Collection Brochures Agricoles

Edition 2016

Conduite des Céréales sous pivot en Algérie.

« Un paradoxe évident à vouloir retirer du désert les denrées alimentaires qu'on a grand peine à obtenir dans les régions plus favorisées » (Dubost, 1986).

Djamel BELAID
Ingénieur Agronome

CULTURES SOUS PIVOT

Sous pivot,10 Règles pour réussir

tout en limitant les coûts de production.

1- Des sols pauvres

Les sols, pratiquement inexistants, impliquent un apport indispensable en fertilisants pour développer des cultures et augmenter le rendement à l'hectare (Dubost, 2002). En zone aride les sols sableux sont pauvres. Ils ne retiennent ni l'eau, ni les engrais.

2- La salinité de l'eau

L'exploitant a un ennemi redoutable : le sel contenu dans l'eau d'irrigation. Quelques solutions existent.

3- Incertitude climatique

L'ETP peut être de 2000/an, sans eau rien n'est possible. Quels seront les prix du blé dur à l'avenir ?

4- Les engrais

La localisation des engrais phosphatés est indispensable. La localisation est possible au semis avec un semoir pour semis-direct.

5- L'argile

En sol sableux, l'apport d'argile permet d'améliorer la rétention de l'eau et des engrais par le sol.

6- Cultures dérobées

Les cultures dérobées permettent deux récolte/an. Enfouir au sol une culture dérobée améliore la fertilité du sol.

7- Les références

Sous pivot, les références techniques sont rares. L'exploitant a intérêt à réaliser des « enquêtes » cultures avec ses voisins.

8- Le semis direct

Le semis direct est un moyen de réduire les coûts de carburants et d'améliorer la fertilité du sol.

9- Le risque

Une tempête de sable, une panne et la récolte peut être irrémédiablement compromise.

10- Rechercher des matières organiques

Comme le sol est très pauvre, l'exploitant doit rechercher des sources de matières organiques : restitutions (chaumes, paille), fumier, boues de station d'épuration, engrais vert, ...

SOLS SAHARIENS

Quels types de sols?

Des sols souvent squelettiques et pauvres en M.O.

Les sols rencontrés en palmeraie sahariennes et sahéliennes

On rencontre différents types de terrains dans les palmeraies sahariennes et sahéliennes qui vont du sol léger (sableux, graveleux ..) au sol assez compact (limons argileux).

Ce sont d'abord les sols sableux et graveleux des palmeraies sahéliennes du Niger et de l'Air, des palmeraies sahariennes du Souf et de l'Oued Righ en Algérie et de certaines allées phœnicicoles de 1'Anti-Atlas au Maroc.

Ce sont ensuite les sols alluviaux plus ou moins argileux et limoneux des terrasses bordant les Oueds des palmeraies du Présahara (Oued Drga, Oued Ziz, Oued Biskra) et des zones d'épandages de crues (Zous-Fana, Guir, Tafilalet) (1, 4, 17, 18, 19, 21). Dans de nombreuses régions ces sols sont marqués par la présence de sels due, dans la majorité des cas, à l'utilisation d'eaux d'irrigation chargées (palmeraies du Tafilalet, de l'Oued Righ, de Djerid tunisien...), ce qui pose le problème d'élimination de la salure par l'installation d'un système de drainage adéquat (13, 1,2,7,9). La richesse chimique de ces sols est très variable.

Des sols pauvres

Les sols légers sont pauvres en humus, en azote, en acide phosphorique et en potasse. Les sols moyens lourds (sols argileux, argilo-sableux limoneux et argilo-limoneux) sont en général pauvres en humus, en azote et insuffisamment pourvus en acide phosphorique assimilable.
En revanche, la potasse est présente à peu près partout en quantité non négligeable.
Le calcium et le magnésium sont assez répandus ainsi que le sodium. Les micro-éléments sont bien représentés dans ces types de sol (1, 4, 5, 14, 24).
La vie microbienne des sols est relativement limitée dans la plupart des palmeraies où l'on pratique une culture extensive sous palmiers et dans lesquelles les sols sont insuffisamment pourvus en matière organique et en eau (1, 4).

Des sols pauvres en humus

Les sols des palmeraies saharo-sahéliennes pourraient être définis comme physiquement divers, mais présentant **un caractère commun**, celui d'être pauvre en humus, en azote, en acide phosphorique et en micro-organismes, et d'être en général bien pourvu en potasse, calcium, magnésium, sodium et en micro-éléments.

Relation du sol et de l'eau

En zone aride et sub-aride l'élément essentiel pour la mise en valeur agricole est l'eau.

Facteur limitant le plus important de la production végétale la qualité essentielle d'un sol sera de composer efficacement avec elle. Dans ces régions à faible pluviométrie, c'est l'irrigation qui apporte au sol l'eau qui sera mise à la disposition de la plante (1).

ZOOM

Toutes les techniques visant à la conservation des sols et à son amélioration devront par conséquent se soucier de leur porosité, de leur perméabilité et de leur pouvoir de rétention.. .

Evapo-transpiration : 1700 à 2 100 mm/an

L'évapo-transpiration dans les palmeraies, du pré-Sahara au Sahel est de l'ordre de 1700 à 2 100 mm (18) ce qui nécessite des doses d'irrigation importantes sur le complexe végétal « Palmiers dattiers et cultures sous-jacentes » (20, 22, 7, 9, 8, 10, 11).

L'érosion, les apports d'éléments divers, le drainage, le lessivage ... **seront à prendre en considération** dans l'optique de la conservation des sols.

(1) Dans certaines régions la nappe phréatique proche du niveau du sol est utilisée directement par les racines des plantes (ZIBAN-LARGEAU)

CONSEILS

Sources : G. TOUTAIN. « Conservation des sols en palmeraies sahariennes et bordurières au Sahara ». Chef de la Station Centrale d'Agronomie Saharienne D.R.A. Marrakech. Options méditerranéennes - N° 25. Les chiffres entre parenthèses renvoient à la bibliographie.

ASPECTS ECONOMIQUES

Quelle rentabilité économique?

Avec la prime blé dur, une rentabilité garantie.

« L'analyse de la production de blé dur sous pivots sur une quinzaine d'années (1994-2009) a révélé une forte variabilité de la production entre les campagnes agricoles (figure).

La quantité produite maximale a été récoltée durant la campagne 1995-1996 soit 86 730 qx, elle s'est stabilisée par la suite autour de 55 000-60 000 qx entre 1997 et 2002, et a notablement régressé à partir de 2004 pour chuter à 21 000 qx en 2008. »

Des difficultés multiples

« Outre les difficultés liées aux spécificités du milieu, l'indisponibilité des engrais sur le marché pour des raisons sécuritaires pendant les années 1990 a exacerbé la situation, sachant que leur apport est indispensable au maintien des potentialités des sols. »

Priorité au blé dur

« En 2004, la production du blé tendre a quasiment disparu alors que la récolte avait été sensiblement égale en volume à celle du blé dur durant la campagne 2001/2002, la faiblesse du rendement à l'hectare en est la cause principale. Un rendement de 20 qx/ha en blé tendre n'est économiquement pas rentable, même s'il est deux fois et demie supérieur à celui obtenu dans le Nord du pays. »

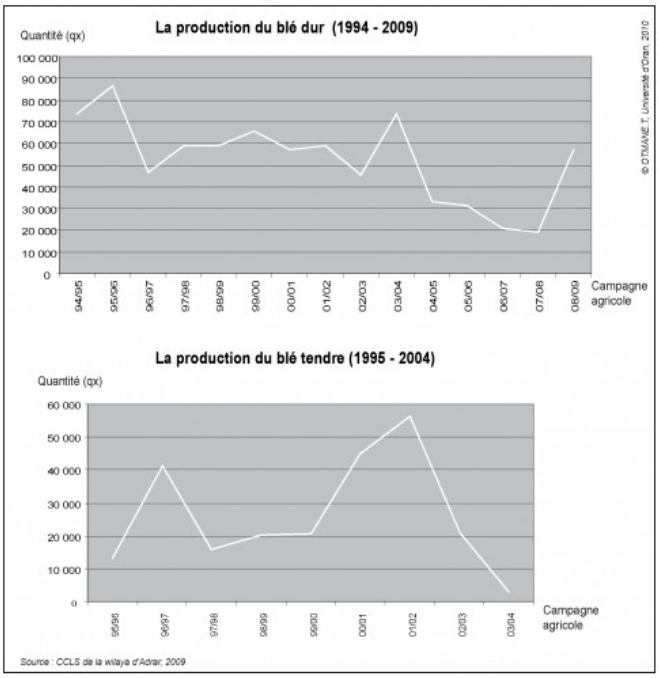
2008, une prime blé dur de 1000 DA/ql

La revalorisation du prix d'achat des céréales par l'État en 2008* a néanmoins induit une multiplication par trois de la superficie céréalière (1 847 ha) confirmant ainsi l'aspect fluctuant de cette activité, fortement corrélée à la variabilité des prix.

(*) Les prix d'achat ont été fixés en juin 2008 à 4 500 DA le quintal pour le blé dur, 3 500 DA pour le blé tendre et 2 500 DA pour l'orge.

« **La revalorisation des prix** des céréales par l'État, cumulée à une hausse sur les marchés mondiaux, pourrait entraîner dans les années à venir une augmentation des superficies cultivées en blé. Ainsi, plus récemment, **la superficie emblavée de la campagne 2008-2009 a triplé** par rapport à celle de la campagne précédente, passant de 600 à 1 847 ha.

Figure 3 : La production céréalière dans la *wilaya* d'Adrar depuis 1990



Contact et référence électronique

Sources: Tayeb Otmane et Yaël Kouzmine, « Bilan spatialisé de la mise en valeur agricole au Sahara algérien », Cybergeo : European Journal of Geography [En ligne], Espace, Société, Territoire, document 632, mis en ligne le 19 février 2013, consulté le 11 août 2016. URL : http://cybergeo.revues.org/25732 ; DOI : 10.4000/cybergeo.25732

Tayeb Otmane : Laboratoire EGEAT Université d'Oran (Algérie) Maître de conférences « A » Chercheur associé au CRASC, Algérie otmanet1@yahoo.fr

Yaël Kouzmine UMR 1248 AGIR (INRA-INPT/ENSAT) Centre INRA Toulouse Midi-Pyrénées
Ingénieur de recherche yael.kouzmine@toulouse.inra.fr

CONSEILS

Economiquement et agronomiquement, il est intéressant d'associer une production de fourrages à la production de blé dur.

ASPECTS ECONOMIQUES

Pivots, des difficultés particulières?

Pour les exploitants, des freins multiformes.

