

Bulletin des grandes cultures

Les caractéristiques du
climat et de la typologie
de la pluviométrie..... P. 2

Evolution de la pluviométrie
dans les principales zones
céréalières.....P. 3

Impact de la sécheresse sur
les rendements des céréales...
.....P. 4

L'irrigation d'appoint pour
sécuriser la production
céréalière.....P. 7

Recommandations techniques
d'irrigation d'appoint du
blé..... P. 12

Directeur de la publication
Omar Zeghouane

Responsable de la publication
Ratiba Amrani

Auteurs
Dekkiche N., Chaou L., Amrani R.

Conception
Mohamed Amrani

Institut Technique des Grandes Cultures
1, rue, Hacene Badi - El-Harrach - 16200
Tél. 021.52.44.31/32
Fax. 021.52.35.29
www.itgc.dz



Dépendante des conditions climatiques, la production céréalière ne cesse de fluctuer d'une campagne à une autre. La dernière campagne 2013/2014 a enregistré un déficit hydrique qui a provoqué des pertes de plus de 800.000 hectares et d'environ 30% de la production des céréales par rapport à la campagne précédente (production estimée à 35 millions de q).

De ce fait, l'irrigation d'appoint des céréales devient nécessaire et vitale pour atteindre la production et la qualité escomptées. Aussi dans le cadre du programme de renouveau agricole et rural, la sécurisation de la production céréalière par l'irrigation constitue un objectif prioritaire afin de réduire les importations. Ainsi, le programme quinquennal 2015-2019 vise une superficie à irriguer de 450.000 hectares de céréales à moyen terme et de 600.000 ha à long terme.





> Les caractéristiques du climat et de la typologie de la pluviométrie

En Algérie, la sécheresse cause chaque année des dégâts considérables sur la production des céréales et réduit le potentiel de rendement de plus de 50% selon l'année et la réserve en eau du sol. La caractérisation du climat et l'analyse de la typologie des précipitations dans les zones céréalières a mis en évidence l'évolution du risque de la sécheresse et son impact négatif sur les rendements des cultures du blé.

A cause du phénomène des changements climatiques, favorisant l'augmentation des températures et de la sécheresse, les saisons pluvieuses sont souvent courtes avec une forte variabilité spatio-temporelle des précipitations qui menacent de plus en plus les productions agricoles et rendent l'irrigation indispensable à la croissance des cultures et la sécurisation de la production. Son effet positif est prouvé sur l'augmentation de la production, la valorisation de la fertilisation azotée, la rentabilité, ainsi que sur la qualité du grain.

Caractéristiques et typologie de la pluviométrie

La pluviométrie est un facteur essentiel aussi bien dans la formation des sols, dans le développement du couvert végétal et des cultures que dans le renouvellement du réseau hydrologique. Dans le domaine de l'agriculture, ce facteur reste l'élément déterminant pour les productions agricoles, de ce fait, sa caractérisation est indispensable, elle permet la connaissance de la distribution des cumuls pluviométriques mensuels et l'identification des périodes sèches et humides, afin d'intervenir sur la culture au moment opportun.

Pour une raison de disponibilité des données pluviométriques, les séries d'années traitées et analysées ne sont pas identiques d'une station météorologique à une autre. En effet, on distingue une période de 1975-2014 sur les stations météorologiques de Sétif et Constantine, une autre période de 1988-2014 sur celles de Tiaret et Sidi Bel-Abbès, une période de 1977-2014 sur la station météorologique de Saïda et enfin, une période de 1991-2014 sur celle de Bouira.

Les séries pluviométriques traitées montrent une distribution différente de l'Ouest à l'Est. La classe pluviométrique dominante au niveau de la région Ouest varie de 300-400 mm correspondant aux besoins des orges, à l'Est de 400-600 mm correspondant aux besoins des blés et l'avoine alors qu'au Centre, elle est souvent supérieure à 400 mm convenant aux cultures des blés et aux cultures fourragères (figure 1) en conditions pluviales. Néanmoins, ces informations montrent, une fois de plus, que la planification des cultures céréalières dans une zone donnée, nécessite l'intégration d'une étude sur l'irrigation de complément en fonction des conditions pédo-climatiques et de l'espèce.

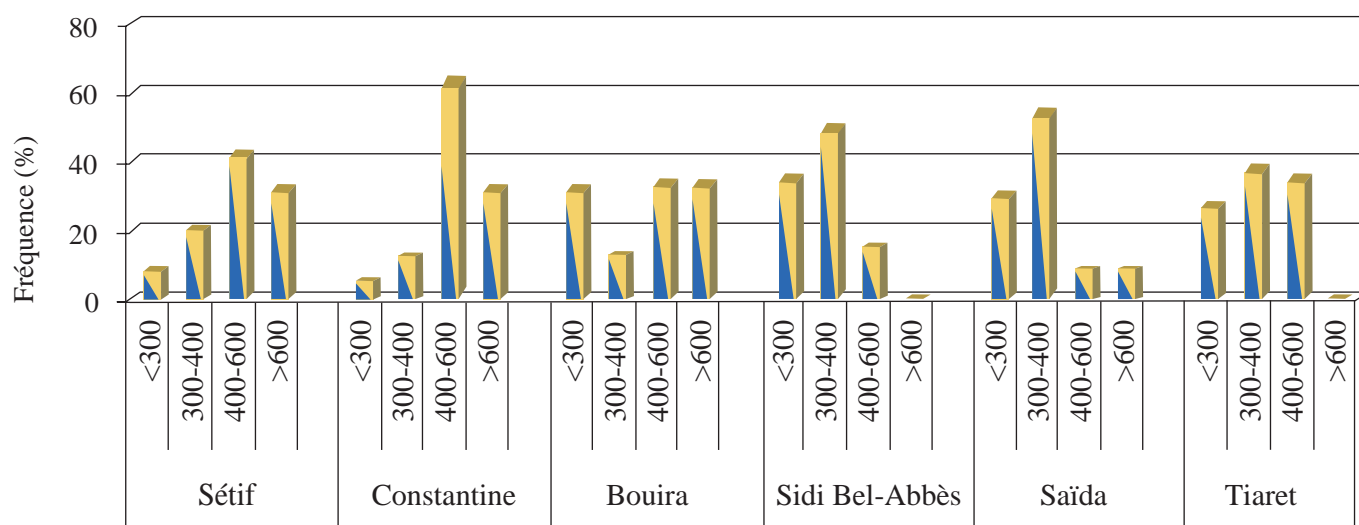


Figure 1 : Classification des cumuls pluviométriques annuels selon leurs fréquences d'observation.

