

LES PÉRIODES SÈCHES INTRA-ANNUELLES EN TUNISIE: DISTRIBUTION POUR DIFFÉRENTS SEUILS DE PRÉCIPITATIONS ET PROBABILITÉS

ABDERRAHMEN A.

Université du Centre, FLSH de Sousse, U.R. « GREVACHOT » Tunis [abdelkhalekabderrahmen@yahoo.fr]

Résumé – La présente contribution porte sur l'analyse des séquences sèches intra-annuelles en Tunisie en utilisant l'indice DDSLR (Dry Days Since Last Rain). Ce dernier permet d'estimer la durée probable des séquences sèches tout au long de l'année. Nous avons appliqué cet indice sur les données pluviométriques quotidiennes de cinq stations météorologiques représentatives des grandes régions climatiques de la Tunisie. Les résultats ont montré que les valeurs de DDSLR augmentent avec l'aridité. Les nuances entre les stations deviennent plus claires avec l'augmentation du seuil de précipitations surtout pendant la saison culturale (de novembre à avril). Ces résultats peuvent avoir un intérêt pratique dans le domaine de la gestion des campagnes agricoles.

Mots-clés : Périodes sèches, DDSLR, seuil de précipitations, probabilité, Tunisie.

Abstract – *Intra-annual dry periods in Tunisia: distribution for different daily rainfall thresholds and probabilities.* This contribution focuses on the analysis of intra-annual dry spells in Tunisia by using The DDSLR index (Dry Days Since Last Rain). This allows estimating the probable duration of dry spells at any time of the year. We applied this index on daily rainfall data from five meteorological stations spread over climatic regions of Tunisia. The results showed that DDSLR values increased with increasing aridity. Nuances between stations become more noticeable with increasing precipitation threshold, especially during the growing season (November to April). These results may have a practical interest in the field of management of agricultural campaigns.

Keywords: Dry periods, DDSLR, rainfall threshold, probability, Tunisia.

Introduction

La sécheresse est l'une des manifestations les plus préoccupantes du climat en Tunisie. Les périodes sèches qui s'intercalent au sein de la saison pluvieuse, séparant les épisodes pluvieux souvent courts, sont assez longues (Henia, 1993). Ces poches de sécheresses, en pleine saison des pluies, soumettent les cultures à des stress hydriques et peuvent provoquer une baisse notable de la production agricole, notamment lorsqu'elles interviennent pendant les phases sensibles du cycle végétatif. Elles jouent, également, un rôle important dans les processus hydrologiques (baisse significative des débits de l'écoulement superficiel), pédologiques (diminution de la teneur en eau dans le sol) et écologiques.

Des indices variés ont été proposés par les chercheurs pour analyser les périodes sèches. Mais, très peu d'entre eux se sont intéressés à la cohérence spatiale et temporelle de ces périodes. Dans ce papier, nous proposons d'étudier la distribution des périodes sèches intra-annuelles à partir de l'indice DDSLR (de l'anglais : Dry Days Since Last Rain). Cet indice permet d'estimer, pour chaque jour de l'année, le temps écoulé (par jours secs ou inférieurs à un seuil de précipitations donné) à partir du dernier jour de pluie. Les études qui ont utilisé cet indice montrent que celui-ci peut améliorer la connaissance de la variabilité temporelle des périodes de sécheresse tout au long de l'année (Aviad Y., 2009 ; Ruiz S. *et al.*, 2012). Les résultats d'une telle étude peuvent constituer un outil d'aide à la prise de décision notamment au niveau des calendriers agricoles (période d'irrigation, dates de semis et de moissons) et dans le domaine de la gestion des ressources en eau.

1. Données et méthode

1.1. Données

Pour cette étude, nous avons utilisé les données pluviométriques journalières de cinq stations représentatives des grandes régions climatiques de la Tunisie (Tableau 1). Ces données sont recueillies directement auprès des archives de l'Institut National de la Météorologie (INM) et de la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE), pour une

période suffisamment longue et complète, de 30 ans allant du 1^{er} septembre 1980 au 31 août 2010. Toutes les stations retenues dans cette étude sont des stations synoptiques sauf la station agrométéorologique de Tunis qui représente une des meilleures stations de la DGRE.