Les superficies attribuées sont conséquentes, mais leur mise en culture concrète n'a pas été proportionnelle aux pressions exercées sur les communes par les populations locales, en vue d'obtenir une parcelle de terre, d'acquérir une eau de forage et de bénéficier du soutien de l'État. Plusieurs exploitations attribuées au début de l'opération n'ont jamais été cultivées du fait de leur éloignement du manque de moyens, de la non-réception du matériel agricole ou encore de l'absence d'électrification. L'échec des attributions vouées à l'emploi de jeunes a été patent. Nous avons recensé en 2008 plus d'une vingtaine d'exploitations agricoles abandonnées. Ne demeurent que des squelettes de pivots et des serres exposées à la dégradation.

Exploitations collectives

L'attribution collective sous forme de groupes d'entraide paysanne a également constitué une source de blocage et de conflits dans la gestion des exploitations et, parfois, en explique même l'abandon ; il suffit d'une facture d'électricité coûteuse ou d'un partage de tâches de travail insatisfaisant pour générer des tensions entre les membres, nous expliquait un chef d'exploitation à Zaouiet-Kounta (Touat). Les conflits ont abouti, dans le meilleur des cas, à l'éclatement des exploitations et à l'essor du travail individuel. Depuis 2000, quelques exploitations abandonnées dans le périmètre de Baamer (Fenoughil) destinées initialement à l'emploi des jeunes locaux ont été démantelées par les collectivités locales pour être réattribuées sous forme individuelle à des diplômés de l'université, sans activité.

Au-delà des moyens matériels dans lesquels l'État a fortement investi, l'environnement social et politico-économique, ainsi que les contraintes pédoclimatiques sahariennes, ont joué en défaveur de l'ambition des aménageurs.

Des sols « pratiquement inexistants »

Les sols, pratiquement inexistants, impliquent un apport indispensable en fertilisants pour développer des cultures et augmenter le rendement à l'hectare. L'eau, certes abondante des nappes souterraines, mais extraite par l'énergie électrique, se trouve sur-tarifée, ce qui induit un coût supplémentaire pour l'exploitant.

ZOOM **Tenir compte des distances**

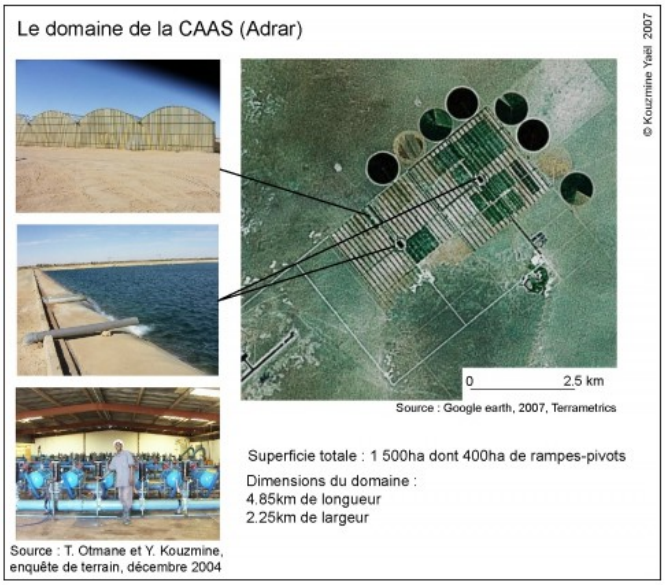
D'autant plus que les distances qui séparent les pôles de mise en valeur et les grands marchés de consommation du Nord (Oran et Alger sont à 1500 km) sont à l'origine de surcoûts de transport. Enfin, les équipements d'irrigation importés de l'étranger impliquent une dépendance structurelle à une technicité extérieure qui peut se traduire, en cas de panne, par une mise en péril de la récolte.

Quel coût de production ?

Quel est le coût de la production agricole au Sahara ? La rentabilité s'est logiquement imposée comme un facteur décisif pour le devenir de la mise en valeur agricole. L'apport en engrais et l'énergie électrique consommée pour pomper l'eau et faire fonctionner la rampe-pivot ont rendu le coût de revient, en cas de faible production, égal ou supérieur au prix de vente du blé sur le marché ; d'autant que le prix du blé sur le marché mondial était bradé du fait de la monopolisation de la production des pays tels que les États-Unis, le Canada ou encore la France. Cela a conduit à l'endettement des exploitants vis-à-vis de la SONELGAZ* et de la CCLS, et, par conséquent, à l'abandon progressif des exploitations, faute de pouvoir dégager des revenus suffisants.

(*) 19 Société Nationale de l'Électricité et du Gaz créée en 1969. Avec l'ensemble de ses filiales, elle exerce des activités de production, de transport et de distribution de l'énergie électrique et de gaz.

Photo 2 : L'aménagement du Complexe agroalimentaire du Sud (Adrar, Algérie)



Sources: Tayeb Otmane et Yaël Kouzmine, 2013.

COUT DE MECANISATION

Comment réduire les coûts de mécanisation?

En adoptant le non-labour avec semis direct.

La céréaliculture en milieu aride se situe dans une région éloignée des centres urbains. L'irrigation doit être continue. Les coûts de production sont donc élevés. Tout exploitant se doit de maîtriser ses charges. Le semis-direct (SD) permet une réduction des charges de mécanisation.

En semis-direct, de meilleurs rendements

« *Mahdi (2004), a pu montrer dans une culture de blé dur sous pivot dans le Sud que* ***le système du semis direct est plus avantageux que le semis classique*** *tant sur le plan de la conservation du sol que sur celui de l'économie des charges et de l'énergie, ainsi que pour le rendement.* »

Tableau. Effet du système du semis direct et du semis classique sur le blé sous pivot en zone sud d'Algérie (Mahdi, 2004)

Technique

Temps travail (h/ha)	P1000 grains (g)	Rdt (t/ha)
Semis direct 0,8	62,94	7,29
Semis conventionnel 1,6	58,16	6,30

Sources : Mahdi, M. (2004). Contribution à l'étude de la technique du semis direct sous pivots. Mémoire d'ingénieur INA El Harrach, Alger, 63 p.

S'équiper en semoir pour semis direct

Les semoirs SD coûtent excessivement cher, c'est le cas des marques Kuhn, Semeato, John Shearer. L'exploitant a tout intérêt à s'équiper du semoir SD « Boudour » produit par CMA-SOLA. A Sétif (Mezloug) les Etablissements Refoufi ont démarré la production de semoirs SD. Différents importateurs proposent également des semoirs SD low-cost.*Semoir low-cost « Boudour » de CMA-SOLA de Sidi Bel-Abbès*

Transformer semoir conventionnel en SD

En absence de semoirs SD, des céréaliers irakiens ont transformés leurs semoirs conventionnels en semoirs SD (voir notre site « Algérie Agriculture »). Cette opération peut être réalisée par un simple artisan de village équipé d'un poste de soudure et de découpe de l'acier.

Résultats économiques

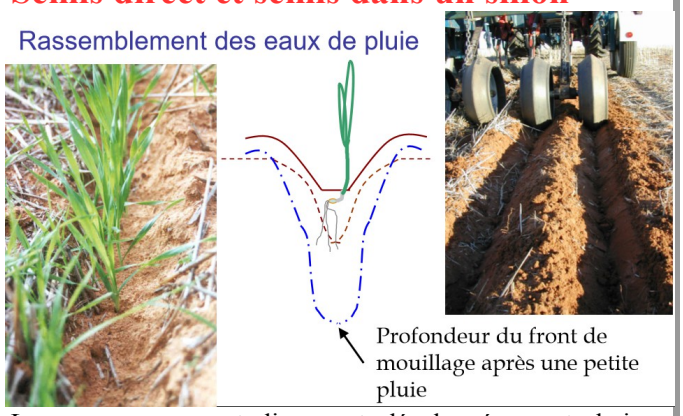
Au Maroc, les travaux de Mrabet montrent que le semis direct permet des marges économiques supérieures à celles du travail coventionnel.

Tableau 10: Rendement du blé (grain R_g et paille R_p, qx/ha), charges C_h (Dh/ha) et marges bénéficiaires brutes M_b (Dh/ha) en fonction du type de travail du sol pour un agriculteur de la Chaouia (Données non publiées).

Année	Semis direct				Travail conventionnel			
	R_g	R_p	C_h	M_b	R_g	R_p	C_h	M_b
1997-98	30	17	1600	7000	19	13	1900	3750
1998-99	33	14	1600	7550	10	09	1900	1200
1999-00	12	08	1600	2150	00	00	1700	-1700
2000-01	14	11	1600	2950	08	05	1900	550
Moyenne	22	13	1600	4912	09	07	1850	950

Dh = dirhams marocains

Semis direct et semis dans un sillon



Les agronomes australiens ont développé une technique originale. La dent de leurs semoirs SD crée un sillon au fond duquel est déposée la semence. Une roue plombeuse rappuye la terre. Résultat, le sillon permet de collecter l'eau vers la semence et l'engrais déposé lors du semis. Résultats, de meilleurs taux de germination-levée.*Semis SD en sillon (Icarda Syrie-Alep).*

SEMIS DIRECT

Quel intérêt agronomique du SD?

Economie d'eau et maintien de la fertilité.

Rendement, avantage au SD

Des travaux menés en Tunisie (semi-aride) montrent un net avantage du semis direct sur le semis conventionnel.

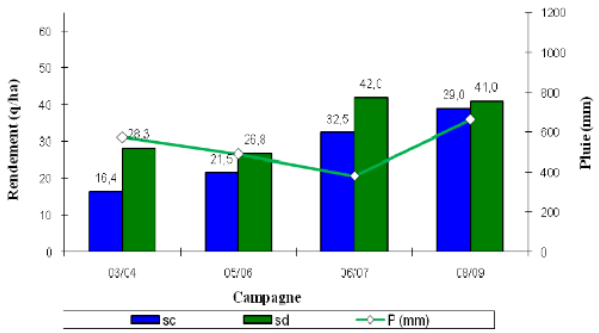


Fig. 3. Rendement du blé dur en SD et SC et la pluviométrie annuelle de la région semi-aride inférieure de Borj ELIFA durant quatre campagnes agricoles.

Préserver l'humidité du sol

De

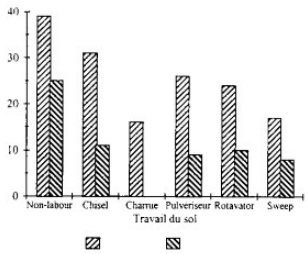


Figure 4 : Durée en jours nécessaire pour atteindre le point de flétrissement à l'horizon (0-10 cm) en fonction du type de travail du sol et pour deux régimes hydriques (humide : apport d'eau de 77 mm et sec : apport d'eau de 35 mm). L'humidité au point de flétrissement est de 0.16 g g^{-1} (Mrabet, 1997).

