

# VARIATIONS CLIMATIQUES ET PHÉNOLOGIE DES POACÉES DANS LA RÉGION DE CONSTANTINE (ALGÉRIE)

**MAA Boulacel Mouad**  
**Pr. Benlaribi Mostefa**

Laboratoire de Développement et Valorisation des Ressources  
Phytogénétiques, Université des Frères Mentouri Constantine, Algérie

---

## Abstract

The proposed study was carried out at the region of Constantine, northeast of Algeria. Therefore, we have recorded climatic variations linked to the increase and the decline of the temperature during two agricultural campaigns. The aim of this study was to establish a floral calendar of Poaceae encountered in the region and so to determine the effect of these variations on phenological stages and their consequences on yield. The obtained results showed the presence of 28 plant species of the study family distributed according to the period of blooming in two groups. The comparison between campaigns revealed a delay of blooming of 6.3 days on average during the campaign of 2013/2014 which is explained by a decrease of the temperature of 2.5°C during the month of Marsh. This delay in the blooming causes negative effects resulting in a decrease of the yield.

---

**Keywords:** Poaceae, climatic variations, delay of blooming, drop in yield

---

## Résumé

L'étude proposée est menée dans la région de Constantine au Nord-Est de l'Algérie où l'on enregistre des variations climatiques relatives à l'augmentation et à la diminution de la température durant deux campagnes agricoles. Elle a pour but d'établir un calendrier floral des Poacées rencontrées dans la région et de déterminer l'effet de ces variations sur les phases phénologiques et leurs conséquences sur le rendement. Les résultats obtenus dégagent 28 espèces végétales de la famille étudiée réparties selon la période de floraison en deux groupes. La comparaison entre les deux campagnes révèle un retard de la floraison de 6.3 jours en moyenne durant la campagne 2013/2014 qui est expliqué par une diminution de la température de 2.5°C durant le mois de Mars. Ce retard à la floraison occasionne des effets négatifs entraînant une diminution du rendement.

---

**Mots-clés :** Poacées, variations climatiques, retard à la floraison, Chute de rendement

### **Introduction**

Les Angiospermes représentées par 26000 espèces se perpétuent par un appareil reproducteur qui est la fleur. La formation de cet appareil (phase floraison) est réalisée durant la période la plus favorable à la naissance d'une nouvelle génération.

Cette étape de la vie de la plante se réalise sous l'influence de deux types de facteurs :

- Les facteurs intrinsèques inhérents particulièrement à la structure génétique ;
- Les facteurs extrinsèques ou écologiques représentés entre autres par la photopériode et la thermopériode dont les variations retentissent sur le phénomène de la floraison qui représente une phase phénologique très importante dont dépend le rendement des plantes.

En effet, selon Legave (2003) et Domerge *et al.* (2004), les changements climatiques ont des effets biologiques et impacts agronomiques où on peut observer des difficultés d'adaptation au milieu de certains cultivars et l'ont peut, en particulier, craindre de plus amples irrégularités de production et des bouleversements des spécialités régionales.

L'objectif principal de la présente étude est de caractériser l'influence des variations climatiques sur le stade floraison des espèces de Poacées réparties dans la région de Constantine qui est une région méditerranéenne du Nord-Est algérien et de voir leurs conséquences sur le rendement des espèces cultivées qui ont une importance alimentaire et économique dans notre pays.

### **Matériels et méthodes**

L'étude est menée dans la région de Constantine (Site de Ain-El-Bey) qui est située au Nord-Est de l'Algérie à 36.23° de latitude, 7.35° de longitude et à 694m d'altitude (figure1).

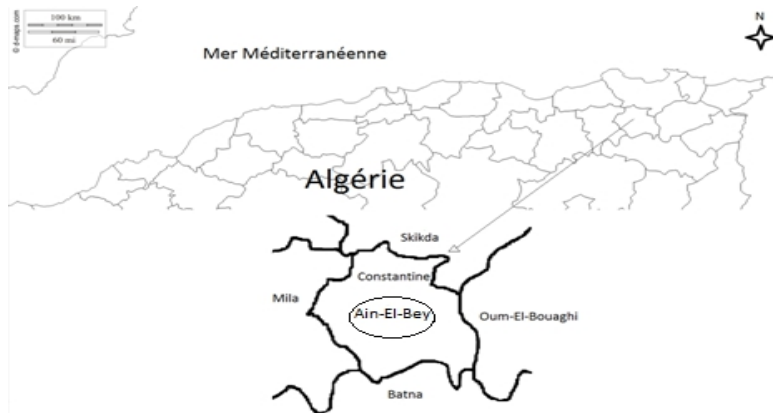


Fig. 1. Présentation de la région d'étude.