Tableau 1. Descriptif des stations de l'étude

	Type de climat	Moyenne pluviométrique annuelle en mm	Nombre moyen de jours de pluie	Altitude en mètres	Distance minimale à la mer en km
Tabarka	Méd.* humide	949	108	66	3
Tunis	Méd.* semi humide	453	95	66	9
Kairouan	Méd.* semi aride	303	65	59	54
Gafsa	Méd.* aride	163	42	300	115
Remada	saharien	92	28	202	135

Méd.* = climat méditerranéen

1.2. Méthodologie

Cette méthode est inspirée de l'étude de Aviad Y. *et al.*, (2009). L'indice de DDSLR (Dry Days Since Last Rain en anglais) est défini comme une durée d'un jour ou plusieurs jours consécutifs secs (sans pluie) ou recevant une quantité inférieure à un seuil de précipitations donné (SP).

Les seuils de précipitations (SP) recommandés dans ce travail sont :

- ♦ 0,1 mm : c'est le minimum journalier de pluie enregistré par les stations météorologiques en Tunisie.
- ♦ 5 mm : c'est presque la moyenne de l'évaporation quotidienne dans la plupart des régions climatiques du territoire Tunisien (Henia L., 1993 ; Henia L., (dir) 2008).
- ♦ 10 mm : c'est la quantité de pluie qui peut générer un ruissellement, c'est aussi la quantité minimale à laquelle se déclenche la germination (Aviad Y. *et al.*, 2009).
- ♦ 25 mm : c'est la quantité de pluie qui provoque des effets phénologiques sur la végétation dans les écosystèmes arides et semi-arides (Beatley J.C., 1974).

Le calcul de l'indice DDSLR est comme suit :

- 1- Attribuer un code « 0 » pour chaque jour où la pluviométrie est égale ou supérieure à un seuil de précipitations spécifié (SP).
- 2- Donner à la première journée sans pluie ou de pluie inférieure à SP, un code égal à «1», la deuxième journée, un code «2» et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'un autre jour arrive avec une quantité de précipitations égale ou supérieure à SP spécifié. Cette journée reçoit de nouveau le code «0».
- 3- Entre deux années successives, la durée de la séquence sèche se poursuit, ainsi au 1er septembre de chaque année hydrologique, a été attribuée une valeur basée sur la dernière journée pluvieuse de l'année précédente (sauf s'il a plu pendant ce premier jour du mois de septembre. Dans ce cas, nous donnons une valeur de «0») (Figure 1).
- 4- Les valeurs de DDSLR pour chaque jour de la période étudiée (30 années) sont classées par ordre décroissant et la probabilité est calculée en utilisant l'équation suivante :

$$p = \frac{m}{n + 1}$$

où : p : la probabilité

m : le rang de chaque année

n : le nombre d'années analysées.

Pour chaque seuil de précipitations SP, nous avons réalisé une matrice de 365 colonnes (jours) et de 30 lignes (période de l'étude). À partir de cette matrice, on observe la distribution de l'indice DDSLR et leurs probabilités triées pour chaque jour de l'année (Figure 2). La probabilité d'un jour de pluie peut-être aussi distinguée à partir de cette matrice en prenant tous les cas de DDSLR égale à « 0 ».

