

# TENDANCE AU DÉBORDEMENT DE LA SAISON CHAUDE SOUS CLIMAT MÉDITERRANÉEN CHAUD : EXEMPLE DES CANICULES TARDIVES AUTOMNALES EN TUNISIE

BEN BOUBAKER H.\*, NMIRI A.\*\*\*, MRABTI M.\*\* et OUECHTETI L.\*\*

\* U.R. Biogéographie, Climatologie Appliquée et Dynamique Erosive (BICADE), Université de Manouba, Tunisie. [hboubaker@yahoo.fr]

\*\* Institut National de la Météorologie (INM). Tunisie

**Résumé** - Sous climat méditerranéen, l'été est considéré comme la saison chaude par excellence. Toutefois, des jours caniculaires peuvent se produire tardivement, en automne. En Tunisie, ces canicules tardives ont tendance à devenir de plus en plus fréquentes, intenses et persistantes au cours de la période d'étude 1950-2014. L'automne 2014 offre un exemple pertinent de ces fortes chaleurs automnales tardives, provoquées par l'afflux d'air chaud saharien, en surface et en altitude.

**Mots-clés** : forte chaleur, chaleur tardive, canicule, Tunisie, réchauffement climatique.

**Abstract** - *Tendency to overflowing hot season in Mediterranean hot climate: example of autumn late hot waves in Tunisia.* Under Mediterranean climate, summer is considered mainly the hot season. However, hot days can occur late in autumn. In Tunisia, the studied period (1950-2014) shows that these late heat waves tend to become more and more frequent, intense and persistent. The autumn 2014 provides a relevant example of these strong late autumnal heats. They are mostly caused by the flow of hot Saharan air, both on surface and upper air layers.

**Keywords**: strong heat, late heat, heat wave, Tunisia, global warming.

## Introduction

Les fortes chaleurs représentent, sous climat méditerranéen, l'empreinte principale de la saison estivale. Toutefois, des épisodes de forte, voire même de très forte chaleur, risquent de se produire au cours des saisons intermédiaires. Il s'agit d'anomalies positives, rappelant et prolongeant la chaleur estivale. Leur récurrence, au cours des dernières décennies, met en exergue la tendance au réchauffement du climat méditerranéen et le débordement de la saison chaude au détriment des saisons intermédiaires, en l'occurrence l'automne.

En effet, l'automne 2014 offre un exemple pertinent démontrant la tendance à l'allongement de la saison chaude et la récurrence des canicules automnales. En particulier, les trois mois de l'automne dernier (septembre, octobre et novembre 2014) ont connu des épisodes de fortes chaleurs exceptionnelles, qui ont touché l'ensemble du pays. D'autant plus, cette chaleur automnale a été conjuguée à une carence pluviométrique, aggravant encore le déficit hydrique.

Le présent papier cherche à analyser la fréquence des anomalies automnales chaudes, en focalisant sur l'automne 2014, l'intensité de ces chaleurs ainsi que les facteurs responsables.

## 1. Données et méthodes

### 1.1. Méthodes

Dans cette étude, nous cherchons à mettre en évidence l'ampleur des canicules tardives automnales, aussi bien par leur fréquence et leur intensité, que par leurs facteurs responsables. L'estimation des anomalies thermiques, sur les températures maximales quotidiennes (TX), minimales quotidiennes (TN) ainsi que les températures moyennes (Tm), sera estimée par référence aux valeurs moyennes calculées pour la période de référence **1971-2010**.

Quant à la définition des jours chauds et des vagues de chaleur, nous retenons ici la définition admise par l'INM dans son bulletin climatologique mensuel (septembre 2014). Elle définit une vague de chaleur comme étant une succession de 3 jours avec  $TX \geq 33^{\circ}C$  et  $TN \geq 20^{\circ}C$  (Ben Boubaker, 2015). Les surplus à ces valeurs sont comptabilisés pour évaluer le poids (P) de chaque épisode et l'intensité moyenne journalière (I), qui n'est que le poids

divisé par le nombre de jours chauds consécutifs de chaque vague (Ben Boubaker, 2015).