Cette étude a nécessité des sorties sur terrain durant deux années successives (2012-2013 et 2013-2014) où plus de 180 sorties ont été organisées pour :

1-dresser un inventaire concernant les différentes espèces de Poacées présentes;

2- faire le suivi phénologique de ces espèces dans le site d'étude, surtout pendant la période de floraison de la population concernée (Début et fin floraison).

Une étude climatologique nécessaire à ce genre d'investigation est menée en parallèle afin d'interpréter l'aspect biologique dans son environnement écologique.

Un traitement statistique de type ACP est mené sur les résultats.

### **Climatologie**

Les données climatiques (Tableau I) recueillies auprès des services météorologiques de la station d'Ain-El-Bey nous permettent de décrire le climat de la région.

Tableau I. Données climatiques de la station d'Ain-El-Bey d'après ONM<sup>1</sup> (1997-2011).

Mois	P (mm)	m (°C)	M (°C)	M+m/2
Janvier	62,22	02,40	12,50	07,45
Février	46,22	02,60	13,40	08,00
Mars	49,87	04,80	16,90	10,85
Avril	56,20	07,30	20,00	13,65
Mai	43,46	11,20	25,50	18,35
Juin	15,23	15,50	31,50	23,50
Juillet	04,16	18,50	35,10	26,80
Aout	14,68	18,60	34,60	26,60
Septembre	44,84	15,40	28,90	22,15
Octobre	37,66	11,70	24,30	18,00
Novembre	60,63	06,50	17,00	11,75
Décembre	77,10	03,60	13,00	08,30

<sup>1</sup>ONM : Office National de Météologie.

En effet, un examen visuel du diagramme ombrothermiques (Figure2) tirés du tableau ci-dessus fait ressortir une période sèche s'étale de la seconde quinzaine du mois de Mai jusqu'à la mi-septembre cette période est caractérisée par de fortes températures.

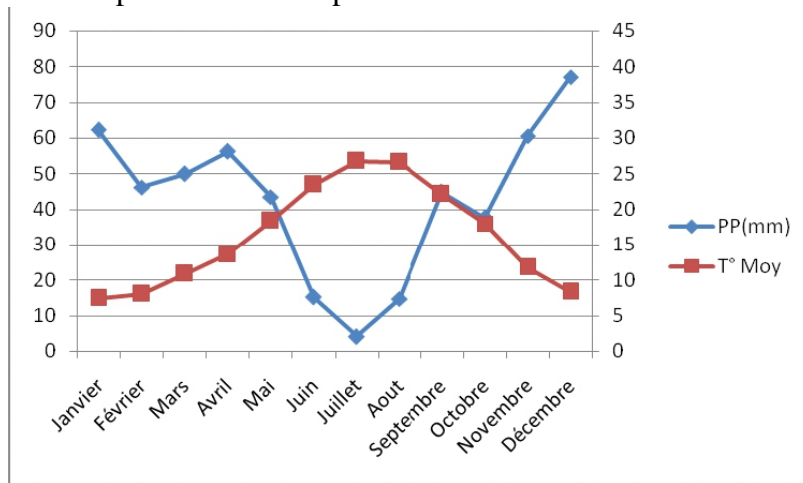


Fig.2. Diagramme ombrothermique de la région d'étude.

Selon le tableau (II) la zone d'étude présente un régime saisonnier de type HPAE durant 14 ans (période allant de 1997 à 2011). Ce régime est traduit par l'irrégularité de la répartition mensuelle des précipitations dont les mois de la saison hivernale (Décembre, Janvier et Février) reçoivent la plus grande quantité de pluie, ensuite la saison printanière (Mars, Avril et Mai) suivie de très près par la saison automnale (septembre, octobre et novembre) et enfin la saison d'été (Juin, Juillet et Août) reçoit la plus faible quantité de pluie.

Tableau II. Régime pluviométrique de la zone d'étude.