Base de données (2005/2006) station de Tunis												DDSLR												
SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	
1	.	.	.	2,3	0,5	0,4	.	.	0,2	.	.	1	2*	13	8	1	0	0	0	4	3	0	2	33
2	.	.	.	0,2	.	0,5	.	.	.	.	.	2	3	14	9	2	0	1	0	5	4	1	3	34
3	.	0,5	.	1,7	0,5	.	.	.	19,0	1,0	.	3	4	0	10	3	0	0	1	6	0	0	4	35
4	.	.	.	3,8	1,2	.	.	.	10,4	.	.	4	5	1	11	4	0	0	2	7	0	1	5	36
5	.	.	10,9	.	8,0	3,0	.	.	0,4	.	.	5	6	2	0	5	1	0	0	8	0	2	6	37
6	4,0	0,5	11,0	.	.	.	.	1,0	.	.	.	6	0	0	0	6	2	1	0	9	1	3	7	38
7	.	0,8	.	.	.	12,2	.	.	.	.	.	7	1	0	1	7	3	2	0	10	2	4	8	39
8	0,2	.	.	0,5	41,0	.	4,8	.	.	.	.	8	0	1	2	0	0	3	0	11	3	5	9	40
9	.	.	.	3,1	.	.	.	.	.	.	.	9	1	2	3	1	0	4	1	12	0	0	10	41
10	.	.	.	21,0	.	.	.	.	0,6	0,5	.	10	2	3	4	0	1	5	2	13	0	0	11	42
11	3,0	.	.	21,5	1,9	.	10,2	.	.	.	.	11	0	4	5	0	0	6	0	14	1	1	12	43
12	0,9	.	2,0	0,5	.	0,7	.	.	.	.	.	12	0	5	0	0	1	7	0	15	2	2	13	44
13	.	2,3	.	50,0	.	1,3	.	.	.	.	.	13	1	0	1	0	2	0	1	16	3	3	14	45
14	.	.	.	5,3	.	.	.	.	.	.	.	14	2	1	2	0	3	1	2	17	4	4	15	46
15	.	.	.	0,1	.	.	.	.	.	.	2,0	15	3	2	3	0	4	2	3	18	5	5	16	0
16	.	.	1,2	.	.	.	.	.	.	.	.	16	4	3	0	1	5	3	4	19	6	6	17	1
17	1,7	.	10,8	.	.	.	.	.	.	.	.	17	0	4	0	2	6	4	5	20	7	7	18	2
18	1,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18	0	5	1	3	7	5	6	21	8	8	19	3
19	.	20,0	3,5	.	1,3	.	.	.	1,0	.	.	19	1	0	0	4	0	6	7	22	0	9	20	4
20	.	.	.	11,6	.	.	.	.	1,0	.	.	20	2	1	1	5	0	7	8	23	0	10	21	5
21	.	.	.	.	0,3	.	.	.	.	.	.	21	3	2	2	6	0	8	9	24	9	11	22	6
22	.	.	4,3	.	9,0	1,8	0,4	.	.	.	.	22	4	3	0	7	0	0	0	25	10	12	23	7
23	.	.	.	.	3,6	.	.	.	.	.	.	23	5	4	1	8	0	0	1	26	11	13	24	8
24	.	0,2	0,5	.	5,6	2,0	.	.	.	.	.	24	6	0	0	9	0	0	2	0	12	14	25	9
25	.	.	.	.	.	.	.	.	0,4	.	.	25	7	1	1	10	1	1	3	0	13	15	26	10
26	.	.	.	.	0,5	.	.	.	.	.	.	26	8	2	2	11	2	0	4	0	14	16	27	11
27	.	.	.	2,4	.	1,2	.	.	.	.	.	27	9	3	3	0	3	0	5	0	15	17	28	12
28	.	.	.	0,8	.	1,0	0,5	.	0,3	.	.	28	10	4	4	0	4	0	0	0	16	18	29	13
29	.	.	.	2,2	9,7	.	.	.	0,5	0,1	.	29	11	5	5	0	0	1	1	0	0	30	14	14
30	.	.	1,5	.	33,0	.	.	.	0,2	.	.	30	12	6	0	1	0	2	2	0	1	31	15	15
31	=	.	.	.	4,4	.	.	.	.	1,8	.	31	.	7	.	2	0	3	.	0	.	32	16	16

* le dernier jour de pluie de l'année 2004/2005 était le 30 août

Figure 1. Exemple de DDSLR pour chaque jour de l'année 2005/2006 sur la base des données de précipitations journalières de la station de Tunis pour un seuil de précipitations SP = 0.1 mm