Infiltration de l'eau

« **L'évolution du taux d'infiltration** a été suivie dans les parcelles de SD et de SC dans chacun de trois sites moyennant la méthode de double anneau. Pour le site de Borj Elifa (Fig. 4) le taux d'infiltration montre une augmentation en fonction de l'ancienneté de la parcelle en SD et une stabilité au niveau des parcelles de SC. En SD ce taux est passé de 20 à 43 l/h alors qu'il s'est stabilisé autour de 20 l/h en SC ».

Sources : Semis direct et semis conventionnel en Tunisie : les résultats agronomiques de 10 ans de comparaison. H. Angar*, H. Ben Haj Salah* et M. Ben-Hammouda**. *Institut National des Grandes Cultures, BP 120 Bou Salem 8170 (Tunisie). **Laboratoire de Physiologie de la Production des Céréales, ESAK, 7100 Le Kef, (Tunisie) e-mail: angarhbb@yahoo.fr

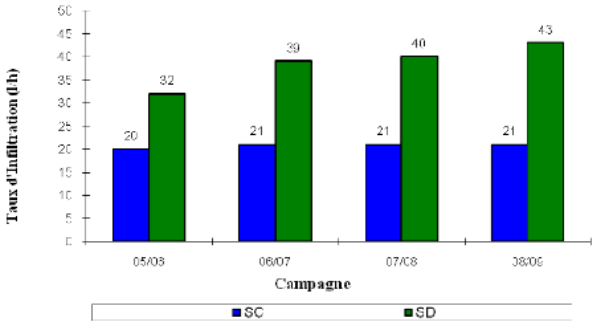


Fig. 4. Taux d'Infiltration en SD et SC dans la région semi-aride inférieure de Borj Elifa.

« L'évolution du taux d'infiltration a été suivie dans les parcelles de SD et de SC dans chacun de trois sites moyennant la méthode de double anneau. Pour le site de Borj Elifa le taux d'infiltration montre une augmentation en fonction de l'ancienneté de la parcelle en SD et une stabilité au niveau des parcelles de SC. En SD ce taux est passé de 20 à 43 l/h alors qu'il s'est stabilisé autour de 20 l/h en SC. »

Matière organique du sol

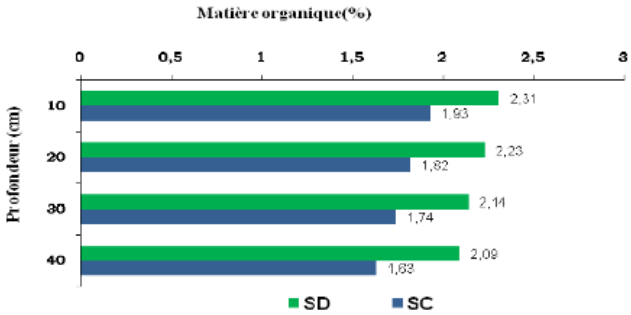


Fig. 9. Taux de matière organique en SD et SC dans la région semi-aride inférieure de Borj Elifa.

« **Les résultats concernant la MO** dans la région subhumide de Mateur ont montré que le SD est une technique qui, avec l'accumulation des résidus au fil des années, augmente le taux de matière organique en SD dans tous les horizons de profondeur.

SD était supérieur à celui en SC dans tous les horizons du sol, un tel écart est observé après cinq cycles de culture. L'écart est plus prononcé au niveau des 10 et 20 premiers centimètres là où se concentre la majorité de la biomasse racinaire.

De même pour le site semi-aride inférieur de Borj Elifa, le taux de matière organique s'est amélioré en SD par rapport au SC après cinq cycles de culture dans les horizons du sol allant jusqu'à 40 cm. »

VARIETES

Quelles variétés utiliser sous pivot?

Toutes les variétés de blé dur ne répondent pas de la même façon à l'irrigation.

L'IRRIGATION DE COMPLEMENT DU BLE DUR.* (extraits)
Cette étude réalisée en conditions semi-arides peut orienter les pratiques en zone aride.

« La conduite de l'irrigation sous esquive **constitue une alternative** pour améliorer les rendements du blé dur dans des régions caractérisées par des déficits hydriques, en particulier printaniers. En effet, pendant 3 campagnes agricoles l'irrigation de complément dans cette région a permis d'améliorer fortement les niveaux de rendements obtenus et de réduire la variabilité interannuelle des rendements.

Besoins en eau, de 341 à 408 mm

Les besoins en eau mesurés pour 6 variétés dont 2 sont introduites sont compris entre 341 et 408 mm, ils sont sensiblement plus faibles que ceux habituellement rapportés et qui de l'ordre de 450 mm [4]. Les 3 campagnes agricoles étudiées présentent des déficits hydriques, le traitement correspondant à la conduite pluviale est donc toujours un traitement à déficit hydrique.

Supériorité des variétés introduites

Les variétés introduites montrent, pour tous les traitements et pour toutes les campagnes, une nette supériorité par rapport aux variétés locales. En effet, les variétés introduites produisent des rendements plus élevés que les variétés locales en conduite à régime hydrique potentiel, mais aussi en conduite déficitaire.
Par ailleurs, le suivi pendant 3 campagnes agricoles de la variété Tassili montrent que la conduite pluviale aboutit à de faibles rendements en grains et à une forte variabilité interannuelle des rendements qui varient entre 15 et 30 q/ha.

Tableau : besoins en eau de différentes variétés.

1989-1990		1990-1991	
Variétés	ETM (mm)	Variétés	ETM (mm)
MBB	361,2 A	Tassili	408,7 A
Chougrane	359,8 A	Aribs	405,7 AB
Waha	351,2 B	Oued Zenati	400,4 BC
Tassili	341,0 C	Waha	396,5 C

Les valeurs d'une même colonne portant la même lettre ne sont pas significativement différentes à un seuil de 5%.

Plusieurs stratégies d'irrigation

L'apport d'une dose unique de 50 mm à l'épiaison augmente le rendement mais ne réduit pas sensiblement la variabilité interannuelle, les rendements en grains obtenus sont compris entre 22 et 37 q/ha.

L'irrigation de complément réalisée sur la base de 2 apports de 50 mm chacun, l'un à l'épiaison et l'autre à la floraison, augmente le rendement et réduit la variabilité interannuelle, les rendements en grains obtenus sont compris entre 37 et 48 q/ha.
La conduite en régime hydrique potentielle aboutit à des rendements élevés, avec une moindre variabilité interannuelle, les rendements en grains obtenus sont compris entre 54 et 59 q/ha.

ZOOM **Fort potentiel de production**
Les résultats obtenus montrent que le potentiel de production céréalière dans nos régions est très appréciable dans la mesure où les rendements en grains obtenus pendant les trois campagnes agricoles ont toujours été supérieurs à 15 q/ha en conduite pluviale pendant des campagnes relativement sèches par rapport aux données moyennes sur 32 ans.

Des apports de 50 mm voir de 100 mm, au printemps, améliorent les niveaux de rendement et réduisent la variabilité interannuelle, même si l'échelle d'observation est relativement insuffisante pour bien cerner cette variabilité. »

CONSEILS **2 apports** de 50 mm chacun,
-l'un à l'**épiaison** et l'autre à la **floraison**,

-les quantités à apporter dépendent du **type de sol** et de sa réserve utile.

ZOOM **Pour choisir ses variétés,** rien de mieux qu'enregistrer ses performances et les comparer à ses voisins.

Sources : * Sciences & Technologie C – N°23, juin (2005), pp. 72-79. Université Mentouri, Constantine, Algérie, 2005.
L'IRRIGATION DE COMPLEMENT DU BLE DUR. INFLUENCE DE LA NATURE DU MATERIEL VEGETAL ET DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE INTERANNUELLE DANS UNE PLAINE SEMI-ARIDE D'ALGERIE. B.A. MERABET INA El-Harrach, Algérie. A. BOUTIBA Univ Hassiba Ben Bouali Chlef, Algérie. [*Les sous-titres sont de la rédaction. ndlr*]

SEMIS

Comment réussir le semis?

En semant dans un sillon.

Des techniques utilisées en zone semi-aride peuvent être employées avec intérêt en milieu aride. Certaines années, la faiblesse des pluies et leur irrégularité compromettent les semis et la phase de germination-levée. La solution prônée par certains est de démarrer l'irrigation. Cette solution est irréaliste. D'autres solutions plus simples existent.

Sécheresses automnales fréquentes

L'analyse des données climatiques montre que la fréquence des sécheresses automnale est grande notamment au mois d'octobre.
Cette situation se traduit par des retards dans les semis. Les agriculteurs traditionnels préfèrent attendre les pluies pour labourer et semer. En effet, en situation sèche, le labour est une opération éprouvante pour le matériel.

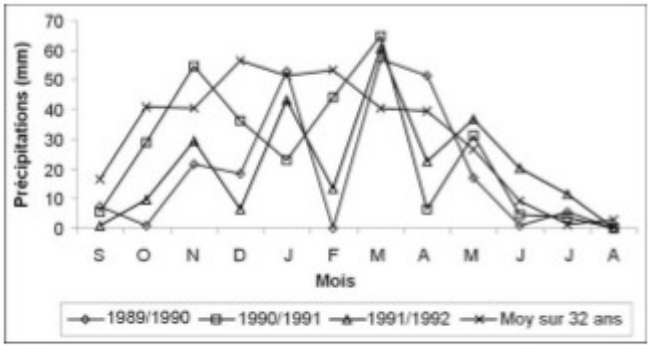
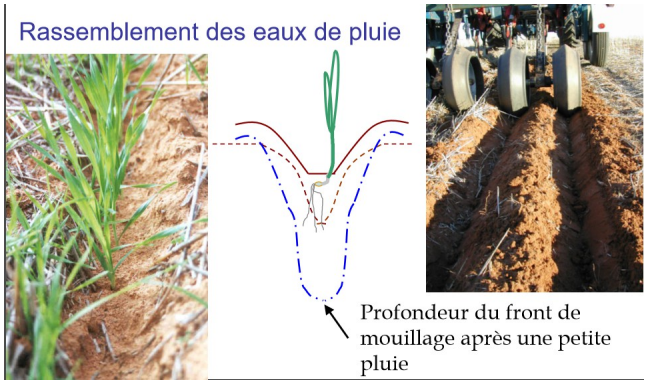


Figure 1: Pluviométrie des trois campagnes de mesure et la moyenne sur 32 ans (1960-92).