Evolution de la pluviométrie dans les principales zones céréalières

L'évolution de la pluviométrie durant la période 1975-2014 dans la zone Est obéit à une courbe de tendance sinusoïdale. A Sétif, où le coefficient de détermination est de $R^2 = 0.708$ (figure 2), on constate deux périodes distinctes, une période de 1975 à 1987 qui a montré des cumuls pluviométriques annuels nettement supérieurs à la médiane, l'écart varie de 103 mm à 609 mm et une autre période de 1988 à 2014 où les cumuls pluviométriques oscillent autour de la médiane en tendant beaucoup plus vers des écarts négatifs, notamment observés durant les campagnes 1993-1994, 1996-1997, 2001-2002, 2006-2007 et 2013-2014.

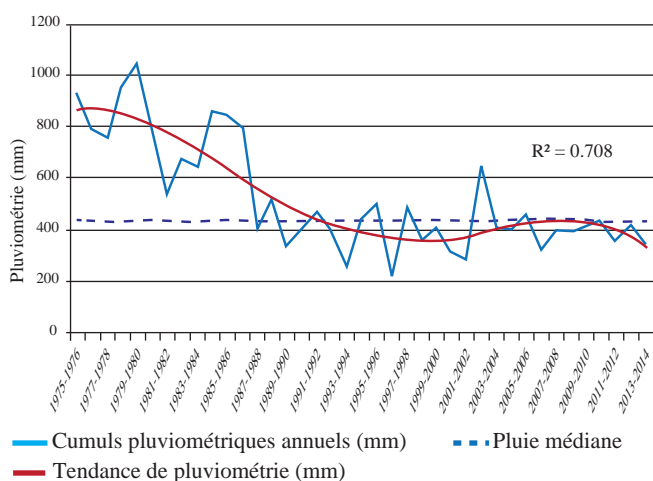


Figure 2 : Evolution de la pluviométrie à Sétif (1975-2014).

Durant la même période, une autre situation a été observée dans les hautes plaines de l'Est. En effet, les cumuls pluviométriques à Constantine fluctuent autour d'une médiane de 521 mm sur toute la période étudiée (figure 3). La zone a connu quatre périodes, de 1975 à 1983 où les cumuls pluviométriques étaient supérieurs à la médiane notamment l'année 1975 où on a enregistré un écart de 198 mm, soit 38%. Deux autres périodes ont été observées où les cumuls pluviométriques étaient inférieurs à la médiane, à savoir 1983-1997 et 2006-2014. On a constaté une période s'étalant sur 9 années (1997-2006) où les cumuls pluviométriques se rapprochaient beaucoup de la médiane à l'exception de l'année 2002-2003 qui a enregistré un écart très important de l'ordre de 265 mm, soit de 51%.

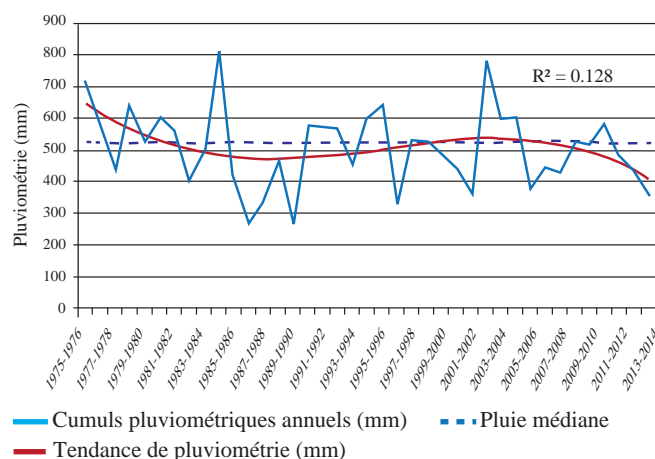


Figure 3 : Evolution de la pluviométrie à Constantine (1975-2014).

Par contre, la campagne 2001-2002 a été marquée par un déficit remarquable de l'ordre de 30%.

La région Centre, représentée par la wilaya de Bouira dans notre cas, a connu deux périodes sèches, une période de 1990 à 2002 où les cumuls pluviométriques annuels étaient en dessous de la médiane, particulièrement les années 1993-1994, 1996-1997, 1998-1999 et 2001-2002 qui ont connu respectivement des déficits très importants de l'ordre de 260 mm, 263 mm, 315 mm et 290 mm. Une autre période a tendance à apparaître à partir de 2011-2012 marquée par la sécheresse de 2013-2014 dont l'écart pluviométrique était de 197 mm, soit 36%. La période humide correspond à la période 2002-2011 où les cumuls pluviométriques étaient proches de la médiane (figure 4).