Mois	P (mm)	Saisons	Précipitations saisonnières (mm)	Régime saisonnier
Septembre	44,84	Automne	142.77	A
Octobre	37,66			
Novembre	60,63			
Décembre	77,1	Hiver	185.54	H
Janvier	62,22			
Février	46,22			
Mars	49,87	Printemps	149.53	P
Avril	56,2			
Mai	43,46			
Juin	15,23	Eté	34.07	E
Juillet	4,16			
Août	14,68			
<b>Total</b>	-	-	511.91	-

Pour mieux définir les périodes exceptionnellement froides et chaudes de la zone d'étude, nous avons calculé le quotient pluviométrique d'Emberger Q2 et estimé la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) et la moyenne des minima du mois le plus froid (m). Pour la période s'étendant de 1997/2011, Il se dégage alors que la région est classée dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais (Tableau III).

Tableau III. Quotient pluviométrique d'Emberger de la zone d'étude.

P (mm)	T°				Q2	Etage bioclimatique
	Mois le plus chaud	M (°C)	Mois le plus froid	m (°C)		
511.91	Juillet	35.1	Janvier	2.4	53.73	Semi aride à hiver frais

La région d'étude est donc caractérisée par un climat semi-aride ; généralement c'est un climat saisonnier caractérisé par un hiver humide et frais avec une photopériode relativement courte et un été sec, chaud avec une photopériode relativement longue.

L'étude, réalisée durant les deux campagnes agricoles 2012-2013 et 2013-2014 dont les données climatiques sont portées dans le tableau IV et les figures 3 et 4 ci-après permet de mettre en relief les variations climatiques enregistrées (température et pluviométrie) durant les deux années.

Tableau IV. Données climatique de la zone d'Ain-El-Bey d'après l'ONM (2012-2014).

Mois	Période septembre 2012 Août 2013						Période septembre 2013 Août 2014						Moy longueur du jour
	Tmoy	Tmin	Tmax	Valeur cumul de pluie	Nombre de jours de gelées	Thermopériode durant l'hiver	Tmoy	Tmin	Tmax	Valeur cumul de pluie	Nombre de jours de gelées	Thermopériode durant l'hiver	
SEP	21,7	15,2	30,2	36,2	0	1,97° durant 1244H	21,3	15,7	28,9	23	0	2,7° durant 1244H	736mn30s
OCT	18,4	12,5	25,6	33,4	0		20,1	13,5	28,6	26,8	0		668mn30s
NOV	12,9	7,7	19,5	29,4	0		10,5	6,5	15,7	86,2	1		608mn30s
DEC	7,8	2,5	14,2	19	16		7	2,3	12,9	29,6	15		579mn
JAN	6,9	2,3	12,7	64	18		8,1	3,5	14,1	42,8	9		547mn
FEV	5,9	1,4	11,6	111,9	16		8,9	3,2	15,7	31	8		645mn
MAR	11,2	5,7	17,8	47,4	4		8,7	4,2	14,3	131,7	6		709mn30s
AVR	13,8	7,4	21,6	31	1		13,7	6,2	21,8	5,7	0		778mn30s
MAI	16,1	9,1	24,1	10	0		16,9	9,3	25,3	60,3	0		834mn30s
JUN	20,2	12	28,8	17	0		22,6	14,3	31,4	14,8	0		862
JUL	26	17,7	34,7	2,6	0		25,6	17,5	34,3	1	0		849
AUT	24,5	16,5	33,1	36	0		26,3	18,6	35,4	0,4	0		801mn30s
Moy annuel				437,9							453,3		