Semis direct, semer en sec

La technique du semis direct permet de s'affranchir du labour. Les semis peuvent donc commencer dès le mois d'octobre.
Le risque de dessèchement des plantules est réduit par le semis dans un sillon. Certains semoirs pour semis direct de type australien sont munis de dents et de roues plombeuses. Cet ensemble permet de créer un sillon derrière chaque dent. La semence et l'engrais y sont déposés.
La collecte des eaux de pluie est permise par le sillon. La moindre averse est ainsi valorisée.



Principe australien du semis direct dans un sillon (Jack Desbiolles).

ZOOM La société CMA-SOLA (Sidi Bel-Abbès) produit des semoirs low-cost pour semis direct (modèle « Boudour »).

CONSEILS

Transformer son semoir conventionnel

Avec l'aide d'un artisan soudeur, il est possible de transformer son semoir conventionnel en semoir pour semis direct (voir sur internet «Icarda + Zero Till + Seeder). De nombreux céréaliers irakiens ont opté pour cette solution.

IRRIGATION DU BLE DUR

Comment irriguer le blé dur?

C'est apprendre à gérer les besoins de la parcelle.

Les conseils suivant sont de ARDEPI (Sud de la France), ils peuvent intéresser les investisseurs. Il s'agit bien sûr de les adapter au contexte sous pivot en milieu aride. **Extraits.**

« En climat méditerranéen, la pluviométrie du printemps est très aléatoire.

L'irrigation du blé dur permet de :

-Régulariser le rendement à un bon niveau. L'eau d'irrigation apportée quand la culture en a besoin est particulièrement bien valorisée.

En sol peu profond, à faible réserve, l'irrigation sera presque systématique.

En sol plus profond, on n'aura recours à l'irrigation que les années au printemps sec.

-Bien valoriser les intrants, tout particulièrement l'azote. L'irrigation bien maîtrisée, garantit une bonne absorption de l'azote.

-Valoriser ses installations d'irrigation sans entrer en compétition avec les cultures d'été et sans conséquence néfaste sur les débits d'étiage des cours d'eau.

Irriguer, pour sécuriser la production

L'irrigation de printemps vise à sécuriser la production d'un blé dur de qualité

Les pluies de printemps sont le facteur déterminant du rendement d'un blé dur au sec. Celui-ci varie du simple au triple d'une année sur l'autre !

L'irrigation permet de stabiliser le rendement des parcelles de blé dur ; leur conduite est alors plus facile à déterminer.

La consommation moyenne = 3 à 4 mm/j, jusqu'à 5 mm/j les printemps secs !

Semé à l'automne, le blé dur bénéficie tout l'hiver, jusqu'au début de la montaison, des réserves en eau du sol généralement bien pourvues sous le climat de la région.

Si l'on commence à arroser avant l'épiaison, il faut continuer et assurer les irrigations suivantes.

Un arrosage précoce sans y revenir est très pénalisant pour la culture !

En arrosant tôt, on crée de la végétation et donc un besoin en eau plus important qu'il faut assurer ensuite !

ZOOM Comment déterminer le stade «grain pâteux» ?

Quand on presse le grain entre les doigts, il n'y a plus de «lait».

La culture supporte un stress hydrique.

Un manque d'eau à ce stade, c'est moins d'épis et de s épis plus petits.

Un manque d'eau au remplissage du grain, c'est des grains qui restent petits, se rident et donnent de mauvais PS (Poids Spécifique).

Les besoins en eau diminuent fortement.

Il faut vérifier qu'il reste assez d'eau dans le sol pour que la maturation se passe bien.

Si la culture a souffert avant ce stade, les dégâts sont déjà trop importants et l'irrigation n'apportera rien de plus.

La plante ne valorisera plus du tout les irrigations !

On arrête l'irrigation !

Stratégie d'irrigation

Choisir le moment d'irriguer en fonction de ses objectifs

Adapter la stratégie d'irrigation au climat de l'année

C'est :

- se donner les moyens d'ajuster l'irrigation aux aléas climatiques. Au printemps, la pluviométrie est très irrégulière. Il n'est pas possible de réaliser un calendrier d'arrosage a priori.

- organiser le tour d'eau sur son exploitation. Un tour d'eau prend du temps. Il faut anticiper et ne pas risquer de pénaliser la dernière parcelle à arroser !

Pour décider quand arroser de manière judicieuse :

Les avertissements à l'irrigation

Dans le bulletin de la coopérative, dans le journal agricole du secteur, ... des avertissements à l'irrigation sont établis par les techniciens locaux, à partir d'observations et de suivis pluviométriques et tensiométriques sur un réseau de parcelles de référence.

On peut ainsi bien visionner la disponibilité en eau dans le sol et l'impact des pluies et irrigations sur ces parcelles.

Quand les tensions montent, le sol s'assèche, quand les tensions chutent, il y a eu apport d'eau (pluie, irrigation).

Exemple de suivis tensiométriques pendant la même campagne mais sur 3 sols différents.

1 irrigation 15 jours plus tard. Il y a encore de la réserve en profondeur.

La culture finit sa maturation avec une 2e irrigation et la réserve du sol.

ZOOM **Suivre les avertissements** est la méthode la plus confortable pour l'agriculteur, celui-ci étant déchargé de la prise de mesures et de leur interprétation.
L'important est de se référer à la bonne parcelle témoin (sol séchant, profond, ...) la plus représentative de la parcelle que l'on souhaite arroser.
Si l'on veut des références plus personnalisées, on peut installer soi-même des sondes tensiométriques avec l'aide de son conseiller ou acquérir la méthode IrrInov® conçue par ARVALIS pour un pilotage à la parcelle.

N'arroser que les beaux blés

Avant d'arroser, vérifier qu'il n'y a pas un facteur limitant autre que le manque d'eau, un enherbement excessif ou des maladies par exemple.
Arroser une culture malade risque d'aggraver la situation.
Mesurer la pluviométrie sur l'exploitation et en tenir compte. S'il pleut pendant la période d'irrigation, on décale son tour d'eau. On ne tiendra compte que des pluies supérieures à 15 mm, cumulées sur 10 jours !

Par exemple: s'il pleut 26 mm sur une semaine et que la consommation quotidienne est estimée à 3,5 mm/j, on retardera l'arrosage prévu de 26 : 3,5 = 7 jours.

Sol profond avec nappe
Les pluies retardent la montée des tensions.
Après les pluies, les tensions à 45 cm et à 60 cm montent lentement.
Le sol s'assèche rapidement.
1 irrigation : les tensions à 45 cm chutent mais l'eau n'a pas remouillé en profondeur.
3 irrigations sont nécessaires pour assurer la fin de campagne.
Le sol est asséché en profondeur.
Les tensions à 60 cm sont encore très basses quand on déclenche l'irrigation de fin mai.
Les tensions à 60 cm s'élèvent rapidement. Mais les tensions à 75 cm décollent doucement : l'enracinement est bien développé et la culture est capable de s'alimenter en profondeur pour finir son cycle.

L'intérêt pour le revenu de l'agriculteur dépend du coût de l'irrigation, très variable selon le réseau d'irrigation. Pour rémunérer le travail, on considère généralement que le coût de l'irrigation ne doit pas dépasser la moitié du gain à espérer.
Le Blé Dur s'arrose à l'enrouleur ou au pivot. Le matériel doit être prêt à intervenir dès début mars en zone sud de la région, début avril en zone nord. On prévoira de faire l'entretien et les réparations éventuelles en hiver.

ZOOM **Pour avoir une bonne répartition de l'eau**, il convient de vérifier le réglage du matériel à l'aide de quelques pluviomètres. On vérifiera le volume global apporté avec un compteur volumétrique.

CONSEILS **Profiter de l'irrigation pour bien valoriser l'azote**
Sur une culture au sec, sans pluie après l'apport : 40% de l'azote passe dans la plante.
Sur une culture irriguée ou avec une pluie après l'apport : 95% de l'azote passe dans la plante.

S'il ne pleut pas dans la semaine suivant un épandage d'azote, il est très rentable de faire un petit arrosage : 15 à 20 mm suffisent pour dissoudre l'engrais et le mettre à la portée des racines.

ZOOM **RAPPELS :**
Dose (en mm) = Volume apporté (m3) x 1000
Surface arrosée (m2) 1 mm = 10 m3/ha

Sources : ARDEPI contact-ardepi@ardepi.fr http://www.ardepi.fr

PILOTAGE IRRIGATION

Comment piloter l'irrigation?

Par des sondes et des avertissements régionaux.

Un exemple de pilotage de l'irrigation en climat tempéré (France).

Piloter l'irrigation selon le type de sol

Les blés tendres et blés durs d'hiver sont pour la plupart entre les stades dernière feuille étalée et épiaison (voire début floraison pour les blés tendres les plus précoces). Globalement, les blés tendres ont épié plus tôt que les blés durs. Les orges de printemps, semées tardivement cette année, sont au stade 1-2 noeuds. ARVALIS - Institut du végétal fait le point sur le pilotage de l'irrigation des céréales à paille et les besoins actuels, ces éléments seront également repris et complétés lors du colloque au champ sur l'irrigation le 21 mai prochain organisé par ARVALIS – Institut du végétal et ses partenaires.

Les blés tendres et blés durs, ainsi que les orges de printemps, sont à présent dans leur phase de forte sensibilité vis-à-vis d'un déficit hydrique. Les pluies significatives survenues sur la région la semaine dernière (de 20 à 40 mm) ont permis de reconstituer partiellement la réserve en eau du sol. Une période de beau temps avec peu de pluie est prévue pour les 10 jours à venir, avec des consommations de 4 à 4,5 mm/jour.

L'évolution de la réserve en eau du sol se poursuit, ainsi que le déficit susceptible d'induire un stress hydrique. Ce déficit sera atteint en fin de semaine ou début de la suivante dans les cas où une irrigation a déjà été faite (voir figure cas 1). **Pour les sols plus profonds**, où aucune irrigation n'a été réalisée à ce jour, le déficit hydrique interviendra milieu à fin de cette semaine (cas 2).

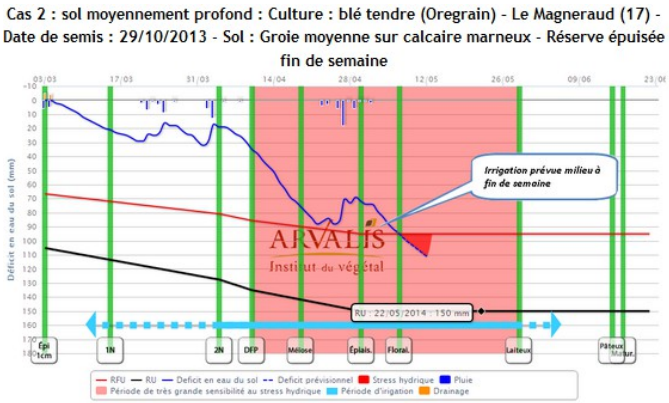
Cas de ressource en eau non restreinte

Blé tendre et blé dur en sols superficiels : une première irrigation a pu être déclenchée autour du 18-20 avril et un nouveau passage peut s'envisager début de semaine prochaine.
Si aucun apport n'a été réalisé, le déclenchement peut intervenir dès que possible.
Blé tendre et blé dur (ou orge de printemps semée en automne/hiver) en sols moyennement profonds : déclencher le 1er tour d'eau en fin de semaine ou début de prochaine semaine.