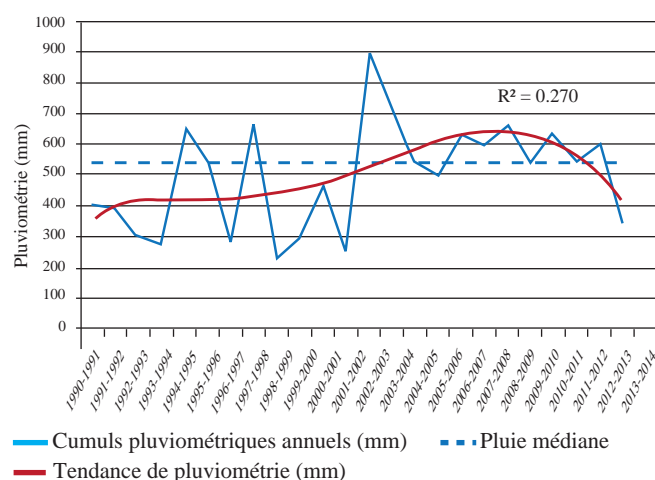


Figure 4 : Evolution de la pluviométrie à Bouira (1991-2014).



➤ Impact de la sécheresse sur la culture des céréales

Par ailleurs, les régions Ouest montrent deux périodes, une période sèche qui a duré 17 ans à Tiaret (1988-2005) avec une succession de deux années les plus sèches 1993 à 1994 et 1999 à 2000 avec des écarts respectifs de l'ordre de 36-40% et 31-34%. Une période humide s'est installée entre 2005 et 2014 où trois années ont été exceptionnellement très humides avec des écarts positifs à la médiane de 60% (2008-2009), 69% (2009-2010) et 67% (2012-2013) (figure 5).

La région de Sidi Bel-Abbès a connu une période de sécheresse qui a duré 16 ans (1988-2004), particulièrement en 1993, 1995, 1997 et 2000 enregistrant des écarts respectifs de 32%, 35%, 40% et 27%. Une période successive humide a débuté en 2005, enregistrant des années très pluvieuses dont l'écart à la médiane est de 63% en 2008-2009 et de 51% en 2012-2013 (figure 6).

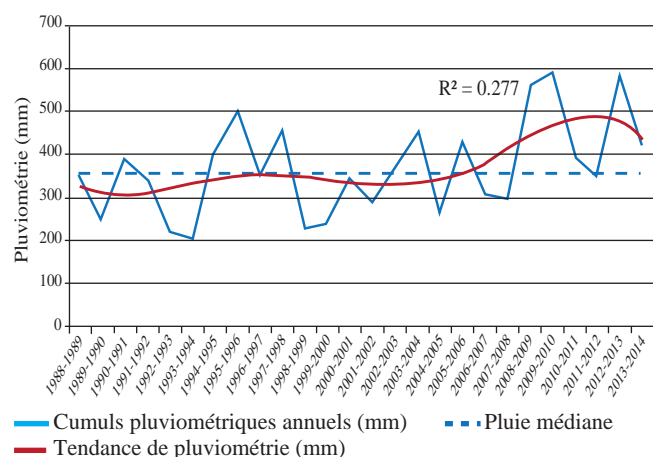


Figure 5 : Evolution de la pluviométrie à Tiaret (1989-2014).

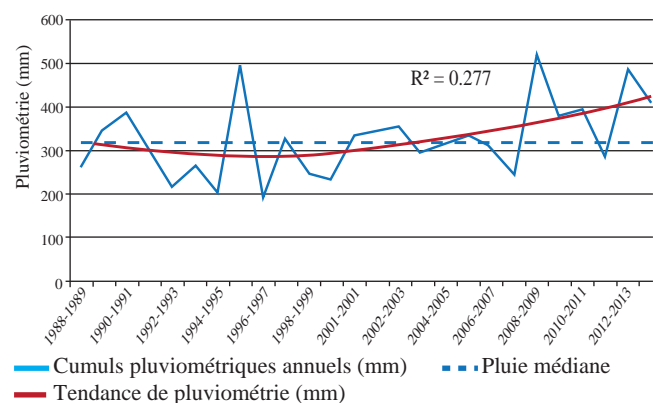


Figure 6 : Evolution de la pluviométrie à Sidi Bel-Abbès (1989-2014).

Impact de la sécheresse sur la culture des céréales

• Quantification de la sécheresse mensuelle

Le climat de l'Algérie est très variable, la sécheresse est l'une des préoccupations des techniciens car elle représente une contrainte majeure limitant les productions des céréales. Cette variabilité diffère dans l'espace, de l'Ouest à l'Est et dans le temps d'un mois à un autre. Un mois sec est défini selon l'indice de Gaus-sen quand la pluviométrie du mois (P) est inférieure à sa température moyenne (T) par l'expression $P < 2T$.

Le début de campagne (septembre à octobre) connaît une sécheresse de l'ordre de 80% et 60% au niveau des Hauts-Plateaux Ouest (figure 7) et de 90% et 75% au niveau des plaines sublittorales de l'Ouest (figure 8). Cette sécheresse est de moindre fréquence au niveau du Centre (figure 9) des Hauts-Plateaux et hautes plaines de l'Est. Elle est de 45% et 55% à Sétif (figure 10) et de 65% et 55% à Constantine (figure 11).

Les travaux de préparation du sol se réalisent généralement dans des conditions sèches. Les semis précoces du mois de novembre rencontrent généralement un mois marquant une sécheresse de 40% dans les hauts plateaux, de 35% au niveau du sublittoral Ouest, de 30% dans les Hauts-Plateaux de l'Est (Sétif) et 25% au niveau des hautes plaines (Constantine) et au Centre. Tandis que les semis tardifs du mois de décembre sont réalisés dans de meilleures conditions d'humidité aussi bien au niveau des Hauts-Plateaux que dans le sublittoral dans les deux régions.

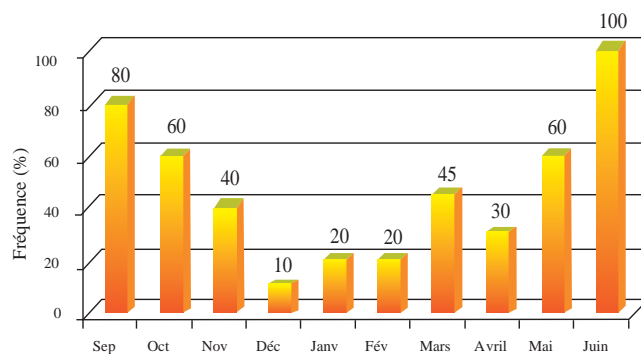


Figure 7 : Fréquence mensuelle de la sécheresse à Tiaret (1990-2009).

