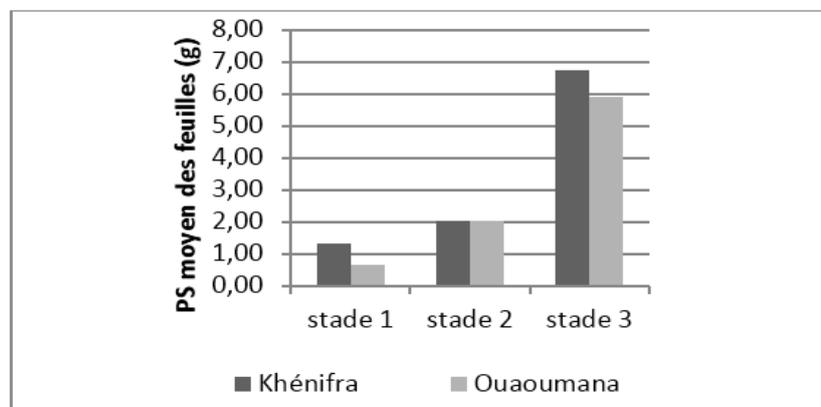


Figure 16 : *Variation du poids sec des feuilles à différents stades de développement*

Stade 1 = 15 jours après la plantation ; stade 2 = stade floraison ; stade 3 = pendent la croissance végétative (stade maturité)- Variation of the dry weight of sheets with various stages of development. Stage 1 = 15 days after the plantation; stage 2 = stage blooming; stage 3 = hang the vegetative growth stage maturity

3-4. Rendement

3-4-1. Rendement en fleurs

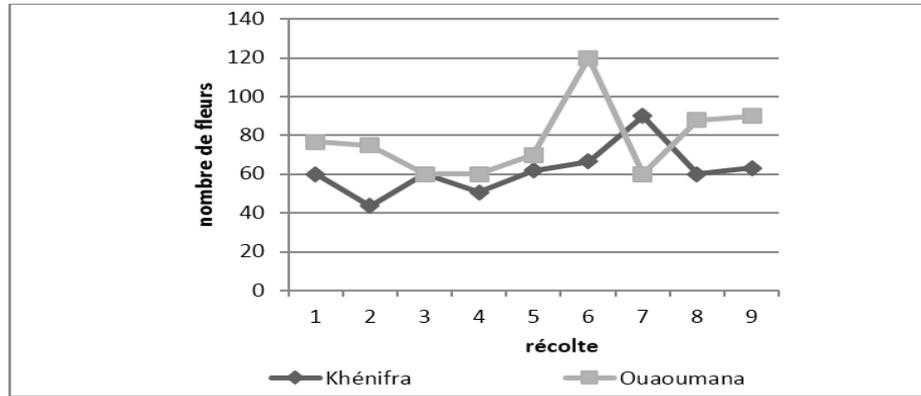


Figure 17 : Rendement en fleurs produites par jour de récolte- Yield in flowers produced by a day of harvest

Une première lecture de la **Figure 17** montre que le nombre de fleurs obtenu au site d’Ouaoumana est important par rapport à celle récoltées à Khénifra. Il paraît aussi que le pic de floraison a lieu au 6^{ème} jour après la floraison au site 2 avec 120 fleurs, soit 17,15 % de toute la récolte, et au 7^{ème} jour pour le site 1 avec 90 fleurs, soit 16,2 % de la récolte. Sachant que la durée entre la 1^{ère} irrigation et le début de floraison été de 11 jours. Un minimum enregistré respectivement dans le 1^{er} et le 2^{ème} site de 44 et 60 fleurs. L’écart entre les deux valeurs extrêmes au site 1 est de 40, or il est égale à 60 au 2^{ème} site.

3-4-2. Rendements en cormes et l’indice de récolte

Les résultats obtenus indiquent que le niveau de rendement en fleurs et en cormes est plus intéressant à Ouaoumana qu’à Khénifra. Un indice de 0,7 à Ouaoumana signifie que 70 % de la biomasse totale est utilisable alors qu’elle ne dépasse pas 62 % à Khénifra. Les bulbes nouvellement formés dites encore bulbes de remplacement arrivent à maturité, en moyenne, avec un diamètre de 2,6 cm à Ouaoumana, et 2,4 cm à Khénifra.