Cas de ressource en eau restreinte à un ou deux apports sur céréales

Si un seul tour d'eau envisagé : positionner l'irrigation en fin de semaine pour le blé tendre, le blé dur (ou les orges de printemps semées à l'automne/hiver), afin que cette irrigation intervienne avant la floraison.

Gestion du risque fusariose. Durant la floraison, il est préférable d'arrêter les irrigations sur les blés tendres et blés durs : ne pas irriguer pendant une durée de 8 jours environ à partir de la sortie des étamines. Il faut donc anticiper l'apport avant floraison pour limiter ce risque. Les futures irrigations, si besoin, seront reprises après cette période.



Les deux figures ci-dessous représentent l'évolution du déficit hydrique calculé par Irré-LIS®, pour gérer l'irrigation des céréales à paille et du maïs basé sur le bilan hydrique.**Pour mémoire,** la Réserve Utile (RU) et la Réserve Facilement Utilisable (RFU) augmentent en fonction du stade et de l'enracinement de la culture. La RFU représente entre 60 et 75 % de la RU selon les sols.**Sources :** Extraits site. Thibaud DESCHAMPS, Céline DRILLAUD, Jean-Louis MOYNIER, Benjamin POINTEREAU (ARVALIS - Institut du végétal)

CONSEILS

L'exploitant doit régulièrement vérifier le niveau d'eau du sol. S'il n'a pas de tensiomètre, il peut **utiliser une tarière** ou tout simplement un bêche.

SALINITE

Quel risque de salinisation sous pivot?

Selon l'eau, une salinisation du sol en 4-5 ans.

La salinisation secondaire des sols au Sahara

« La caractérisation de l'état de salinité des sols appartenant à deux parcelles situées en milieu saharien a mis en évidence que l'irrigation par des eaux diversement minéralisées **provoque la salinisation des sols**, et en particulier des horizons de surface. En effet, les résultats montrent que :
-la salinité, qui était initialement inférieure à 2 dS\m dans les horizons de surface,
-est passée à plus de 12 dS\m après 5 campagnes d'irrigation. »

Salinisation et qualité des eaux d'irrigation

« L'intensité de **la salinisation est en rapport avec la qualité des eaux** d'irrigation utilisées.

L'étude de la distribution spatiale de la salinité montre une hétérogénéité variable selon la qualité des eaux d'irrigation et les horizons considérés. Cette étude a permis de mettre en évidence que la salinisation secondaire constitue **un facteur de dégradation des sols** qui se traduit par une chute des rendements céréaliers. »

ZOOM

« En effet, **le seuil de tolérance** à la salinité des principaux cultivars de blé dur utilisés dans ces régions est généralement **atteint pour la concentration saline initiale des eaux d'irrigation**. »

« Elle montre également que les pratiques actuelles mises en œuvre dans les nouvelles exploitations agricoles utilisent de manière irrationnelle les ressources hydriques et foncières ; elles entraînent
-une multiplication des capacités de conservation
-et de prolifération de certains déprédateurs.

Ces pratiques **semblent donc inadaptées** au milieu oasien et **constituent une menace** pour son avenir. »

Kaddour Djili, Youcef Daoud, Abdelaziz Gaouar, Zineb Beldjoudi , Institut national agronomique (INA), El Harrach, Alger, Algérie <k.djiliina.dz> ; <ka_djiliyahoo.fr> Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides (CRSTRA), Front de l'oued, BP n°1682 R. P 07000 Biskra, (INRA), Station de Mahdi Boualem Baraki, Alger.

Des eaux différemment chargées en sel

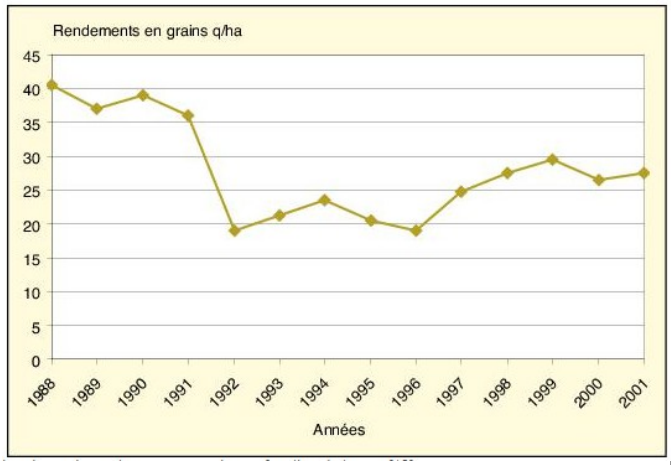
Pour cela, deux parcelles de 50 hectares chacune sont étudiées. La première parcelle est irriguée par les eaux de la nappe profonde de l'Albien contenant 5,1 g de sels par litre ; la seconde parcelle est irriguée par les eaux de la nappe peu profonde du Miopliocène contenant 2,1 g de sels par litre. ***Kaddour Djili1, Youcef Daoud1, Abdelaziz Gaouar2, Zineb Beldjoudi3***

Tableau 02 : Caractéristiques chimiques de l'eau d'irrigation

pH	CE dS/m	Éléments en mg/l								SAR (méq/l)	Résidu sec à 110°C (mg/l)
		Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	NO_3^{-}		
7,79	0,41	33	15,1	27,8	7	25,9	22	176,9	12	43,35	0,41

« D'après la classification de Riverside, cette eau appartient à la classe C2S1; de ce fait, elle peut être utilisée sur n'importe quel type de sol avec un risque minimal d'accumuler du sodium dommageable. La salinité de l'eau est modérée, présentant un pH basique (Tab.2).»

Sources : Mihoub et al. 70-78 Revue des BioRessources Vol 2 N 2 Décembre 2012



Evolution des rendements sous pivot.

CONSEILS **La poursuite de ce type d'irrigation nécessite de drainer les eaux chargées de sels.**

Sources : LA SALINISATION SECONDAIRE DES SOLS AU SAHARA. CONSEQUENCES SUR LA DURABILITE DE L'AGRICULTURE DANS LES NOUVEAUX PERIMETRES DE MISE EN VALEUR. Kaddour Djili, Youcef Daoud, Abdelaziz Gaouar, Zineb Beldjoudi 2003. Volume 14, numéro 4, OCT-NOV-DÉC 2003. 241-6

SALINITE

Tolérance des céréales à la salinité? (I)

Le blé dur présente une faible tolérance à la salinité.

Tolérance à la salinité lors de la germination

En l'absence du chlorure de sodium, le taux de levée des graines est supérieur à 96 % pour les six cultivars étudiés.

Lorsque la concentration saline augmente, le taux de germination diminue selon des modalités spécifiques à chaque cultivar. Pour une concentration saline comparable à celle de l'eau d'irrigation du Miopliocène (de l'ordre de 2,1 g/L), le taux de germination est de l'ordre de 75 % pour les cultivars autochtones, Hedba et Oued Zenati, et pour les cultivars introduits, Vitron et Waha. Il est sensiblement plus faible pour le cultivar introduit, Mexicali, et il est nettement plus élevé pour le cultivar local Mohamed Ben Bachir (MBB). Ce dernier présente la tolérance la plus élevée, avec un taux de germination supérieur à 50 % pour une concentration saline correspondant à celle des eaux d'irrigation les plus salées et provenant de la nappe profonde de l'Albien.

Tableau. Le taux de levée des graines (%).

MBB	Hedba	Oued Zenati		Mexicali	Vitron	Waha
0	96	98	98	96	96	98
2	86	82	80	74	78	80
4	66	56	54	58	56	56

Ces résultats peuvent être comparés à ceux obtenus par Ben Naceur, et al. [15] portant sur des variétés maghrébines qui montrent des comportements spécifiques à chaque variété. Ces auteurs situent le seuil de tolérance à la salinité de ces variétés entre 4 et 8 g/L.

La production de matières sèches

En conditions non salines, le cultivar local Hedba produit la plus grande biomasse totale et le cultivar introduit Waha est le moins productif. Les cultivars Mohamed Ben Bachir (origine autochtone) et Mexicali (introduit) ont un comportement proche de celui de Hedba. Les cultivars Oued Zenati (autochtone) et Vitron (introduit) ont un comportement comparable et intermédiaire entre celui de Hedba (le plus productif) et celui de Waha (le moins productif).

Tableau. La biomasse totale exprimée en matière sèche (g/pot).

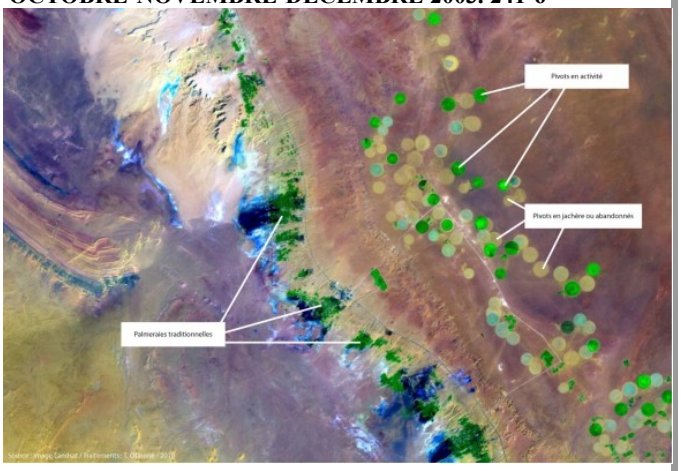
MBB	Hedba	Oued Zenati		Mexicali	Vitron	Waha
0	23,7	26,1	15,7	24,3	17,2	9,9
2	19,2	20,8	9,9	21,8	11,1	6,5
4	14,1	18,3	6,8	16,3	7,2	3,8
6	11,9	14	3,4	12,8	4,2	2,5
Concentration saline critique NaCl g/L	2,4	2,9	1,4	3,5	1,4	1,3

Lorsque la concentration saline augmente, la biomasse totale diminue selon une intensité variable en fonction des cultivars. Pour les conditions salines les plus sévères, les cultivars les plus productifs en conditions non salines (Hedba, Mexicali, Mohamed Ben Bachir) gardent leur supériorité sur les autres cultivars. Le cultivar autochtone Hedba présente la meilleure résistance aux fortes concentrations en chlorure de sodium. Si l'on admet une chute de production de la biomasse totale de 25 % [16], la concentration limite critique en chlorure de sodium serait comprise entre 1,3 et 1,4 g/L pour les cultivars Waha (introduit), Vitron (introduit), et Oued Zenati (local) ; cette limite serait comprise entre 2,4 et 3,5 pour les cultivars Mexicali (introduit), Hedba et Mohamed Ben Bachir (autochtones). La tolérance élevée au chlorure de sodium du cultivar autochtone Mohamed Ben Bachir a déjà été mise en évidence par Ben Naceur, et al. [15].