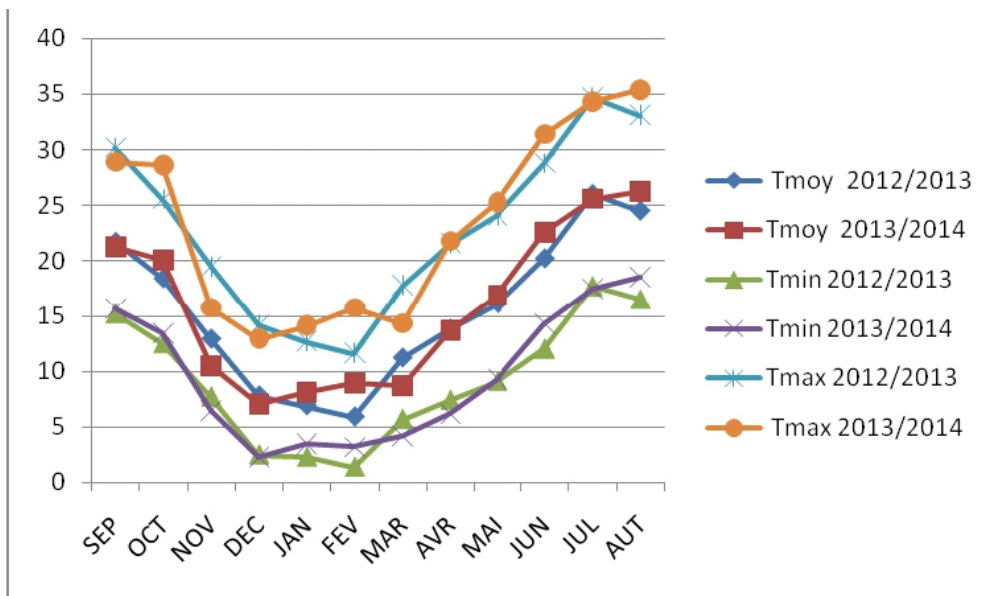


Fig.3. Courbe des températures mensuelles moyennes, maximas et minimas enregistrées durant les deux périodes d'étude.

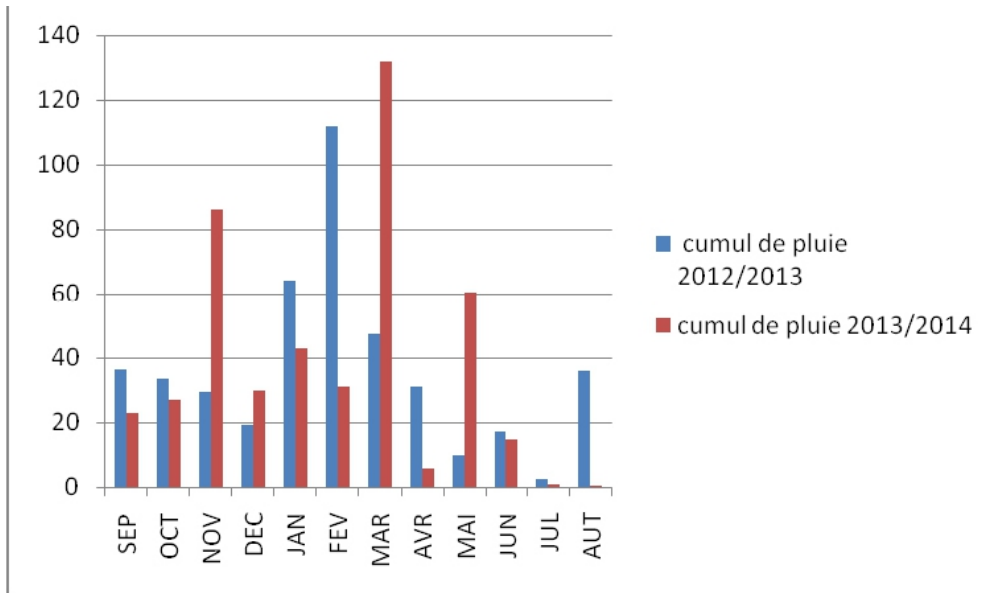


Fig.4. Pluviosité moyenne mensuelle des deux périodes d'étude.

La comparaison des deux périodes d'étude dégage quelques variations climatiques, particulièrement pour la température où l'on enregistre un réchauffement de 3°C pour le mois de février et un refroidissement de -2.5°C pour le mois de Mars durant l'année 2013/2014, alors que pour les précipitations, l'année 2012/2013 a enregistré une quantité pluviométrique cumulée inférieure à celle de l'année 2013/2014. L'écart est de - 15.4mm.

### Résultats et discussion

L'inventaire floristique réalisé dans la région d'étude permet de dégager 28 espèces végétales dans la famille étudiées des Poacées. Elles sont présentées selon l'ordre de floraison durant les deux campagnes agricoles dans le tableau V suivant :

Tableau V. Périodes de floraison des espèces recensées durant les deux campagnes d'étude.