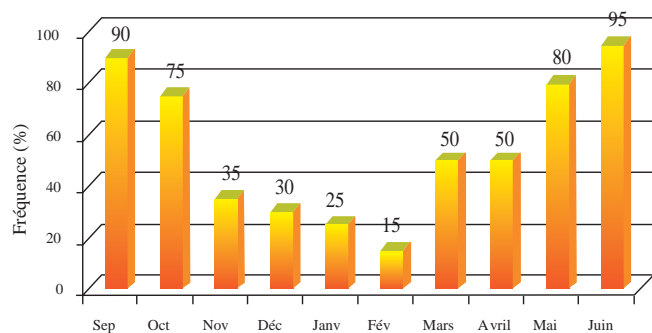


Figure 8 : Fréquence mensuelle de la sécheresse à Sidi Bel-Abbès (1990-2009).

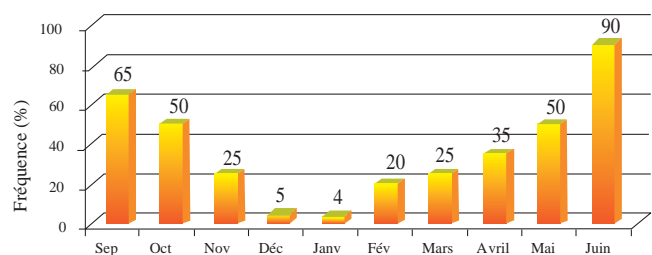


Figure 9 : Fréquence mensuelle de la sécheresse à Bouira (1990-2009).

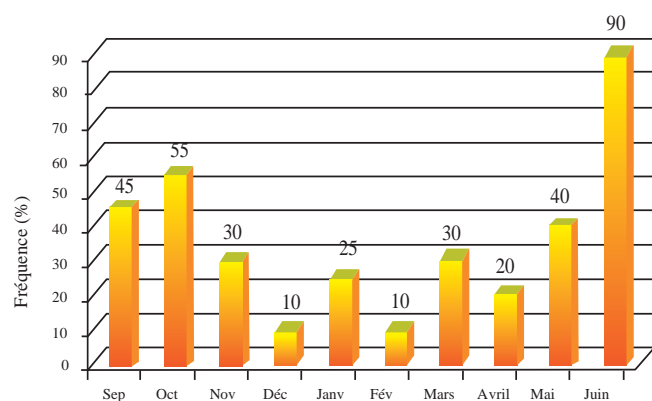


Figure 10 : Fréquence mensuelle de la sécheresse à Sétif (1990-2009).

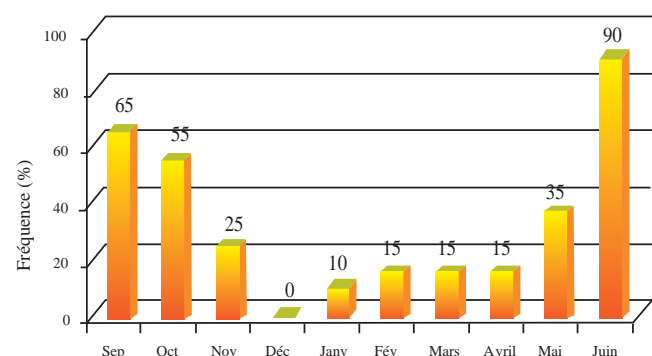


Figure 11 : Fréquence mensuelle de la sécheresse à Constantine (1990-2009).

La période végétative des céréales coïncidant avec les mois de janvier et février connaît une fréquence de sécheresse sans effets néfastes sur le développement de la culture et donc sur le nombre et la taille des talles. En effet, elle varie de 10% à 20% durant ces deux mois au niveau des Hauts-Plateaux de l'Est et d'Ouest et de 25% et 15% dans le sublittoral.

La sécheresse notée au stade montaison au niveau des hauts plateaux et sublittoral Ouest oscille entre 45% et 50%. Cette période sèche peut conduire à une régression du nombre d'épis par m² et se répercutera négativement sur le stade suivant (épiaison) en affectant le nombre de fleurs fertiles par épillet et ainsi le nombre de grains par épi. Les Hauts-Plateaux de l'Est présentent un risque de sécheresse moyen de 30% à Sétif et faible de 15% à Constantine.

La saison printanière est une saison déterminante dans la réalisation des rendements qui peuvent être affectés avec l'apparition des sécheresses en début de saison. Ce cas est rare dans les deux zones aussi bien à l'Est qu'à l'Ouest. Par contre, la sécheresse rencontrée en fin de saison (succession des mois avril et mai) apparaît notamment en 1990, 1998 et 2004 dans la zone Ouest et 1998 et 2001 dans la zone Est dont la fréquence est de 10%. La sécheresse affectant les trois mois de la saison s'est produite seulement dans la zone sublittoral avec une fréquence de 20% dans les années 1997, 1999, 2000 et 2002.





➤ Impact de la sécheresse sur la culture des céréales

Le stade épiaison-floraison (avril) rencontre des sécheresses de l'ordre de 30% dans les Hauts-Plateaux de l'Ouest, 50% au sublittoral Ouest et 35% au sublittoral Centre. Cette situation peut engendrer des effets néfastes sur la culture dont la réduction du nombre de fleurs par épillet. La fréquence de sécheresse n'est pas aussi importante dans la zone Est, elle est de 20% à Sétif et de 15% à Constantine.