ZOOM Plus généralement, ces résultats montrent que les conditions salines qui caractérisent actuellement les eaux d'irrigation du Sahara constituent une contrainte sévère pour la production végétale dans cette région, comme l'ont déjà bien souligné les travaux de Snoussi et Halitim [17].

CONSEILS

Sources : LA SALINISATION SECONDAIRE DES SOLS AU SAHARA. CONSEQUENCES SUR LA DURABILITE DE L'AGRICULTURE DANS LES NOUVEAUX PERIMETRES DE MISE EN VALEUR. **Kaddour Djili, Youcef Daoud, Abdelaziz Gaouar, Zineb Beldjoudi 2003. Volume 14, numéro 4, OCTOBRE-NOVEMBRE-DÉCEMBRE 2003. 241-6**



SALINITE

Tolérance des céréales à la salinité? (II)

Le blé dur présente une faible tolérance à la salinité.

Salinisation et baisse de rendement

(extraits) La salinisation constitue donc l'un des **principaux facteurs responsables de la diminution des rendements** en blé. En effet, une augmentation de 1 dS/m provoque une chute du rendement en grains de 4 q/ha.

L'effet cumulé des irrigations avec une eau d'irrigation présentant un fort danger de salinité et sous un climat très évaporant, **conduit à une accumulation de sels** solubles en surface qui affectent les rendements des cultures.

Effet des irrigations sur l'évolution de la salinité des sols

C'est à partir de la quatrième année de mise en culture que les irrigations conduisent à une accumulation en sels solubles, dépassant largement le seuil de tolérance du blé.

En effet, le site 3 se différencie nettement du témoin et des deux autres sites (1 et 2) par une forte concentration saline au niveau du profil.

Celle-ci a été multipliée par 3 dans l'horizon de surface, soit 7.45 dS/m et par 4.25 dans l'horizon sous jacent, soit 10.6 dS/m, le profil salin appartient à la classe très salée.

ZOOM C'est lors de la quatrième année que l'augmentation de la salinité par rapport au témoin est très significative.

Celle-ci est en fonction aussi du nombre d'années de mise en culture. Les valeurs de la CE sont comprises entre 12.5 dS/m et 10.1 dS/m dans les l'horizon de surface et sous jacent, ils appartiennent à la classe très salée. **Cette salinisation trouve son origine dans l'eau d'irrigation**, la nappe albienne et dans la non maîtrise des irrigations (doses et fréquences). En effet, la solution du sol des deux profondeurs correspondrait à une eau d'irrigation concentrée, respectivement, 7.53 fois pour l'horizon de surface et 6.1 fois pour l'horizon de subsurface.

Salinité et rendements du blé

Chez les céréales, l'effet dépressif du sel se manifeste à partir d'un seuil critique de concentration caractéristique de l'espèce et de la variété.

D'une manière générale, les céréales sont modérément tolérantes à la salinité [7]. Cette tolérance aux sels varie en fonction des stades de développement végétatif.

ZOOM Cependant, **le stade le plus sensible est le stade germination** où la conductivité électrique ne doit pas dépasser 4 dS/m [5].

Le seuil de tolérance pour la culture du blé est de 6 dS/m. La céréale cultivée au niveau des parcelles étudiées, est la variété Waha, du blé dur, plus exigeant que le blé tendre, et donc relativement plus sensible à l'effet de la salinité [11,12].

Des études ont montré que pour cette céréale, **le seuil critique est évalué à une concentration entre 1.3 et 1.4 g/l,** donc très sensible. Pour une concentration de 2 g/l, il y a une diminution de 50% de matière sèche; alors que Mass (1986) [11] montre que le seuil de sensibilité pour cette céréale est plus élevé, et il est de 4 g/l pour une diminution du rendement de l'ordre de 10%.

Pour le site cultivé pendant 4 années, la salinité est en moyenne de 10.11dS/m, affecte fortement le rendement du site 3 qui est évalué à 8 q/ha.

Pour les sites 1 et 2, la CE < 6 dS/m ne provoque pas de chute de rendements.

Le rdt moyen des sites 1 et 2 = (26 + 22) / 2 = 24 q /h

Le rendement du site 3 = 8 q/ha.

Le niveau de rendement entre les sites 1 et 2 non salés et le site 3 salé a diminué de 24 - 8 = 16 q/ha

Cette diminution du rendement est provoquée par une augmentation de la salinité de 10.11 - 6 = 4.11 dS/m.

ZOOM Ce résultat signifie qu'une augmentation de la salinité de 4.11dS /m provoque une chute de rendement de 16 q/ha, soit une chute de rendement de 3.89 q/ha pour une augmentation de la salinité de 1 dS/m.

Chaque 1 dS/m provoque une chute de rendement de 3.89 q/ha.

- CE < 6 dS/m → Rendement = 24 q/ha
- CE = 7. dS/m → Rendement = 24 - 3.89 = 21.2 q / ha
- CE = 8. dS/m → Rendement = 21.20 - 3.89 = 18.4 q / ha
- CE = 9. dS/m → Rendement = 18.40 - 3.89 = 15.6 q / ha
- CE = 10. dS/m → Rendement = 15.60 - 3.89 = 12.8 q / ha
- CE = 10.11dS/m→ Rdt = 12.80 - 3.89 (2.8 x 0.11) = 11.61

ZOOM Pour une CE = 10.11 dS/m à 25°C, il y a une diminution de rendement = 11.61 q/ha.

Conclusion

Dans l'horizon de surface, la salinité passe de 2.55 dS/m dans le site témoin à 12.5 dS/m au niveau du site cultivé pour la quatrième année. **La salinité augmente en fonction du nombre d'années** d'irrigation au niveau de l'horizon de surface.

Par contre, au niveau du second horizon, le nombre d'années d'irrigation n'affecte pas de façon significative le niveau de salinité de la solution du sol.

Le niveau de salinité atteint après 4 années d'irrigation au niveau de l'horizon de surface **dépasse le seuil de tolérance à la salinité du blé dur**.

Sources : « Evolution de la salinité dans les périmètres de mise en valeur et conséquences sur la diminution des rendements du blé dans une région saharienne: cas de la région d'Adrar ». ZIZA Fatima-Zohra1, DAOUD Youcef, LABOUDI Abdelkader, BRADAI Rachid1 ZOUAHRA Ali Algerian journal of arid environment vol. 2, n° 2, Décembre 2012 :4-15

CONSEILS

LUTTE CONTRE LA SALINITE

Quels moyens de lutte contre le sel?

Le drainage, un moyen efficace...

Comment chasser le sel?

Sous pivot, chasser le sel des couches superficielles du sol est la priorité.
Sous pivot, à priori, on ne peut penser à des canaux de drainage comme dans certaines palmeraies.
On ne peut également compter sur l'eau douce des pluies pour « rincer » le sol.
Reste la solution d'utiliser l'eau d'irrigation chargée en sel.

L'exemple du pilotage sous serre

Une étude* conduite sous serre apporte des éléments de réponse à la lutte contre le sel. Les auteurs notent :
« On remarque que la CE diminue avec la profondeur, la valeur la plus élevée de la CEe est observée dans la couche superficielle (0-25cm) de la serre témoin: 5.7 dS/m contre 4.5 ds/m dans la serre pilotée. Alors que dans une profondeur de 1 mètre, la valeur de CEe la plus élevée a été trouvée dans la serre pilotée de 3.5 dS/m par rapport a la serre témoin : 2.11 dS/m.

ZOOM

Ceci montre que l'accumulation des sels dans cette profondeur dans la serre pilotée par rapport à la serre témoin est due principalement au lessivage, conséquence des fréquences d'irrigation rapprochées. »

Lessivage sel, priorité à la fréquence d'irrigation et non à la quantité d'eau supplémentaire

« En addition, le lessivage des sels est donc ***proportionnel aux fréquences d'irrigation et non à la quantité d'eau supplémentaire.*** *L'utilisation des eaux salées en irrigation en agriculture nécessite donc un bon contrôle de la salinité dans le sol. On note que la détermination de l'effet des fréquences d'irrigation salée sur la réponse des cultures a été déjà étudiée par plusieurs chercheurs, (Hamdy, 2002), (Katerji et al., 1998).*
Simgah et Singh (1976) affirment que ***maintenir le sol humide en augmentant la fréquence d'irrigation peut changer l'effet de la salinité*** *sans la décroitre. »*

L'exemple de la pomme de terre

*« Le présent travail** porte sur la gestion de l'irrigation à l'eau salée de la pomme de terre d'automne et de petit pois cultivés en intercalaires avec l'olivier en milieu aride dans le but de réduire les risques de dégradation du sol et d'améliorer la productivité de l'eau.*

Trois régimes d'irrigation ont été appliqués*. Le premier traitement (SWB100) consiste à délivrer à la culture intercalaire 100% de l'ETc. L'autre traitement (DI60) consiste à ne délivrer que 60% des besoins réels de la culture. Le troisième traitement (FM) a été irrigué selon la conduite recommandée par l'agriculteur pour l'irrigation de pomme de terre et de petit pois.*
Cependant, les traitements DI60 et FM provoquent une accumulation des sels plus élevée dans la zone racinaire. Le traitement SWB100 réduit la salinité du sol par rapport au traitement DI60.