Regroupement	L'espèce	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Ecart	Ecart Moy
G1	<i>Saccharum biflorum</i> Forsk.			■	■									2	2
G2	<i>Avena sativa</i> L.							■	■	■				12	12
G3	<i>Bromus catharticus</i> Vahl.							■	■	■				9	8.0
	<i>Poa annua</i> L.							■	■	■				10	
	<i>Piptatherum virescens</i> Trin.							■	■	■				9	
	<i>Cynodon dactylon</i> L.							■	■	■				10	
	<i>Bromus tectorum</i> L.							■	■	■				7	
	<i>Hordeum murinum</i> L.							■	■	■				8	
	<i>Lamarchia aurea</i> L. Moehk							■	■	■	■			9	
	<i>Agropyron lolium</i> Bal. B. et T.							■	■	■				10	
	<i>Lolium multiflorum</i> Lamk							■	■	■				8	
	<i>Bromus hordeceus</i> L.							■	■	■				9	
	<i>Elymus arenarius</i> L.								■	■	■			7	
	<i>Ampelodesmos bicolor</i> Poiret								■	■	■			5	
	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.								■	■	■			5	
<i>Festuca interrupta</i> Desf.								■	■	■	■		7		
G4	<i>Stipa tortilia</i> Desf.								■	■	■			8	4.9
	<i>Hordeum vulgare</i> L.								■	■	■			6	
	<i>Psammak renarica</i> R. et S.								■	■	■			5	
	<i>Triticum spelta</i> L.								■	■	■	■		5	
	<i>Triticum durum</i> Desf.								■	■	■	■		6	
	<i>Scleropoa hemipoa</i> Del. Parl.								■	■	■			6	
	<i>Triticum aestivum</i> L.								■	■	■	■		6	
	<i>Alopecurus carolinianus</i> Walt.								■	■	■	■		4	
	<i>Triticum dicoccum</i> Schrank								■	■	■	■		5	
	<i>Aegilops ovata</i> L.								■	■	■			4	
	<i>Alopecurus pratensis</i> L.								■	■	■			2	
<i>Agropyron repens</i> L. P.B.								■	■	■			2		
<b>Ecart Moyen</b>														6.39	-

■ Floraison durant la campagne 2012-2013

▬ Floraison durant la campagne 2013-2014



D'après le calendrier floral établi durant la campagne 2012/2013, la floraison des espèces étudiées se déroule au printemps quand les conditions climatiques sont caractérisées par une photopériode en allongement (709mn30s), une température moyenne relativement élevée (11.2°C en Mars), un cumul important d'eau au niveau du sol lié aux précipitations de l'hiver (194.9mm) et par ailleurs une basse température minimale de 1.97°C en moyenne pour la vernalisation durant 1244H en hiver.

Ces conditions ont favorisé le passage des espèces étudiées de l'état végétatif à l'état reproducteur (floraison) ce qui rejoint Heller (1978) et Côme (1992) matérialisé selon Ducreux (2002), Laberche (2004), et Morot-Gaudry *et al.* (2012) par l'induction, l'évocation et l'initiation florale, et par la suite la floraison.

Il faut remarquer, quand même, que l'espèce *Saccharum biflorum* Forsk. représente l'exception. En effet, cette espèce fleurit en automne quand les conditions climatiques sont caractérisées par une réduction de la photopériode qui est de 736mn30s, une température moyenne relativement élevée (21.7°C) et des précipitations moyenne de 36.2mm en Septembre.

Les espèces de jours longs (ex : *Poa annua* L.) dont la floraison se réaliser au printemps peuvent être rangées en trois groupes :

Le groupe 1 représenté par l'espèce *Avena sativa* L. fleurit à partir de la fin février, il s'agit d'une espèce sensible à l'élongation du jour.

Le groupe 2 composé par des espèces qui fleurissent au mois de Mars (début du printemps) quand la température moyenne est de 11.2°C. Ce groupe est représenté par l'espèce *Bromus catharticus* Vahl.

Le groupe 3 est constitué d'espèces qui fleurissent au mois d'Avril (au milieu du printemps) quand la température est relativement plus élevée (13.8°C).

Comparées entre elle, la période 2013/2014 présente un retard à la floraison de 6.3 jours de moyenne marqué par rapport à la période 2012/2013 qui est expliqué par une diminution de la température de 2.5°C durant le mois de Mars 2014 par rapport au mois de Mars 2013 (Tableau V) et là on distingue l'effet de la température sur la floraison des espèces étudiées.