## 1.2. Données

Pour ce faire, nous nous référons aux données quotidiennes des températures automnales, maximales diurnes (TX) et minimales nocturnes (TN) dans les 25 stations principales représentatives des différentes régions de la Tunisie. Ces données, couvrant la période 1950-2014 et minutieusement vérifiées et validées, émanent gracieusement de la base de données de l'Institut National de la Météorologie. Ces données ont permis également de calculer les températures maximales diurnes (TXm) et minimales nocturnes (TNm) inter-annuelles des 3 mois de l'automne (septembre, octobre et novembre).

## 2. Résultats

### 2.1. L'automne 2014, exceptionnellement chaud sur l'ensemble du pays

Dans la majorité des stations étudiées, l'automne 2014 représente un paroxysme dans la série observée depuis 1950. Comme le montre le tableau 1, des anomalies thermiques positives sont enregistrées aussi bien pour les températures quotidiennes maximales (TX) que minimales (TN). Comparé à une série de référence (1971-2010), l'écart saisonnier à la moyenne dépasse 2°C et atteint même 3,9°C au Kef par exemple.

A une échelle plus fine, les courbes des figures n°1 mettent en évidence que la série des TX et des TN s'achèvent par un pic, observable dans quasiment toutes les stations étudiées. Ce pic, correspondant à l'automne 2014, est particulièrement net aux mois de septembre et de novembre. Celui du mois d'octobre est moins affirmé, mais il demeure parmi les plus élevés.

**Tableau 1.** Températures maximales et minimales moyennes automnales dans quelques stations en Tunisie

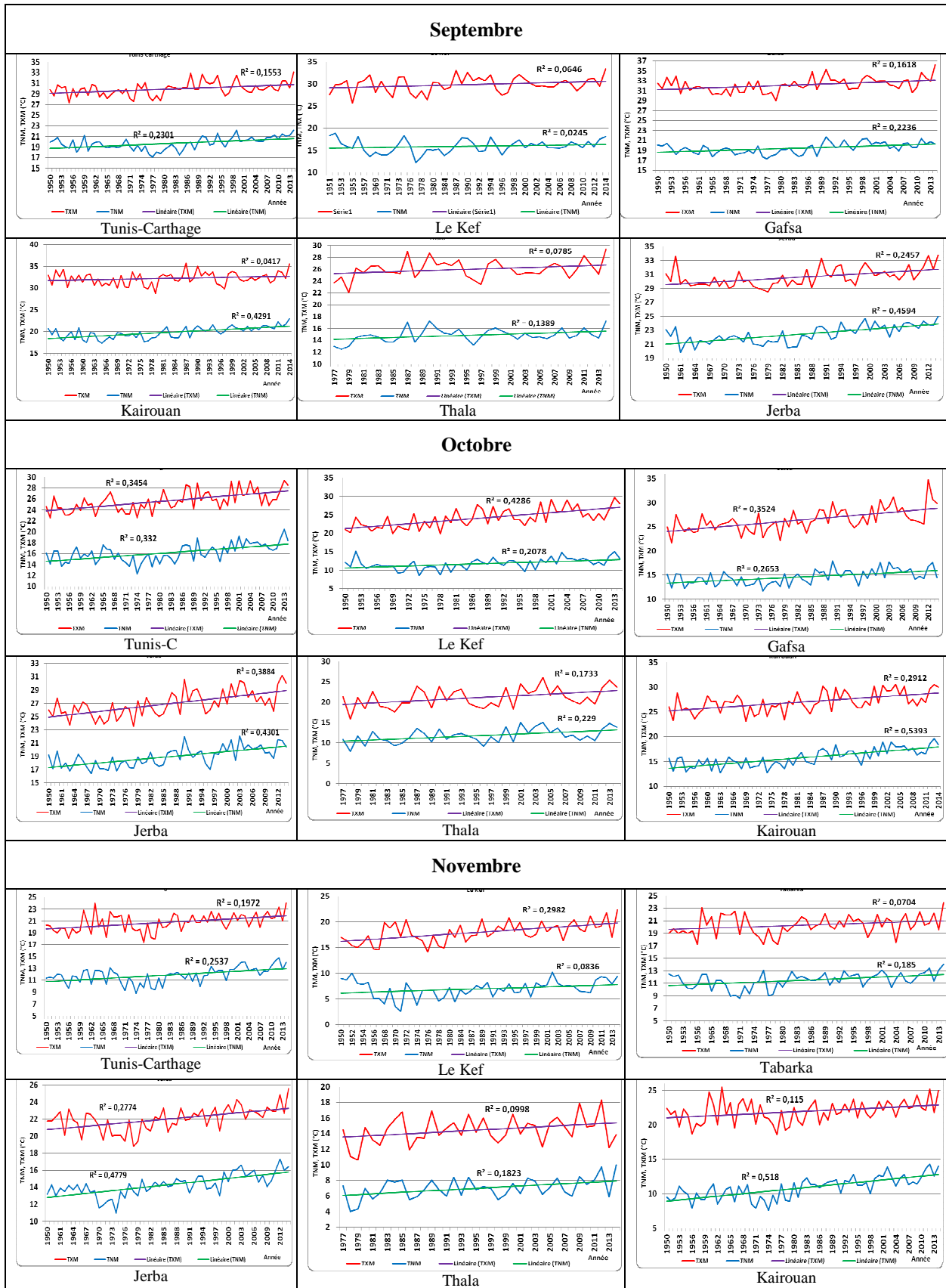
Station	Températures maximales (TX)			Températures minimales (TN)		
	Moy. Automne (1971-2010)	Moy. Automne 2014	Ecart à la moyenne	Moy. Automne (1971-2010)	Moy. Automne 2014	Ecart à la moyenne
Tunis-C	25,6	28,5	2,9	15,9	18,2	2,3
Tabarka	24,7	27,3	2,6	15,1	16,8	1,7
Le Kef	24,0	27,9	<b>3,9</b>	11,3	13,6	2,3
Kairouan	27,1	30,2	<b>3,1</b>	15,8	18,6	2,8
Sfax	26,3	28,6	2,3	16,3	18,6	2,3
Jerba	26,5	29,7	<b>3,2</b>	18,6	20,7	2,1
Gafsa	26,4	29,7	<b>3,3</b>	14,3	16,9	2,6
Tozeur	28,5	31,3	2,8	17,4	20,5	<b>3,1</b>