Probabilité en %	01 sep	02 sep	03 sep	04 sep	05 sep	06 sep	07 sep	08 sep	09 sep	10 sep	11 sep	12 sep
97%	85	72	73	74	75	76	51	52	53	54	55	58
94%	71	52	47	48	49	50	48	49	50	51	52	55
90%	51	46	44	45	46	47	38	39	40	41	30	33
87%	45	43	34	35	36	37	37	27	28	29	21	20
84%	42	33	33	34	35	36	26	18	19	20	17	17
81%	32	32	26	23	24	25	17	14	15	16	14	13
77%	21	25	22	20	21	22	13	12	13	13	11	12
74%	24	25	19	14	15	16	11	11	12	10	11	12
71%	24	21	13	10	11	12	10	10	11	10	10	10
68%	20	18	9	8	9	10	9	8	9	9	9	7
65%	17	12	7	7	8	9	8	8	9	8	9	4
61%	11	8	6	6	7	8	7	7	8	8	9	4
58%	8	7	5	6	7	8	7	6	7	8	9	3
55%	7	6	5	5	6	7	6	6	7	8	7	3
52%	6	5	4	4	5	6	5	6	7	6	6	2
48%	5	4	3	4	5	6	5	6	7	5	4	1
45%	4	4	3	3	4	5	5	5	5	3	4	1
42%	3	3	3	3	4	5	5	4	4	3	4	1
39%	3	2	2	2	3	4	4	4	2	3	3	1
35%	2	2	2	2	3	4	3	3	2	2	3	1
32%	1	2	2	2	3	4	3	1	2	2	2	1
29%	1	1	2	2	3	4	2	1	1	2	2	1
26%	1	1	1	2	2	3	1	1	1	1	1	0
23%	0	1	1	1	1	2	0	0	1	1	1	0
19%	0	1	1	0	1	2	0	0	1	0	1	0
16%	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0
13%	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
10%	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
6%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

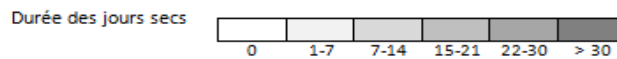


Figure 2. Exemple d'une partie de matrice de distribution de l'indice DDSLR dans la station de Tunis pour un seuil de précipitations SP = 0.1 mm du 1^{er} au 12 septembre

2. Résultats et discussion

Une première observation de la figure 3 laisse apparaître qu'avec un seuil de précipitations $SP = 0,1$ mm, l'évolution annuelle de l'indice DDSLR médian (probabilité de 50%) dans les différentes stations d'étude est presque pareille durant toute l'année, à l'exception de quelques variations dans la station saharienne de Remada. Cependant, les différences entre les stations deviennent plus marquées lorsque le SP augmente.

En fait, pour $SP = 0,1$ mm, les valeurs médianes de DDSLR pendant la saison des pluies (souvent entre septembre et mai) ne dépassent pas une semaine (7 jours), sauf à Remada (entre 7 et 21 jours) et rarement à Gafsa (entre 7 et 14 jours). Pendant l'été, la saison sèche, nous observons les valeurs médianes maximales de DDSLR, notamment à la fin du mois de juillet et le début du mois d'août (28 à 42 jours). Ces valeurs augmentent d'autant plus qu'on s'approche du domaine aride. C'est ainsi qu'à Remada, nous enregistrons une tendance nette à l'augmentation des valeurs de l'indice DDSLR surtout entre la fin du mois de mai et la première décennie de septembre (entre 21 et 97 jours). Ceci montre que la saison des pluies dans cette station se distingue par sa brièveté.

Avec des seuils de précipitations plus grands ($SP = 5$ mm et $SP = 10$ mm) des nuances plus ou moins nettes apparaissent entre les stations du nord (Tabarka et Tunis) et les stations du centre et de sud du pays, surtout durant la saison des pluies :

- Dans la station de Tabarka et celle de Tunis, les valeurs médianes de DDSLR restent généralement inférieures à deux semaines, ce qui signifie que nous avons une probabilité de 50% d'avoir au moins une quantité de pluie supérieure ou égale à 10 mm tous les 14 jours.
- Dans les stations semi arides et arides (Kairouan et Gafsa), nous assistons à une recrudescence notable des valeurs médianes de DDSLR, en particulier entre novembre et avril, c'est-à-dire en pleine saison culturale. Au cours de cette période, les valeurs médianes de DDSLR sont fréquemment entre 15 et 30 jours pour $SP = 5$ mm et entre 30 et 45 jours pour $SP = 10$ mm. En s'avancant vers le sud, les valeurs de DDSLR dépassent deux mois, soit plus de 60 jours à Remada. Autrement dit, nous avons une probabilité supérieure à 50% d'avoir des séquences sèches, ou sans pluies appréciables, prolongées pendant des périodes critiques de la croissance des plantes.