Le stade remplissage du grain est le plus affecté par la sécheresse. A l'Ouest, la sécheresse atteint 60% à Tiaret et 80% à Sidi Bel-Abbès. Cette situation entraîne une diminution du poids de 1000 grains par altération de la vitesse de remplissage et/ou sa durée. Ce qui conduit à une réduction de la taille des grains (échaudage), affectant par conséquent le rendement. Dans la zone Centre, la fréquence de sécheresse est de 50% et dans la zone Est, elle est de l'ordre de 40% à Sétif et 35% à Constantine.

On peut conclure que la sécheresse est plus accentuée au moment des deux stades critiques de la céréale épiaison-floraison et remplissage du grain. On note également que sa fréquence au niveau des zones Ouest est plus importante qu'au niveau des zones Est. Elle peut atteindre jusqu'à 50% au stade épiaison-floraison et 80% au moment du remplissage du grain à Sidi Bel-Abbès.

La sécheresse se rencontre le plus souvent durant l'automne et le printemps, mais celle du printemps est plus critique car le déficit hydrique en fin de cycle du blé affecte énormément le rendement.

• Impact de la sécheresse sur les rendements

L'analyse des rendements a été réalisée à partir de 1985 correspondant au nouveau découpage du territoire en 48 wilayas. Cette analyse est basée sur les données statistiques de la période 1985-2013 de l'espèce blé dur. Elle représente la moyenne des rendements obtenus sur la période étudiée pour chaque wilaya de Sidi Bel-Abbès, Tiaret, Sétif, Constantine et Bouira (figure 12).

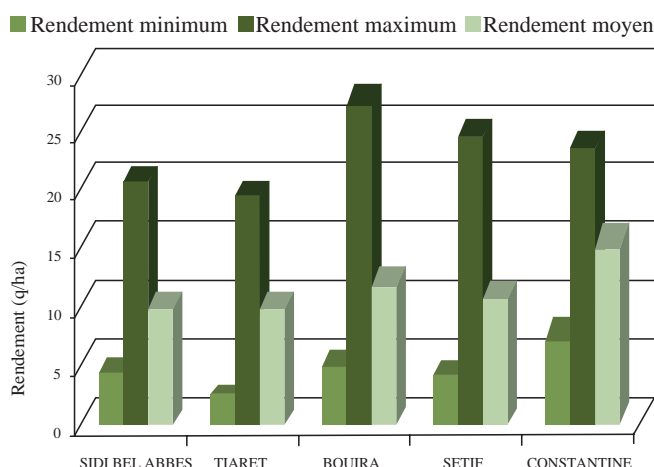


Figure 12 : Rendement minimum, maximum et moyen des principales wilayas céréalières (1985-2013).

(Source : statistiques séries B. MADR - 1985-2013)

On note que l'évolution des rendements est relative aux fréquences de la sécheresse. Les rendements moyens du blé dur sont de 10 q/ha au niveau de la région Ouest, de 12 q/ha au Centre, de 11 q/ha et 16 q/ha à l'Est, respectivement à Constantine et Sétif. D'une façon générale, en années sèches, ils évoluent d'un minimum variant entre 2 et 5 q/ha (à l'exception de Sétif dont le minimum est de 9 q/ha), alors qu'en années plus ou moins pluvieuses, les maximums de rendement oscillent entre 20 et 25 q/ha (et jusqu'à 28 q/ha au Centre). On a pu constater, également, des niveaux de rendements très bas enregistrés durant certaines campagnes de 1989-1990, 1993-1994 et 2001-2002, dus aux taux de déficits pluviométriques souvent supérieurs à 100% et à la sécheresse observée durant le début de l'automne et durant la saison printanière, particulièrement au stade critique de la culture floraison-épiaison et remplissage du grain. On note, aussi, que durant la campagne 1993-1994, où sur une superficie récoltée de 120.380 ha, la production réalisée n'était que 18.550 quintaux à Tiaret.

Il est donc primordial de couvrir les besoins en eau durant les périodes de floraison et de remplissage du grain par l'irrigation.

» L'irrigation d'appoint pour sécuriser la production céréalière

L'irrigation d'appoint représente une technique très prometteuse pour l'amélioration et la stabilité de la production des céréales. Néanmoins, l'efficacité de ce type d'irrigation est tributaire d'autres facteurs, tels que le semis, la fertilisation azotée, le désherbage, etc. Par ailleurs, il est raisonnable d'ajuster l'irrigation aux aléas climatiques et d'adapter la stratégie d'irrigation à la quantité d'eau disponible sur l'exploitation.

Rentabilité de l'irrigation

L'irrigation des grandes cultures représente un investissement fort pour les agriculteurs. Elle nécessite du matériel et de la main-d'œuvre, en plus du facteur

temps cependant, sa rentabilité est assurée et elle peut même dépasser les 50% de gain (figure 13).