Tableau 2 : Rendement et diamètre moyens des bulbes par site- yield and Average diameter of bulbs by site

	Site 1 (Khénifra)	Site 2 (Ouaoumana)
Rendement en fleurs (fleurs / cormes)	556	700
Rendement en cormes (g)	2288	2495
Diamètre moyen des cormes (cm)	2,4	2,6
Indice de récolte	0,62	0,70

4. Analyse et discussion

Le déclenchement de la floraison dépend de la durée d’ensoleillement et de la température ambiante. L’éclosion des premières fleurs s’est produite lorsqu’on a enregistré entre 23 et 25 °C le jour et 10 °C la nuit. En effet, la floraison commence deux ou trois semaines après la première irrigation [10]. Et dans la mesure

où une irrigation précoce ou excessive est associée aux températures élevées, ceci peut engendrer l'apparition des feuilles avant les fleurs [4] dite aussi l'hysperanthie des fleurs. C'est ce qui a été d'ailleurs remarqué dans les deux sites. Cela peut être expliqué par les pluies importantes sur les deux villes avant le développement naturel des fleurs. On suppose donc qu'en période froide et pluvieuse, surtout à Ouaoumana, il y a eu une anticipation de la floraison. On peut dire aussi que les environnements froids sont favorables à la production des fleurs, et c'est ce qui confirme les études de [4]. Le rendement du safran, particulièrement le rendement en stigmates secs, dépend de plusieurs facteurs agronomiques, biologiques et environnementaux. Il est principalement influencé par la dimension et les conditions de stockage des bulbes, les conditions climatiques, la date de semis, le système de conduite (annuel ou pérenne), les pratiques culturales (irrigation, fertilisation, désherbage, protection phytosanitaire, etc.) et l'âge de la culture [11]. Les rendements en stigmates secs rapportés dans la littérature sont très variables, en tenant compte des raisons précitées, entre 1 et 20 voire 30 kg / Ha dans des exploitations modernes de safran en troisième année de culture [4]. Pour une première année de plantation, on peut atteindre 9,2 kg / Ha dans certains environnements, tandis qu'il ne dépasse pas 0,9 kg / Ha dans d'autres [3].

Les résultats concernant le rendement en stigmates sec nous montre que sur un ensemble de 270 échantillons répartis sur toute la période de récolte on obtient un total de 3,4 g de stigmate sec à Ouaoumana contre 2,53 g à Khénifra dans une superficie de 9 m². Autrement dit, Avec un total de 450 bulbes plantés nous avons un rendement de 6,3kg / Ha de stigmates secs à Ouaoumana contre 4,68 kg / Ha à Khénifra. Sachant qu'une safranière n'atteint son potentiel maximal de production qu'en troisième année de culture, alors qu'il est généralement faible en première année [3]. Ces résultats sont le fruit et l'interaction de plusieurs paramètres qui en sont joués à cette faveur, en l'occurrence l'abondance des ressources hydriques, la durée d'ensoleillement dans les deux sites, la qualité du sol mais surtout la qualité et le calibre des cormes utilisés. Pour consolider ce constat, nous avons procédé à une analyse statistique par le calcul de l'indice de Pearson entre le poids sec moyen des stigmates et le poids moyen ainsi que le diamètre des cormes. L'indice de corrélation obtenu d'un côté entre le poids moyen des cormes et le poids sec moyen des stigmates est de 0,97 et entre ce dernier et le diamètre des cormes d'un autre côté est égale à 0,87. A l'égard de ces chiffres il est clair que l'influence du diamètre et du poids des bulbes sur le poids et probablement la qualité du safran est hautement significative. Généralement les dimensions des bulbes, comme nous venant de le démontrer, expliquent en grande partie les rendements notamment au cours des deux premières années de culture. C'est pour cela que le diamètre minimal des bulbes au semis doit être supérieur à 2,5 cm. Les bulbes fils, rappelons-le, c'est des bulbes de remplacement qui se forment à maturité vers le mois d'avril [9].

Le diamètre moyen des bulbes de remplacement à Ouaoumana est de 2,6 cm, or les bulbes de Khénifra sont à un diamètre moyen de 2,4 cm. Si l'on compare ces mesures avec celles rapportées à l'issue d'une enquête par Aboudrare en 2009 [4] sur les diamètres et les rendements des bulbes dans la région de Taliouines-Taznakht, et qui ne dépassent pas 2,1 cm de diamètre on constate que ces résultats sont très encourageant pour une première année de floraison, particulièrement à Ouaoumana. Le problème des adventices est accentué par l'utilisation du fumier de couverture non suffisamment mûr qui est une source principale des semences de mauvaises herbes et éventuellement d'insectes et maladies. Durant nos essais, l'utilisation d'herbicides pour le désherbage était absente, ce qui constitue un atout pour la conversion au système d'agriculture biologique. La sensibilité aux agents pathogènes et ravageurs peut être évaluée selon l'importance des dégâts et le degré d'attaques constatées sur les cormes, les organes de la fleur, notamment les stigmates et les feuilles. Au cours des essais et mis à part quelques fleurs déformées et non redressées au moment de la récolte, pas de dégâts significatifs n'ont été relevés sur aucun des autres stades évolutifs. Ces dommages mineurs sont expliqués par l'excès de pluie surtout et ou d'irrigation, durant la récolte, où l'on enregistre successivement à Ouaoumana et à Khénifra au septième et au huitième jour, des taux d'humidité de 82,81 % et 91,67 %. En revanche, ceci ne pourrait en aucun cas exclure l'effet de l'engorgement et du compactage du sol, compte tenu de sa nature argileuse et argilo-limoneuse.