### 2.2. Des canicules tardives de plus en plus fréquentes

L'analyse séparée de l'évolution inter-annuelle, depuis 1950, des températures quotidiennes maximales (TX) et minimales (TN) moyennes des 3 mois de l'automne (fig. 1) témoigne d'une tendance positive généralisée sur l'ensemble du pays, même si les courbes de tendance sont plus ou moins significatives, au point de vue statistique, d'une station à l'autre.

### 2.3. Des anomalies positives des TX et des TN assez consistantes et quasi permanentes durant l'automne 2014

Le suivi quotidien des températures observées au cours de l'automne 2014 (figure 2) montre que plus des 2/3 des jours ont enregistré des anomalies thermiques positives. Seuls de brefs épisodes de répit ont été observés vers la fin du mois de septembre ainsi que d'octobre.



**Figure 1.** Variabilité inter-annuelle des températures quotidiennes, maximales (TXm) et minimales (TNm) moyennes des mois de septembre, octobre et novembre observées dans quelques stations en Tunisie entre 1950-2014 (Source des données : INM)

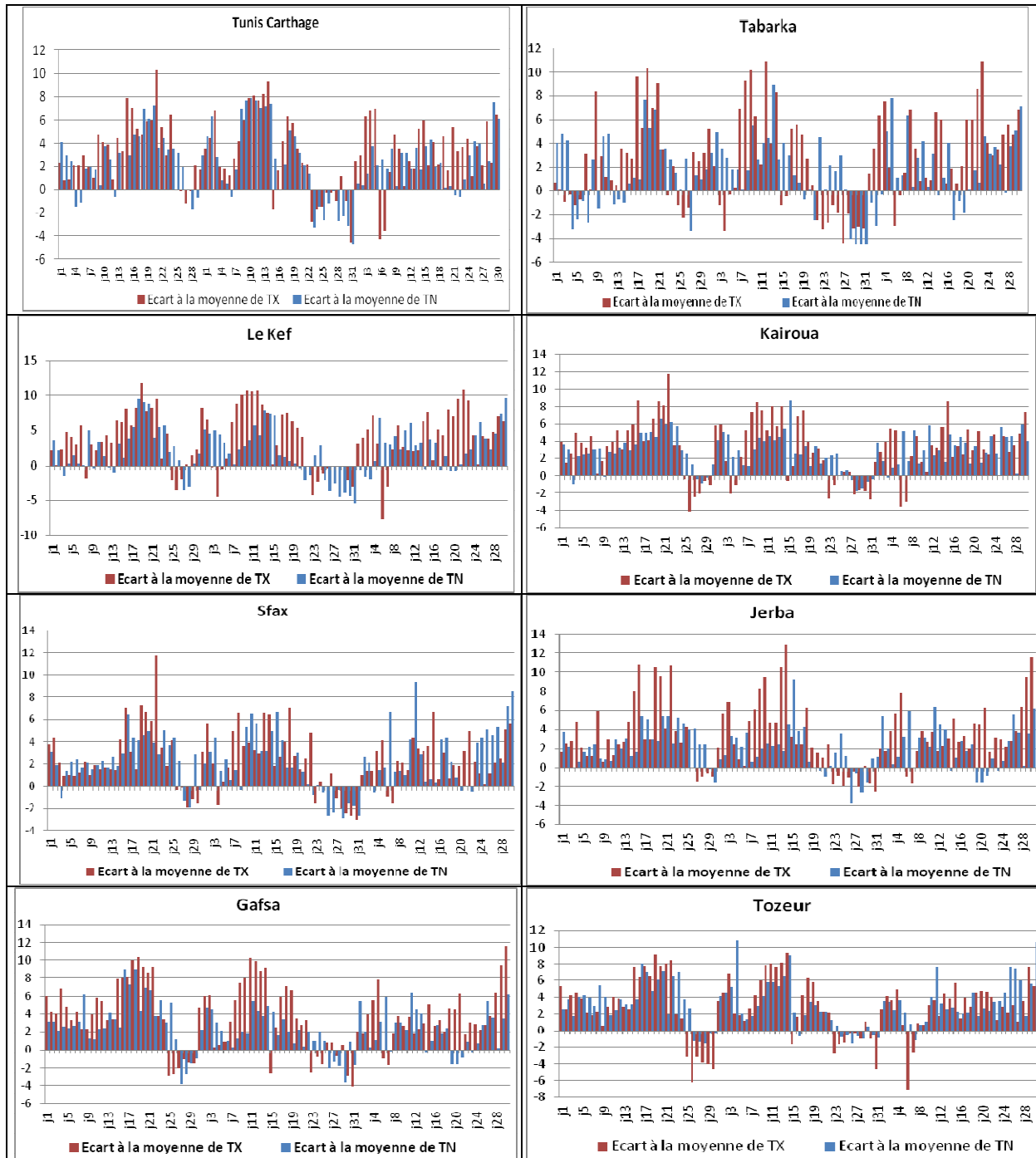


Figure 2. Ecarts des températures quotidiennes maximales (TX) et minimales (TN) à la moyenne (1970-2010) observées entre le 1<sup>er</sup> septembre et le 30 novembre 2014 dans quelques stations en Tunisie

**2.4. Fréquence et intensité des jours et des vagues de chaleur observés en automne 2014 : exemple du mois de septembre**

Le tableau 2 dresse un inventaire des vagues de chaleur observées au cours du mois de septembre 2014, avec leur poids total et leur intensité journalière moyenne. Il s'avère qu'excepté les stations de Kélibia et Bizerte, maritimes par excellence, des vagues de chaleur plus ou moins longues et intenses ont touché le pays, notamment au cours de la semaine paroxysmique du 16 au 22 septembre 2014.