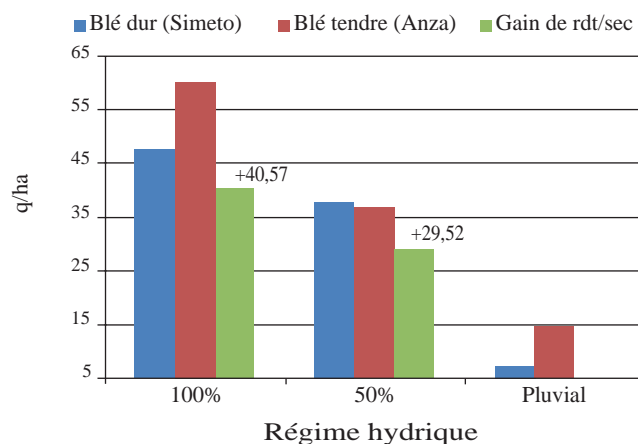
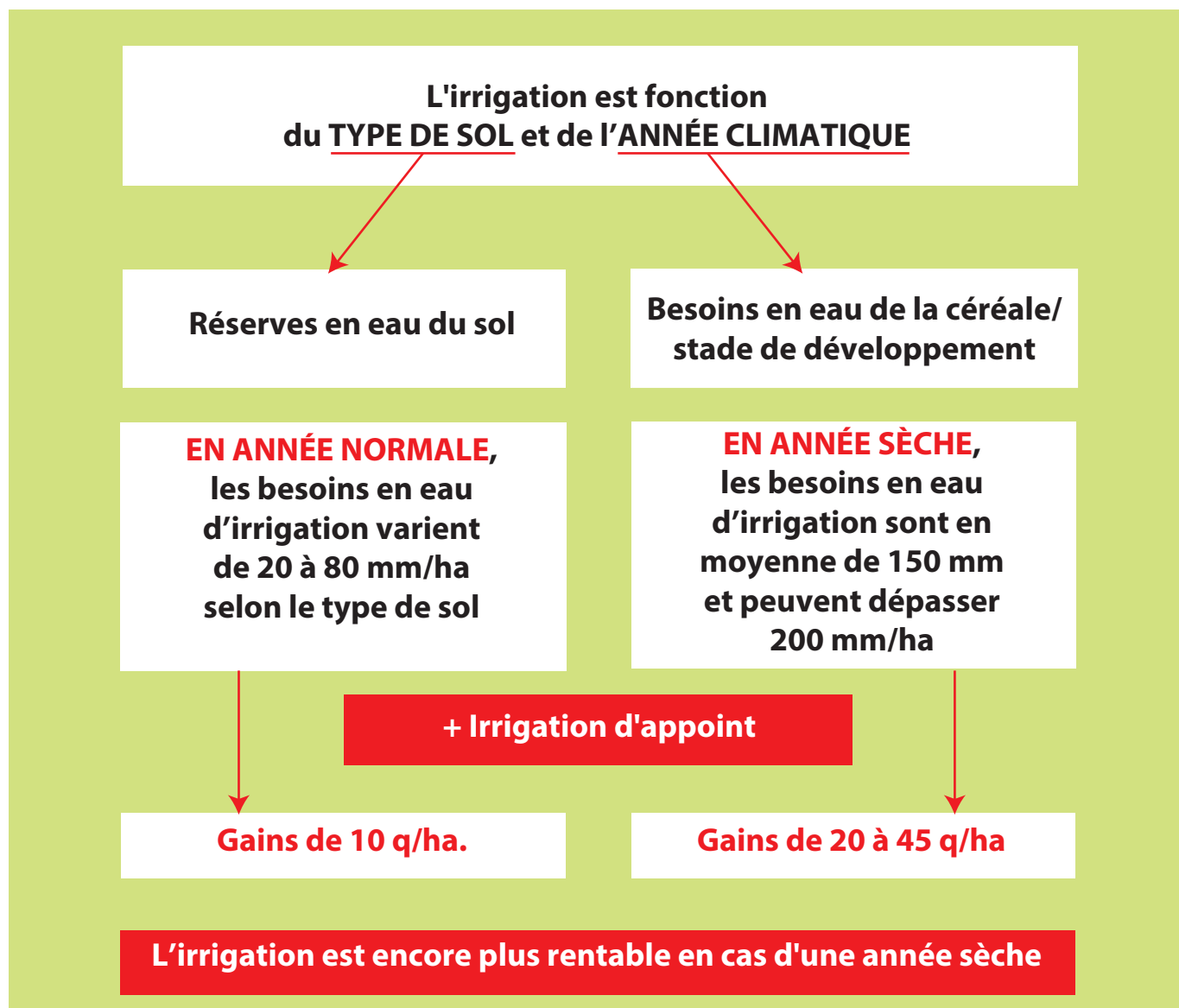


Figure 13 : Rendement des blés sous 3 régimes hydriques en zone semi-aride (ITGC de Khemis Miliana - 2012/2013).





➤ L'irrigation d'appoint pour sécuriser la production céréalière

L'irrigation des céréales à paille permet de maximiser et de régulariser les rendements, en particulier dans les sols à faible réserve hydrique et durant les années sèches. Les objectifs de rendement sont mieux maîtrisés, l'efficacité des engrais azotés est mieux valorisée et la qualité du grain est améliorée (poids spécifique, PMG, teneur en protéines, grains non échaudés).

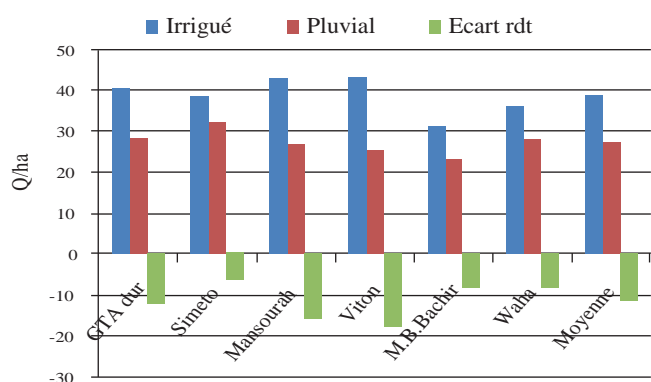


Figure 14 : Rendements des essais d'irrigation sur blé dur à Khemis Miliana (2009-2010).

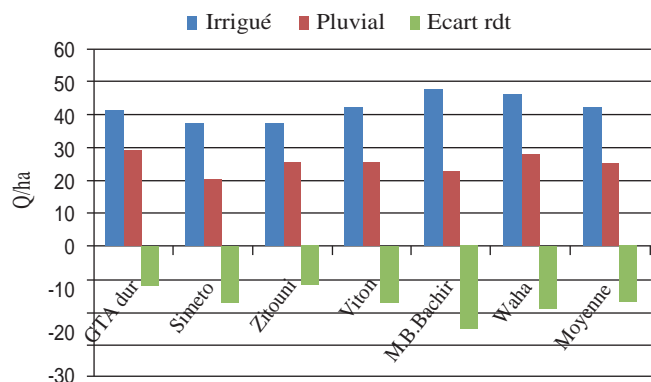


Figure 15 : Rendements des essais irrigation sur blé dur à Khemis Miliana (2010-2011).