Une situation de drainage favorise l'évacuation des sels

Bien que les quantités de sels apportées au sol avec le traitement SWB100 soient plus élevées que celles avec le traitement DI60, il présente une salinité du sol inférieure à celui-ci. Ce fait est probablement dû à une situation de drainage qui favorise l'évacuation des sels au delà de la profondeur étudiée. La réduction des apports d'eau réduit certes la quantité de sels apportée au sol, mais elle ne contribue pas à un lessivage efficace du sol. Les valeurs de salinité du sol les plus élevées sont observées avec le traitement FM où l'irrigation sans rapport avec les besoins de la culture et la fréquence élevée de l'irrigation semblent concentrer des sels dans la zone de racine. »
*« **Les résultats montrent,** également, que les efficiences d'utilisation de l'eau les plus élevées sont obtenues avec le traitement DI60, tandis que les faibles efficiences sont obtenues avec le traitement FM suite à l'augmentation de la quantité d'eau. Par ailleurs, les résultats supportent la pratique du traitement d'irrigation SWB100 qui semble constituer une stratégie adéquate d'irrigation de pomme de terre et de petit pois cultivés en intercalaires avec l'olivier puisqu'il a permis d'obtenir des rendements les plus élevés et de réduire le risque de salinisation du sol. »*

(*) GESTION DE L'IRRIGATION LOCALISEE SOUS SERRE

1Saouli Kessai Abla, 2 Souici Djamel 1Univ. Biskra. akessai05@yahoo.fr 2ITDAS, Biskra.

(**) **Gestion de l'irrigation à l'eau salée : étude de cas de pomme de terre et de petit pois cultivés en intercalaires avec l'olivier dans le sud tunisien .** N. Ben Hassen1, F. El Mokh1, K. Nagaz1, M.M. Masmoudi2, N. Ben Mechlia2 1Institut des Régions Arides, 4119 Médenine, Tunisie. 2INAT. Nagaz.Kameleddine@ira.rnrt.tn; nadiabenhassen1@hotmail.fr

FERTILITE SOL

Quel type de sol en zone aride?

Des sols qui ne retiennent ni eau et ni engrais.

Des sols filtrants et calcaires

Les sols des régions arides sont légers, à dominance sableuse et à structure particulaire.
Ces sols sont pauvres en matières organiques (MOS), le pH est alcalin.
On note une faible activité biologique ainsi qu'une assez forte salinité.
Le pourcentage d'argile est faible (souvent inférieur à 5%) ce qui concourt à une faible capacité d'échanges cationiques (Tableau 1).
La pratique de l'irrigation a pour effet d'entraîner une augmentation de salinité et de la sodicité.

Site: El-Menia. (El Goléa) (MIHOUB 2012), Ouargla (KOULL 2007)
Granulométrie (%) -Argile -Limon -Sable A + L: 6,8
SF: 37,4 SG: 55,9
2,6 27,7 69,8
pH 8,6 8,27
CE 0,11 4,03
salure 0,57
Calcaire total 1,84 5,2
Matière organique (%) 0,6 0,51
Azote total (%) 0,01 0,02
Phosphore assimilable 45,6 ppm 7,8 Olsen mg/kg
Potassium échangeable ppm 63 51,7
CEC (méq/100g sol)
Ca2+ Mg2+ K+ Na+
4,2 3,905 0,185 0,058 0,034 6,08 4,60 0,31 0,11 1,02
Tableau 1: Analyse de sol (0-30 cm) sur deux stations.

Rapide minéralisation de la MOS

Les caractéristiques physico-chimiques de ces sols nécessitent le recours à des pratiques agronomiques adaptées.
La structure sableuse du sol est à l'origine d'une rapide minéralisation de la MOS en cas d'irrigation et de travail du sol.
Le faible taux de MOS et le faible taux d'argile ont pour conséquence une faible CEC.
Quant au pH, il est à l'origine d'un fort pouvoir fixateur vis à vis des engrais phosphatés.

Apporter de l'argile au sol ?

« *Les sols sableux du plateau de Mostaganem présentent une texture légère, un très faible taux en argile, ce qui induit un fort lessivage en éléments minéraux et en fertilisants.*

Ils sont caractérisés par une fertilité très réduite et une ***capacité de rétention en eau faible****. Cette faible fertilité des sols sableux est l'une des contraintes de la production agricole dans cette région.*

L'addition de la bentonite *dans ces sols et la mise en culture du blé dur, variété locale Waha, en association avec le pois chiche, variété locale Ain Témouchent, constituent deux stratégies éco-physiologiques intéressantes pour réhabiliter leur aptitude agricole. Les variations des teneurs en azote assimilable du sol enrichi à 10% ou non en bentonite au cours du développement de ces deux espèces sont analysées.*

ZOOM ***Les résultats révèlent*** *que la teneur en azote assimilable est nettement élevée dans le sol portant l'association blé pois chiche quel que soit le stade et le traitement à la bentonite. Ces teneurs augmentent davantage dans les substrats bentonisés à 10% au stade de tallage. »*

Sources : EFFET DE LA BENTONITE SUR L'AZOTE ASSIMILABLE D'UN SOL SABLEUX CULTIVE EN CEREALE ET EN LEGUMINEUSE. Déc2008. Sciences & Technologie C – N°28 Décembre (2008), pp.53-58. Université Mentouri Constantine.

CONSEILS **Des travaux australiens confirment** l'intérêt d'apporter de l'argile sur les parcelles sableuses. Cette option est à tenter lorsque l''on dispose un gisement d'argile à proximité du pivot. Tout apport doit être testé en collaboration avec un ingénieur pédologue.*Epandage d'argile sur sol sableux (Australie).*

RESULTATS

Quels résultats pour les cultures?

Des rendements améliorés même sous 265 mm de pluie.

Des essais réalisé en zone steppique montrent que les céréales valorisent bien les boues résiduelles de station d'épuration.

Boues, pour produire du grain et des fourrages

Jusqu'à présent les études concernant l'utilisation des boues ont surtout concerner la production de grains. Une lecture attentive de résultats d'essais montre qu'elles pourraient également être utilisées comme moyen de produire des fourrages. Durant les 3 années d'expérimentation (2009 2010 et 2011) les auteurs de l'étude ont mesuré la hauteur des plants ainsi que la biomasse produite.

Hauteurs des plants (cm)
D0 20,15 26,09 31,65
D1 29,23 35,44 33,25
D2 32,86 54,84 34,12
D3 35,07 56,02 39,68

Biomasse (g/m2)
D0 85,00 155,00 318,18
D1 180.45 385,67 525,10
D2 230,17 380,00 784,65
D3 290,63 391,67 584,96

En général, les résultats augmentent avec les apports de boues et selon la pluviométrie. A l'occasion de l'analyse du témoin D0, les auteurs notent en effet : « nous avons aussi remarqués que le traitement D0 a connu une augmentation dans le rendement avec 16,33 qx/ha en 2010 et 24.11qx/ha en 2011, des résultats dues au changement de pluviométrie 135 mm en 2010 et 265 mm en 2011 une année pluvieuse ».

ZOOM
Quelques que soient les années, il apparaît que des apports (D2) **améliorent considérablement la hauteur des plants** et la biomasse produite.

Ces chiffres impliquent qu'une récolte sous forme d'ensilage dans le cas de « céréales immatures » ou dans le cas de paille permet de produire des quantités conséquentes de fourrages. Cet aspect des choses n'avaient, jusque là pas été pris en compte par les chercheurs.

ZOOM Or, traditionnellement, les éleveurs pratiquent une politique d'apports d'amendements organique sur quelques parcelles consacrées à de l'orge en vert. L'utilisation des boues permettrait de renforcer cette pratique. Il pourrait être envisageable de procéder à une telle utilisation sur des jachères pâturées.

Avantages

Les boues assurent une meilleure rétention de l'humidité du sol et une bonne alimentation minérale, notamment azotée.

Inconvénients

Des apports d'azote trop importants liés à une forte minéralisation printanière de la matière organique des boues peuvent provoquer l'échaudage des céréales.

Une des parades pourrait être alors de produire des fourrages sous forme de « céréales immatures ».

Sources : (*) Ahmed BOUTMEDJET1,2, Nacira BOUKAYA1, Zohra HOUYOU1,2, Mohamed Laid OUAKID3 et Charles BIELDERS4)

CONSEILS
Afin d'arriver à une bonne gestion de l'humidité du sol, l'apport de boues peut être avantageusement couplé à l'abandon du labour et à la pratique du semis direct.

Les chaumes ne doivent pas être pâturés, ils constituent une importante restitution de matière organique pour le sol.

FERTILITE DU SOL

Comment améliorer la fertilité du sol?

En favorisant le taux de matière organique du sol.

Le sol, un milieu vivant

En Algérie, les pratiques agricoles oublient que le sol est un milieu vivant. Ainsi, par leurs galeries, les vers de terre jouent un rôle considérable dans la circulation de l'eau, de l'air et de la matière organique.
La diversité des êtres vivants du sol est lié au taux de matière organique du sol. Aussi, un moyen de favoriser cette biodiversité et d'améliorer le taux d'humus des sols.

Vers de terre en Mitidja après culture de bersim.

Des prairies pour rénover les sols

En zone semi-aride, l'installation de prairies est une des solutions afin d'améliorer le taux de matière organique des sols.

Culture de luzerne en zone semi-aride (Tunisie).

Associer cultures et élevage

Traditionnellement, l'agriculture a toujours associé cultures et élevage. L'élevage étant une source d'amendements organiques (fumier, fientes), les sols étaient régulièrement amendés. Aujourd'hui, avec la spécialisation des exploitations, ces deux activités sont trop souvent séparées. De ce fait, les sols s'appauvrissent.

Produire du BRF

Il est possible de fabriquer des amendements organiques en mobilisant les rameaux des haies ou les palmes des palmiers-dattier. Une fois broyés et mis en compostage, on obtient au bout de quelques mois un compost de bonne qualité. Cette technique est appelée « Bois Raméal Fragmenté », elle est développée par l'ITDAS et la DSA de Biskra.

Technique de compostage à partir des palmes sèches

https**://www.**youtube**.com/watch?v=**1VPtT3Rw3Kk

11 mars 2016 - Ajouté par ITDAS Institut. Vidéo produite par l'INVA, l'ITDAS et la DSA de Biskra sur le compostage des déchets du palmier dattier.

Abandonner le labour

Le labour est une des causes de la diminution de la fertilité des sols. Il est préférable de le remplacer par le semis direct. Il faut pour cela des semoirs spéciaux qui sont aujourd'hui produit localement par CMA-SOLA.*Semoir algérien low-cost pour semis direct.*

CONSEILS C'est aux agriculteurs à se fédérer en associations et à développer de telles initiatives afin qu'elles fassent « tache d'huile ».

FERTILISATION

Quel type de fertilisation sous pivot?

Tenir compte de la faible CEC des sols sahariens.

Apports raisonnés des engrais

Dans les chapitres précédents, nous nous sommes efforcés de décrire les techniques d'amélioration du sol qui permettent une bonne utilisation des engrais. I1 est évident que les sols.les plus filtrants devront recevoir des doses d'engrais majorées et plus fractionnées que les terres moyennes à lourdes (lessivage des irrigations). Dans le calcul des éléments fertilisants à appliquer il faudra tenir compte de ceux apportés par les eaux d'irrigation et les amendements. Rappelons que dans certaines palmeraies de l'Oued Righ Monciero avait signalé l' absence d'effets de fumures complètes sur palmier dattier cultivé seul, car les eaux comblaient les besoins en éléments nutritifs de cette plante. En effet, les fortes quantités d'eau d'irrigation très salées utilisées apportent par hectare et par an 315 kg d'azote, 13 kg d'acide phosphorique et 2 600 kg de potasse qui sont déversées sur un sol léger équipé d'un bon système de drainage .