5. Conclusion et perspectives

Cette étude avait plutôt pour but le développement de l'agriculture biologique d'abord à travers l'introduction et l'amélioration de safranière dans la région de Khénifra, mais surtout la préparation à la certification biologique du safran. Sur 450 bulbes plantés nous avons un rendement de 6,3 kg / Ha de stigmates secs à Ouaoumana contre 4,68 kg / Ha à Khénifra. Les bulbes nouvellement formés et qui vont remplacer les bulbes mères présentent un diamètres moyen de 2,4 à 2,6 cm. Comparées avec les mesures obtenues à Taliouines- Taznakht rapporté dans la littérature par [4] et où le diamètre des bulbes ne dépassait pas 2,1 cm de diamètre, on en déduit que ces résultats sont très encourageant pour une première année de floraison, particulièrement à Ouaoumana. Ainsi l'activité liée à ce secteur se révèle riche et prometteuse, ce qui constitue un important atout pour l'établissement et le développement du secteur dans la région, et les familles en milieu rural n'auront aucun souci de passer de la récolte saisonnière traditionnelle des plantes spontanées à faible ou moyenne valeur ajoutée à une source de revenus à haute valeur ajoutée, Puisqu'il ont des connaissances considérables et un savoir- faire pratique acquis par de longues années de vie avec les PAM et les herbes en milieu naturel. En l'occurrence, le respect du cahier de charge régissant l'agriculture biologique ne doit donc poser aucun problème au cours de la certification eu égard au rapprochement des techniques utilisés dans notre cas et à l'apport réduit d'intrants avec le mode de production biologique. Toutefois, le safran est qualifié de plante semi-pérenne, et de ce fait la certification biologique ne peut avoir lieu qu'après la récolte du 24^{ème} mois [12]. De plus, il est fortement recommandé en agriculture biologique une association de cultures soit de façon traditionnelle avec des cultures annuelles ou fruitières [11] tel que le pommier l'amandier ou l'olivier (c'est le cas de la parcelle choisie dans notre étude à Khénifra), ou bien en association ou en rotation avec des cultures alternative de céréale comme le quinoa, ou de légumineuses tel que le pois.

Références

- [1] - M. HIRSCH et al, Evaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique. Rapport de l'agence française de la sécurité sanitaire des aliments, (2003) 16 p.
- [2] - Plan Maroc vert : Premières perspectives sur la stratégie agricole. Ministère de l'agriculture et de la pêche maritime, (avril 2008) 28 p.
- [3] - M. LAGE, C. FAIZ and C. L. CANTRELL, Developmental project for introducing saffron (*Crocus sativus* L) as an alternative crop in other Moroccan regions. *ISHS Acta Horticultura* 739, (2007) 49 - 52
- [4] - A. ABOUDRARE, Diagnostic agronomique de la culture du safran dans la région de Taliouine-Taznakht. Organisation des Nations Unis pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) Rome, (2009) 14 - 16
- [5] - DIRECTION PROVINCIALE DE KHENIFRA : monographie de la province de khénifra.et projet DRI-PMH de la province de Khénifra, (2015) 73 p.
- [6] - OFFICE REGIONALE DE MISE EN VALEUR AGRICOLE DE TAFILALT. Monographie de la région de Meknès-Tafilalt, (2009) 7 - 10
- [7] - DIRECTION PROVINCIALE DE KHENIFRA, département de météorologie : rapport météorologique, Maroc, (2015) 30 p.
- [8] - J. ROBERT HIJMANS, S. CAMERON and JUAN PARRA, Global Climate Data for ecological modeling and GIS. University of California, (2015)
- [9] - A. AIT OUBAHOU et M. EL OTMANI, Fiche technique : la culture du safran. Ministère de l'agriculture (Maroc), du Développement Rural et des Eaux et Forêts.- BULLETIN MENSUEL D'INFORMATION ET DE LIAISON DU PNTTA, (2002) 4 p.
- [10] - A. R. SEPASKHAH and A. A. KAMGAR-HAGHIGHI, Saffron Irrigation Regime. *International Journal of Plant Production*, 3 (1) (2009) 16 p.
- [11] - A. BIROUK and al, guide des bonnes pratiques de production du safran dans la région de taliouine-Taznakht. Office Régionale de Mise en Valeur Agricole de Ouarzazate, rapport de la FAO, (2011)
- [12] - Guide pratique production végétale en agriculture biologique. ID-SC-174 ECOCERT, (2014) 12 p.