Ces résultats sont appuyés par une étude statistique de type ACP où l'on distingue, d'après les figures 5 et 6, que le facteur 1 et le facteur 2 expliquent 90,09% de la dispersion des valeurs donc la représentation des caractères sur ces deux facteurs est suffisante pour expliquer la corrélation entre ces derniers.

La figure 5 représente la projection des caractères sur un plan à 2 facteurs, elle dégage une corrélation très forte entre la photopériode, la température moyenne, la température maximale, la température minimale et la floraison ce qui peut s'expliquer par la période au cours de laquelle a été effectué le prélèvement qui coïncide avec le déroulement de la floraison des

espèces étudiées.

Nous pouvons remarquer une corrélation négative entre la température et la thermopériode.

D'après la figure 6, le facteur 1 pourrait représenter la température de déroulement de la floraison et le facteur 2 peut représenter la période de floraison, alors que la photopériode contribue à la dispersion des individus sur le plan factoriel où on peut remarquer la répartition des espèces en 4 groupes (Tableau VI) avec un retard de floraison durant la 2<sup>ème</sup> année comme il est mentionné ci-dessous.

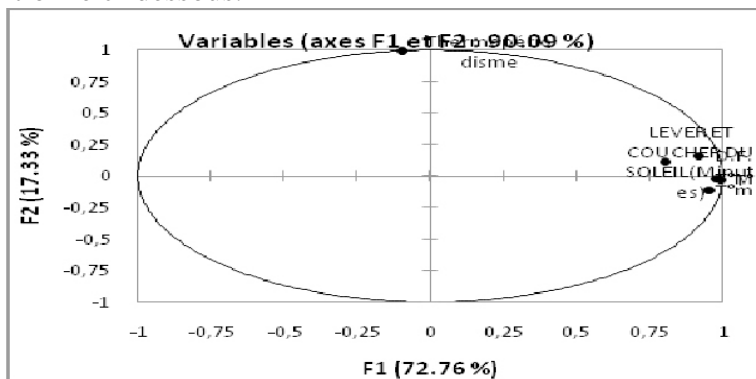


Fig.5. Distribution des variables par rapport au cercle de corrélation.

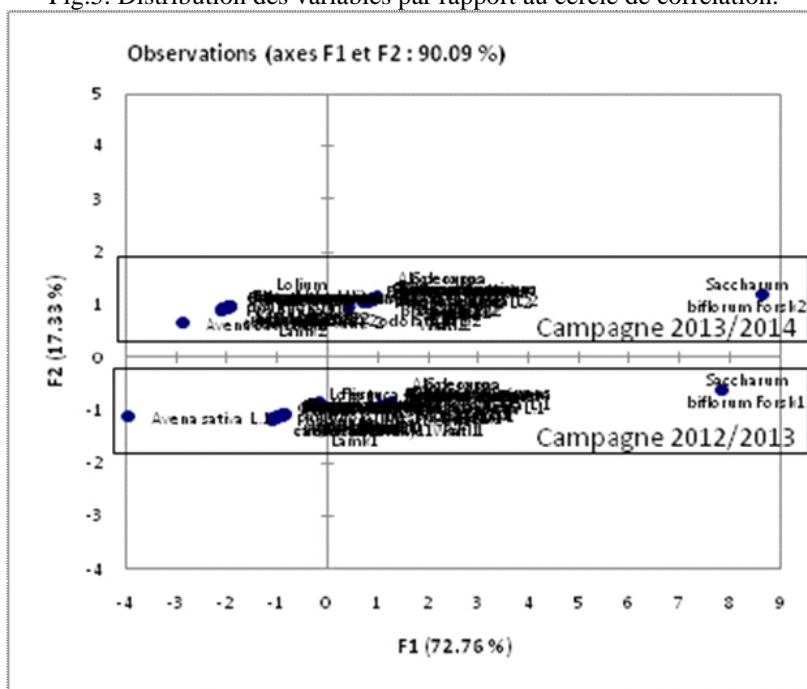


Fig.6. Distribution des individus sur le plan factoriel.

Ce retard dans la floraison a des effets négatifs sur le rendement de ces espèces. L'exemple des espèces cultivées au niveau d'une exploitation située dans la zone d'étude est expressif et représentatif (Tableau VI).