## 2.5. Facteurs aérologiques responsables

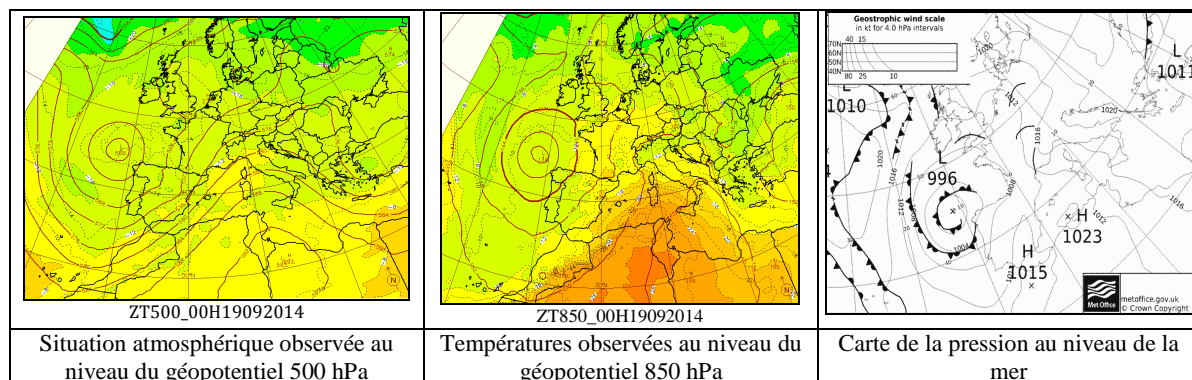
La chaleur automnale telle qu'elle a été observée en 2014 par exemple, est attribuable à deux types de facteurs : des facteurs radiatifs, mais aussi des facteurs aérologiques.

En effet, souvent la recrudescence de la chaleur en automne dépend du débordement de l'anticyclone des Açores jusqu'aux marges orientales de la Tunisie (Henia, 1998). La persistance de la chaleur au sol peut durer autant que stagne cet anticyclone et que l'air chaud soit bloqué en altitude (Henia, 1998). Dans ce cas, l'excédent radiatif au sol constitue un facteur essentiel du surchauffement.

Toutefois, la recrudescence de chaleur automnale est le plus souvent attribuée à l'afflux d'air chaud saharien, aussi bien en surface qu'en altitude. Une telle circulation méridienne engendre souvent la configuration d'une dorsale anticyclonique sur la Tunisie. Tel était le cas par exemple au cours de la semaine du 16 au 22 septembre 2014 (figure 3), qui a connu la chaleur la plus paroxysmique au cours de l'automne, à l'échelle de l'ensemble du pays. Cette chaleur généralisée est attribuée à la configuration atmosphérique qui dominait le pays au cours de cette période.

**Tableau 2.** Fréquence et intensité des vagues de chaleur observées dans les stations principales de la Tunisie : exemple du mois de septembre 2014

Station	Nombre des vagues	Durée (jours)	Poids (°C)	Intensité (°C/J)	Période
Bizerte	0	-	-	-	-
Tunis	2	3	9	3	09/09 à 11/09
Carthage		12	79	6.58	13/09 à 24/09
Kelibia	0	-	-	-	-
Zaghouan	1	7	48	6.85	15/09 à 21/09
Beja	1	7	60	8.57	16/09 à 22/09
Jendouba	1	7	72	10.28	16/09 à 22/09
Tabarka	1	5	37	7.4	17/09 à 21/09
Le Kef	1	7	53	7.57	16/09 à 22/09
Siliana	1	7	56	8	16/09 à 22/09
Kasserine	1	3	21	7	20/09 à 22/09
Sidi Bouzid		5	15	3	04/09 à 08/09
		4	29	7.25	15/09 à 18/09
Kairouan	5	39	7.8	20/09 à 24/09	
	4	23	5.75	04/09 à 07/09	
Monastir	2	16	142	8.87	09/09 à 24/09
Sfax		5	38	7.6	18/09 à 22/09
Jerba	3	21	7	15/09 à 17/09	
	14	127	9.07	12/09 à 25/09	
Gafsa	1	24	203	8.45	01/09 à 24/09
Medenine	1	25	269	10.76	01/09 à 25/09
Remada	1	25	269	10.76	01/09 à 25/09
El Borma	1	27	358	13.25	01/09 à 27/09
Tozeur	1	24	319	13.29	01/09 à 24/09



**Figure 3.** Cartes d'analyse du géopotential 500 et 850 hPa du 19 septembre 2014 à 00h TU, selon le modèle global ARPEGE de MétéoFrance (source : INM)

## 3. Interprétation et discussion

### 3.1. Des automnes de plus en plus chauds ?

Le climat thermique de la Tunisie connaît une évolution récente marquée par des canicules de plus en plus tardives et fréquentes, observées particulièrement en automne. Une analyse minutieuse des séries thermométriques enregistrées depuis 1950 met en évidence que l'automne 2014 représente un paroxysme dans cette série, dans la majorité des stations du pays.