Avec un seuil de précipitations égal à 25 mm ($SP = 25$ mm) et durant la saison des pluies, les valeurs médianes de DDSLR dépassent quatre mois (+120 jours) dans les stations arides et sahariennes (Gafsa et Remada) et elles sont entre 30 et 90 jours dans la station semi aride de Kairouan. Néanmoins, les valeurs de DDSLR restent globalement faibles entre quelques jours et un mois dans les régions humides et semi humides du nord tunisien.

Les résultats mentionnés ci-dessus paraissent intéressants pour une bonne évaluation du risque de déficit en eau à lequel la plante commence à souffrir sous l'effet du stress hydrique. Dans ce contexte, il importe de signaler que l'échec des semis est particulièrement lié au « faux démarrage » de la saison des pluies généré par un événement pluvieux isolé capable de déclencher la germination, généralement entre 10 et 25 mm (Aviad Y., 2009), et non suivi de l'installation pérenne de la saison des pluies. En outre, les bonnes campagnes agricoles exigent un printemps suffisamment pluvieux associé à un automne ou un hiver d'une pluie satisfaisante (Henia L. *et al.*, 2010), ce qui n'est pas toujours le cas dans les stations semi arides et arides (Kairouan, Gafsa et Remada). Ceci explique, en partie, la part importante des mauvaises campagnes agricoles dans le centre et le sud tunisien par rapport au nord du pays.

Le changement climatique pourrait de son côté modifier le régime des sécheresses et probablement étendre les épisodes secs. Par conséquent, les cultures vont être de plus en plus exposées aux aléas climatiques induits par l'intermittence des pluies.