Les besoins en eau des céréales

Les besoins en eau des céréales sont très différents suivant leurs stades de développement.

Une meilleure connaissance des besoins en eau des céréales par stade de développement permet une utilisation rationnelle de l'eau d'irrigation.

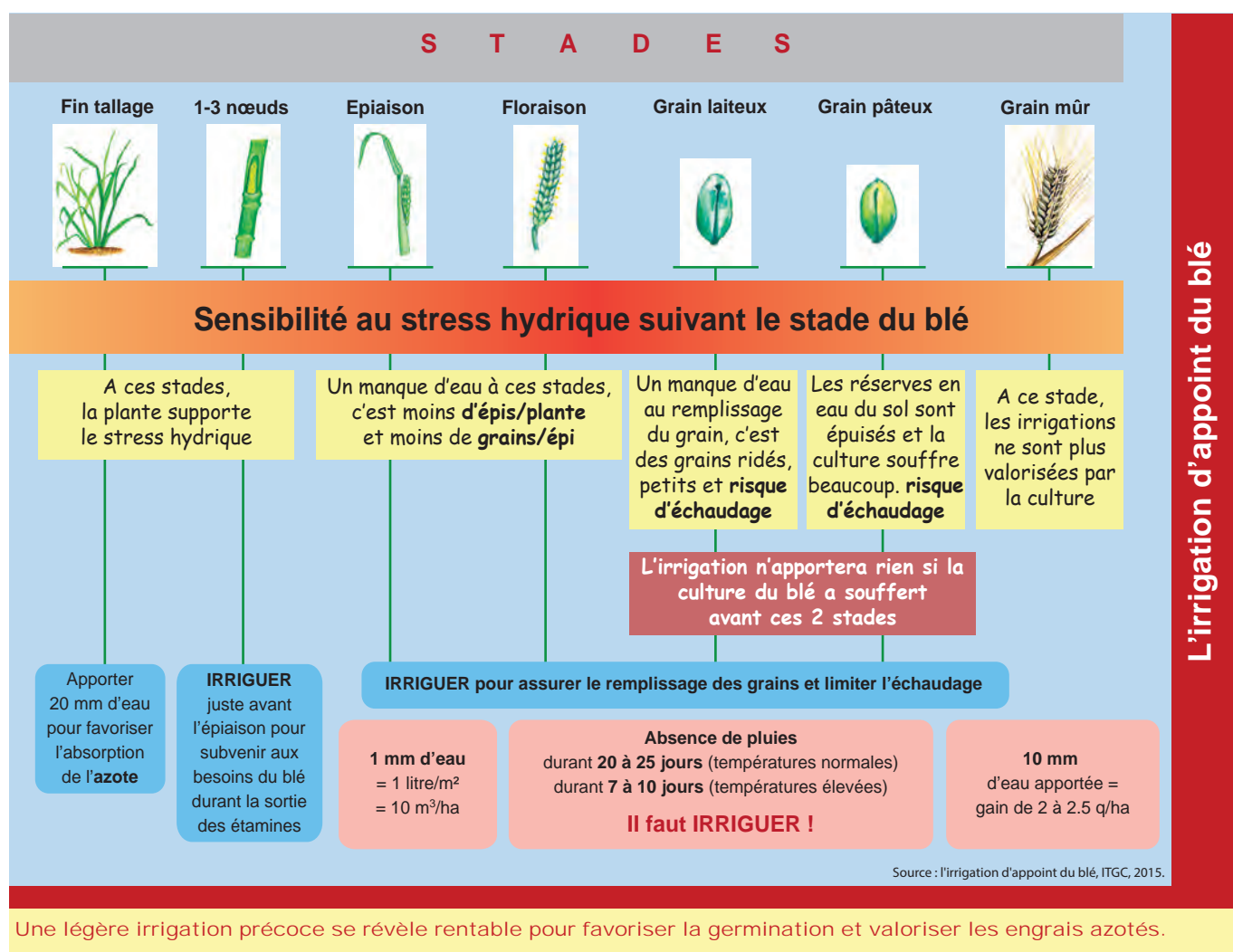
- **Semis-levée** : les besoins en eau sont faibles, généralement satisfaits par la pluie. S'il y a persistance de la sécheresse, il faut apporter une légère irrigation pour favoriser la germination et la levée.
- **2-3 Feuilles-tallage** : les besoins en eau sont assez importants.
- **Montaison-épiaison** : les besoins en eau sont importants. A partir de cette période, le blé entre dans sa phase de sensibilité à la sécheresse, affectant considérablement les composantes du rendement.
- **Floraison-grain laiteux** : les besoins en eau sont très importants. Cette phase est très sensible à la sécheresse. Un déficit en eau à cette période inhibe le remplissage du grain, d'où un grand risque d'échaudage.

• une sécheresse précoce limite l'alimentation azotée d'une céréale,

• une sécheresse à partir de la fin montaison pénalise fortement le rendement.

Le déficit hydrique affecte la teneur finale en protéines et le rendement.

En résumé : pour les céréales, la période la plus sensible à la sécheresse se situe entre **le stade fin montaison et le stade grain laiteux**. Tout déficit observé durant cette période doit être compensé par une irrigation. Toutefois, il n'est pas exclu d'irriguer à d'autres stades de la culture s'il y a persistance de la sécheresse. Il est également profitable d'apporter un premier tour d'eau de 20-25 mm pour favoriser la germination et l'absorption de l'azote dès le semis en cas d'absence totale de pluie.