Tableau VI. Rendement des céréales cultivées sur la zone d'étude durant trois campagnes agricoles (Qx/ha).

<b>Campagne</b> <b>Espèce</b>	<b>2011/2012</b>	<b>2012/2013</b>	<b>2013/2014</b>
<i>Triticum durum</i> Desf.	35	33	29
<i>Triticum aestivum</i> L.	32	30	28
<i>Hordeum vulgare</i> L.	25	21	15

En effet, on remarque une diminution du rendement durant l'année agricole 2013/2014 qui s'explique par le retard de la floraison qui a entraîné un retard dans les phases phénologiques suivantes (formation, croissance et remplissage du grain) dont la sécheresse de fin de cycle a accentué les effets. De ce fait, le grain est mal rempli entraînant une faible densité spécifique ce qui occasionne la chute du rendement.

Il faut noter que l'augmentation de la température de 3°C au mois de Février durant la campagne 2013/2014 par rapport à la campagne 2012/2013 (Tableau VI) n'a pas provoqué la floraison des espèces céréalières étudiées. En effet aucune précocité à la floraison n'a été enregistrée, et là on dit que le système de protection face aux conditions défavorables durant l'hiver (Basse température et gelées (Tableau IV)) reste efficace pour ces espèces.

Les effets négatifs des variations de la température d'une année à l'autre qui se traduisent par la chute du rendement des espèces cultivées dans notre région d'étude (région méditerranéenne), sont comparables avec les simulations de Dellecole *et al.* (1999) et Seguin *et al.* (2004) pour les effets des variations climatiques dans le sud de la France dont le climat est relativement comparable au notre c'est-à-dire : « des chutes de rendement peuvent apparaître avec les effets combinés de température excessives et de la sécheresse ».

De même le rapport de CIAT (International Center for Tropical Agriculture) (2010) qui souligne que l'Afrique du Nord subira les impacts les plus négatifs liés aux changements climatiques, ainsi selon la même source 80% des cultures montreront des pertes de productivités en 2050.

## **Conclusion**

La région de la présente étude est caractérisée par une variation climatique relative principalement aux précipitations et à la température d'une année à l'autre. Ceci engendre une variabilité phénologique (phase floraison) interannuelle expliquée surtout par le rabaissement de la température durant le mois de Mars 2014 par rapport au mois de Mars 2013 où l'on enregistre un retard à la floraison chez les espèces étudiées.

Ce retard a des effets négatifs sur le rendement qui est expliqué par la réduction du cycle de développement (phase fructification provoquée par la sécheresse de fin de cycle de mois de Mai et Juin) liés au retard de la phase floraison.

### **References:**

CIAT, International Center for Tropical Agriculture, rapport (2010). North African crops to be hit hardest by climate change. disponible ici : <http://www.scidev.net/global/farming/news/north-african-crops-to-de-hit-hardest-by-climate-change.html>

Côme D. (1992). Les végétaux et le froid. Herman, Paris.

Delecolle R., Soussana J.F. et Legros J.P. (1999). Impacts attendus des changements climatiques sur l'agriculture française. C.R. Acad. Agric. Fr., 85 : 45-51.

Domergue M., Legave J.-M., Calleja M., Moutier N., Brisson N., et Seguin B. (2004). Réchauffement climatique et conséquences sur la floraison (abricotier, pommier, olivier). L'Arboriculture Fruitière, 578 :27-33.

Ducreux G. (2002). Introduction à la botanique. Belin, Paris, 187-214.

Heller R. (1978). Physiologie végétale, développement. Tome 2. Masson, Paris.

Laberche J.C. (2004). Biologie végétale. 2<sup>ème</sup> ed. Dunod, Paris, 187-198.

Legave J.-M. (2003). Abricotier : les risques d'une floraison plus précoce et plus réduite. Dossier de presse : l'Inra au SIA, 17-18.

Morot-Gaudry J.F., Prat R., Bohn-Courseau I., Jullien M., Parcy F., Perrot-Rechenmann C., Reisdorf-Cren M., Richard L. et Savouré A. (2012). Biologie végétale croissance et développement. 2<sup>ème</sup> édition. Dunod, Paris.

Seguin B. (2010). Le changement climatique : conséquences pour l'agriculture et la forêt. Rayonnement du CNRS, 54 : 36-47.