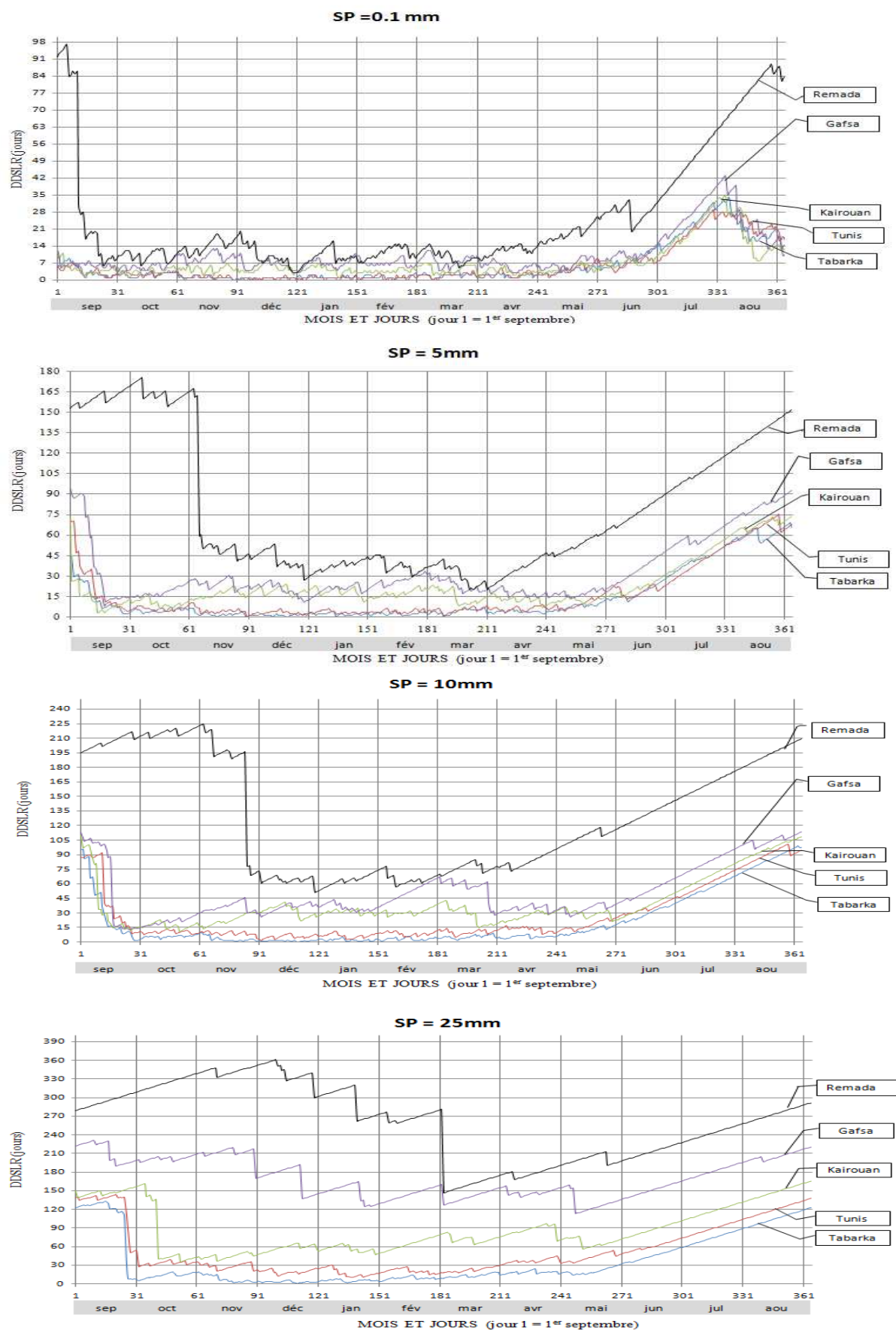


Figure 3. La distribution annuelle médiane (50%) de DDSLR pour les différents seuils de précipitations SP

Conclusion

L'indice DDSLR, modèle probabiliste de la sécheresse, nous a fourni des informations intéressantes sur la configuration des pauses pluviométriques intra-annuelles et spatiales en Tunisie. Il nous a permis aussi d'évaluer le risque de déficits en eau, surtout pour la végétation pendant la saison culturale.

Il se dégage de cette étude que :

- Les valeurs de DDSLR sont proportionnelles à l'aridité. Plus on va vers le sud désertique, plus ces valeurs augmentent.
- Les valeurs de DDSLR sont d'autant plus importantes que le SP est grand et l'été garde toujours les valeurs les plus élevées de cet indice dans la plupart des stations.
- Avec des SP supérieurs à 5 mm, les séquences sèches prolongées (plus de 15 jours), qui peuvent affecter le développement de la plante, sont récurrentes en particulier dans les régions semi arides et arides. Ces régions risquent de souffrir de pauses pluviométriques étendues à tous les stades de croissance et de développement des plantes.

Signalons enfin que d'après les résultats de cette étude, l'indice DDSLR peut très bien être utilisé dans les essais de régionalisation pluviométrique de la Tunisie, mais pour ceci il faut prendre en compte un nombre plus important de stations.

Références bibliographiques

Aviad Y., Kutiel H., Lavee H., 2009 : Variation of Dry Days Since Last Rain (DDSLR) as a measure of dryness along a Mediterranean – Arid transect. *Journal of Arid Environments*, **73**, 658–665. (page consultée le 09/10/2014) <http://geo.haifa.ac.il/~kutiel/Publications/JAE-2009-73.pdf>

Beatley J.C., 1974 : Phenological events and their environmental triggers in Mojave desert ecosystems. *Ecology*, **55**, 856–863. (page consultée le 02/11/2014) <http://www.jstor.org/discover/1934421?sid=21105048456991&uid=4&uid=2&uid=3739176>

Henia L., 1993 : *Climat et bilans de l'eau en Tunisie, Essai de régionalisation climatique par les bilans hydriques*, publication de l'université de Tunis I, 391 p.

Henia L. (dir), 2008 : *Atlas de l'eau en Tunisie*. Publication de l'Université de Tunis, 186p.

Henia L., Benzarti Z., Ben Boubaker H., 2010: Variation de la pluie et de paysage céréalière en Tunisie, in : *Climat, Société et Dynamique des Paysages Ruraux en Tunisie*, Pub. Université de Tunis et Université de la Manouba, 11-29.

Ruiz-Sinoga J.D., Garcia-Marin R., Gabarron-Galeote M. A., Martinez-Murillo J. F., 2012 : Analysis of dry periods along a pluviometric gradient in Mediterranean southern Spain. *International Journal of Climatology*, **32**, 1558–1571. (page consultée le 16/10/2014) <http://www.readcube.com/articles/10.1002 %2Fjoc.2376>