Les apports d'irrigation d'appoint

L'irrigation d'appoint est recommandée aux stades critiques, entre la montaison et le stade pâteux. Les besoins en eau sont plus importants aux stades épiaison-floraison. En considérant la diversité des zones agro climatiques de production céréalière et l'absence des résultats sur les doses spécifiques à chaque zone, nous recommandons, à titre indicatif, les doses d'irrigation selon deux situations climatiques :

Hiver sec : 3 irrigations de 20 mm chacune en début de cycle (semis au tallage).

Printemps sec : 3 à 4 irrigations de 40 à 60 mm chacune de la fin montaison jusqu'au grain laiteux-pâteux.



Réserver l'irrigation en priorité pour la période autour de la floraison

A savoir : 1 mm d'eau = 1 litre/m² = 10 m³/hectare



» Les apports d'irrigation d'appoint

• Fréquences des irrigations

La fréquence d'irrigation dépend essentiellement de la texture du sol (lourd ou léger). En sol lourd, la forte capacité de rétention de l'eau pour ce type de sol permet de réduire les fréquences d'irrigation, alors qu'en sol léger, la faible capacité de rétention provoque un assèchement plus rapide, d'où la nécessité d'irriguer fréquemment.

• Equipement de l'irrigation

L'irrigation par aspersion est le mode le plus indiqué pour l'irrigation des céréales. L'équipement utilisé est soit l'enrouleur ou les rampes d'asperseur (voir brochures de l'ITGC pour plus de détails).

Valorisation de l'azote par l'irrigation

La qualité des céréales est intimement liée à leur teneur en protéines. L'ajustement de la dose d'azote à apporter est donc primordial pour atteindre les objectifs de qualité.



Le problème de la fertilisation azotée ne se pose pas uniquement en terme de dose, mais aussi en modalité d'apport, selon le fractionnement et le stade d'apport, ainsi que la disponibilité de l'eau. L'apport d'azote, sous irrigation d'appoint améliore le rendement du blé, sa teneur en protéines et aussi l'efficacité d'utilisation de l'eau.



L'irrigation, suivant un apport d'azote est toujours très bien valorisée

Besoins en apports azotés

Il convient de fractionner les apports d'azote en deux ou trois, si la dose totale à apporter est supérieure à 90 unités/ha et si l'eau n'est pas un facteur limitant : 1/3 de la dose totale au semis + 2/3 de la dose totale au stade épi à un cm (fin tallage) ou 1/3 de la dose totale au semis + 1/3 au stade épi à un cm + 1/3 au stade montaison.

- 1^{er} apport du semis au début tallage : les apports précoces - au semis en cas d'urée et début tallage pour d'autre type d'engrais - augmentent la vigueur des plantes et favorisent l'émission des talles (environ 30 unités d'azote/ha, 1/3 de la dose totale).
- 2^e apport à la fin tallage : favorise la montaison des épis (environ 60 u/ha, 2/3 de la dose totale).
- 3^e apport à la montaison-épiaison : l'apport favorise la fertilité de l'épi et la teneur en protéines (environ 30 u/ha).

En cas d'absence de pluies dans la semaine qui suit l'épandage d'azote, il faut irriguer pour dissoudre l'engrais azoté et le mettre à la portée des racines (en sec, plus de 50% de l'azote n'est pas profitable à la culture).

Une faible dose d'azote apportée à la culture du blé menée en irrigation d'appoint est plus bénéfique qu'une forte dose d'azote apportée en cas d'un déficit hydrique.



À l'automne, en cas d'absence totale de pluie, il faut apporter un premier tour d'eau (d'au moins 20 mm) pour favoriser l'absorption de l'azote.

Au printemps, si la sécheresse persiste, il faut faire suivre l'apport d'azote par une irrigation. Et au cas où les pluies sont annoncées, il vaut mieux anticiper l'apport azoté.

Le 3^e apport ne peut avoir une bonne efficacité sans les pluies ou l'irrigation à la montaison.



Recommandations pratiques



- L'irrigation d'appoint est recommandée en cas de déficit pluviométrique durant les phases critiques de développement de la culture, entre la montaison et le stade pâteux. Les périodes critiques à couvrir sont l'épiaison-floraison-grain laiteux.
- La dose et la période d'irrigation sont raisonnées en fonction du climat de l'année (déficit hydrique observé), du stade de développement de la culture et de la réserve en eau du sol.
- L'installation de tensiomètres est la meilleure méthode pour gérer les apports d'irrigation.
- Démarrez l'irrigation avant que le stress hydrique ait trop affecté la culture.
- Adaptez les doses à la capacité de rétention du sol, un sol sableux est irrigué plus fréquemment et à des doses plus faibles, qu'un sol argilo-calcaire.
- En conditions de sécheresse après semis, il est impératif d'apporter une irrigation d'au moins 20 mm pour favoriser la germination et levée.
- En cas de printemps sec, apportez 3 à 4 irrigations en moyenne, de 30 à 40 mm chacune, durant les phases critiques de développement (un tour d'eau de 40 mm tous les 10 jours).
- Maintenez l'irrigation jusqu'au stade grain-laiteux.
- Ayez un équipement adéquat selon la topologie du sol.
- La réussite des autres facteurs de production (travail du sol, fertilisation, contrôle phytosanitaire, variétés performantes, ...) est impérative pour réussir l'irrigation.
- Chaque 5 mm de pluies permet de retarder d'un jour l'irrigation suivante.
- Ajustez la fertilisation azotée aux apports d'eau.
- Choisissez des variétés précoces pour des situations à sécheresse terminale.
- Pratiquez un travail du sol superficiel avec mulch pour conserver l'eau (évaporation, infiltration).
- Avantagez le semis direct dans les zones semi-arides.
- Le gain final dépendra de la fréquence des apports d'irrigation (selon les périodes et l'intensité de la sécheresse) et des quantités et périodes d'application de l'azote.