### 3.2. Des canicules automnales de plus en plus intenses

Sous climat méditerranéen, l'automne est censé être la saison de rétablissement du confort thermique, à l'issue de la chaleur estivale et en perspective du froid hivernal. Toutefois, en Tunisie, l'automne s'avère de plus en plus comme le prolongement de la saison chaude. Comme le montre la figure 2, des anomalies positives intenses peuvent s'y produire même tardivement, vers la fin du mois de novembre. La récurrence de ce phénomène peut être interprétée par un allongement de la saison chaude au détriment de l'automne. Une analyse identique mérite d'être focalisée sur la saison printanière afin de mieux appréhender le démarrage de la saison chaude.

### 3.3. Des prémices d'un réchauffement climatique ?

L'évolution des températures quotidiennes maximales diurnes et minimales nocturnes au cours des 65 dernières années (1950-2014) met en évidence une tendance au réchauffement automnal. Elle se manifeste par une tendance à l'augmentation des températures, à l'intensification de la chaleur, ainsi qu'au retardement des épisodes de chaleur vers la fin de l'automne, d'où l'allongement de la saison chaude, prolongeant la chaleur estivale.

Dans ce contexte de changement climatique global, la chaleur automnale prête à inquiéter notamment quand elle se conjugue à la sécheresse. Il va sans dire que l'automne est considéré comme la phase de démarrage de la saison agricole en particulier, d'où l'appât des pluies automnales. L'automne 2014 présente à cet égard un cas de saison chaude et sèche, ce qui aggrave davantage le déficit hydrique de fin de saison chaude. En l'occurrence, l'écart à la normale pluviométrique du mois de septembre dépassait 50 % dans la majorité des stations (fig. 4).

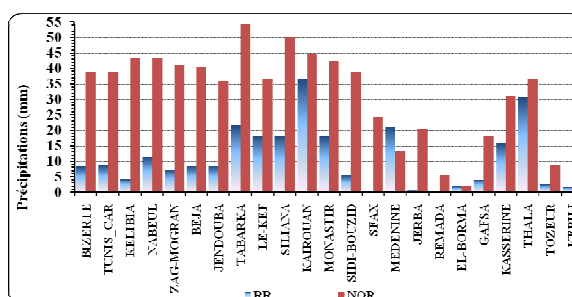


Figure 4. Pluviométrie moyenne (NOR) et Ecart à la normale (RR) du mois de septembre 2014 dans quelques stations en Tunisie

## Conclusion

Les fortes chaleurs tardives se produisant en automne ont tendance à devenir une caractéristique du climat de la Tunisie. D'une part, elles reflètent une tendance au réchauffement, en termes de valeurs absolues des températures. D'autre part, elles annoncent une tendance à l'allongement de la saison chaude, au détriment des saisons intermédiaires, en l'occurrence l'automne. Des conséquences inévitables sont à prendre en considération, sur la santé humaine, ainsi que sur les activités socio-économiques.

## Bibliographie

- Ben Boubaker H., 2015 : Les vagues de chaleur en Tunisie. *Contribution à l'étude des aléas et risques climatiques en Tunisie*. Pp. 133-165. Publication Université de Tunis.
- Ben Boubaker H., Henia L. et Benzarti Z., 2004 : Circulations méridiennes et extrêmes pluvio-thermiques en Tunisie. *Actes du 17<sup>ème</sup> colloque de l'AIC*. Caen, 4 p.
- Henia L., 1998 : Les situations anticycloniques en Tunisie. *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*. Volume 11, pp. 166-174.
- Institut National de la Météorologie (INM), 2014: Bulletins Climatologiques Mensuels (septembre, octobre, novembre).