ZOOM

Dans les autres régions sahariennes les eaux sont moins riches, mais en général amènent au sol des quantités non négligeables de calcium, de magnésium et de potasse. En ce qui concerne les amendements c'est surtout le fumier saharien qui est à prendre en considération dans la détermination des fumures. Les analyses de ce fumier sec (type poudrette) révèlent sa haute richesse en éléments fertilisants : ainsi pour 10 tonnes, on relève en moyenne 80 unités d'azote, 15 unités d'acide phosphorique, 110 unités de potasse, 35 unités de magnésium et 100 unités de chaux. Les essais de fertilisation entrepris en zone phœnicicole sur diverses cultures nous apprennent et nous confirment) que l'agriculteur des palmeraies devra se soucier principalement du fumier de, l'azote et du phosphore, éléments qui influencent le plus la production agricole. L'agriculture intensive fera appel à une fertilisation adaptée aux conditions des différents centres phœnicicoles. Les fumures seront calculées en fonction des besoins de plantes devant fournir de hauts rendements (*) et appliquées au système de cultures et sur l'en- semble de la rotation. Le choix des engrais se portera sur les plus concentrés (moins coûteux : transport, ensachage, manutention) du type phosphate d'ammoniaque, urée, superphosphate triple ...

mant les palmeraies (Maroc, Algérie). (*) Maladie fusarienne du palmier dattier déci- 68

CONSEILS

Sources : G. TOUTAIN. « Conservation des sols en palmeraies sahariennes et bordurières au Sahara ». Chef de la Station Centrale d'Agronomie Saharienne D.R.A. Marrakech

REFERENCES TECHNIQUES

Pivots, où trouver de bons conseils?

En pratiquant l'enregistrement de performances.

La préoccupation de beaucoup de nouveaux investisseurs est de recevoir des conseils techniques, c'est à dire de se procurer des références techniques. La meilleure solution est de pratiquer « l'enregistrement de performances ». Cela consiste à collecter les informations relatives à l'itinéraire technique sur une centaine de pivots.

L'enquête culture

Les enquêtes cultures commencent à être pratiquées par certains réseaux qualité blé dur. A partir de l'analyse des pratiques d'un groupe de céréaliers d'une même zone, il s'agit de trouver quels facteurs ont permis d'obtenir les meilleurs rendements.
L'enquête culture peut être réalisée par un technicien ou par un agriculteur du groupe.
Elle a pour but de fournir des références techniques à partir des parcelles agriculteurs. C'est un des moyens les plus efficaces afin de progresser techniquement.

Quelles données collecter?

Le nombre de parcelles concernées doit être d'une centaine afin de réaliser un traitement statistique sommaire à l'aide d'un tableur de type Excell. Une telle opération est possible avec les données d'une cinquantaine de parcelles, cependant l'idéal est de travailler avec le plus grand nombre de parcelles.

ZOOM

Les données à collecter concernent tout l'itinéraire technique :
-nom ou numéro des pivots,
-âge du pivot,
-type de sol et profondeur,
-précédent cultural,
-préparation du sol avec date et type d'outils,
-fertilisation, doses, dates d'épandage du type d' engrais,
-semis avec doses, dates et variétés,
-dose et dates d'arrosage,
-analyse de l'eau (taux de sel),
-désherbage avec produits, doses et dates,
-insecticides avec produits, doses et dates,
-fongicides avec produits, doses et dates,
-rendement et poids spécifique.
Selon les problèmes existant dans une zone, le questionnaire peut faire l'objet de questions plus précises.

La collecte des données

La collecte des données s'effectue en envoyant un questionnaire aux agriculteurs. Chaque exploitation peut remplir des informations pour le nombre de pivots qu'elle souhaite.
Afin de favoriser les opérations de collecte, il peut être intéressant de fournir dès le début de campagne un carnet de plaine. Un tel carnet permet à l'exploitant de noter toutes ses interventions au jour le jour.

Le traitement des données

Le traitement statistique des données est simple. Il s'agit d'un simple « tri » effectué à l'aide d'un tableur.
Une fois rentrées toutes les données, on réalise un classement ou « tri ». Ainsi, on peut chercher quelles quantités d'eau ont reçu les meilleures parcelles ou les quantités d'engrais ou encore les variétés utilisées.
L'exploitant obtient ainsi des renseignements pratiques directement tirés de sa zone d'activité.

Le rendu des informations

Le rendu des enseignements tirés de l'enquête peut se faire sous forme de : réunion, documents papier, fichier Excell (dans ce cas là, le nom des exploitants est enlevé afin de respecter l'anonymat).

Réunion de vulgarisation en palmeraie

CONSEILS **La communication aux exploitants** des résultats de l'enquête culture est fondamentale. Si un technicien collecte des données sans en restituer les résultats, les années suivantes, les questionnaires risquent de ne pas être remplis.
En se rendant sur le terrain (ou par téléphone), un stagiaire peut aider les exploitants à remplir les questionnaires.

AGRICULTURE DE CONSERVATION

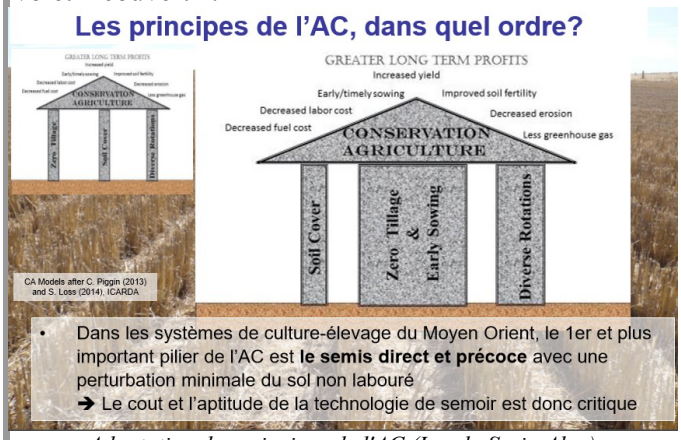
Pivot, une agriculture de conservation?

Une agriculture de conservation modifiée est possible.

Questions d'un exploitant sous pivot :
-Y a t il une expérience faite au Sahara pour le semis direct sous paillage (système brésilien) vu que nous avons du vent régulièrement?
-Quel serait la meilleurs culture en dérobé ou faut il laisser la terre se reposer après un cycle de céréaliculture?

Les principes de l'agriculture de conservation

Des ingénieurs australiens proposent d'adapter les trois principes de l'agriculture de conservation au cas de la céréaliculture avec élevage de moutons. Pour cela, ils proposent de ne pas se focaliser tout de suite sur le volet « couvert ».



Adaptation des principes de l'AC (Icarda Syrie-Alep)

Dans le même ordre d'idée, sous pivot, on peut imaginer une adaptation de l'AC.

Quel couvert sous pivot ?

La violence des vents font qu'il est difficile de laisser un couvert de paille sous pivot. La paille doit donc être récoltée. Mais les chaumes ne devraient pas faire l'objet d'un déchaumage. Le semis de la culture suivante pouvant alors se faire entre les rangs de chaumes (voir photo).

Semis-direct de lentilles entre les chaumes de blé en Syrie (Photo Icarda).

Quelles cultures dérobées sous pivot ?

Sous pivot, le montant des investissements consacrés militent en faveur de l'installation de cultures dérobées. Les cultures fourragères semblent toutes indiquées. Parmi celles-ci le colza fourrager est intéressant pour sa vitesse de croissance automnale. Cependant sa forte richesse en eau le destine plus au pâturage ou à l'affouragement en vert qu'en récolte sous forme de foin. Des essais restent à réaliser. On peut penser à des mélanges (ou méteil) d'espèces pouvant être récoltées en fourrages avant la culture de blé.
Notons, que le semis direct permet une installation rapide des cultures dérobées et du blé. L'exploitant a donc moins de contraintes.

Après céréale, laisser la terre se reposer ?

Quel serait la meilleurs culture en dérobé ou faut il laisser la terre se reposer après un cycle de céréaliculture?
Il n'y a pas contradiction entre culture dérobée et repos de la terre.
-une culture dérobée (crucifère ou légumineuses) améliore la fertilité du sol (enracinement profond, apport d'azote),
-une culture dérobée composée de dicotylédones peut ne pas être récoltée comme fourrage et être enfouie ou éliminée chimiquement avant ou après semis. Intérêt ? Apporter de la matière organique à des sols hyper-pauvres.

ZOOM

Culture dérobée et taux de sel de l'eau?

Une culture dérobée se raisonne également par rapport au taux de sel de l'eau d'irrigation. Selon la nappe exploitée, le taux de sel varie considérablement. En cas d'eau très salée, une culture dérobée aggrave les apports de sels et risque de faire baisser les rendements de blé au bout de 3 à 5 ans.
Ceci dit, même en cas d'eau chargée en sels, si une culture dérobée sert à apporter de la matière organique au sol, le drainage est amélioré et donc à terme le taux de sels dans le sol peut diminuer.
Chaque situation est unique et c'est à l'exploitant de mesurer régulièrement le taux de sel dans son sol. Il existe de petits appareils à piles pour de telles mesures qui ne prennent que quelques minutes.

FERTILITE SOL

Améliorer la fertilité sous pivot?

En apportant de l'argile sur le sable.

Des travaux australiens montrent qu'en zone semi-aride, il est possible d'améliorer la capacité de rétention en eau et en engrais des sols sableux en apportant de l'argile. Certaines régions possèdent des sols sableux « non-mouillants », l'eau de pluie ne s'infiltre pas dans ces sols.

Un meilleur développement végétatif

L'apport d'argile à un sol sableux permet un meilleur développement de la plante (photo).

Plant de gauche avec apport d'argile, à droite sans argile (Australie).

L'apport d'argile peut se faire par extraction de l'argile située à 2 mètres de profondeur ou par remontée de l'argile située à 40 cm de profondeur.

Utiliser l'argile existant sous du sable

L'extraction est réalisée à l'aide d'engins de chantiers. Il est parfois apporté jusqu'à 200 tonnes d'argile à l'hectare.

A clay pit will be part of the landscape for a long time. The choice of location needs to consider on-going paddock opperations and safety.

En Australie, dans les exploitations les zones de prélèvements de l'argile sont choisies avec soin. Le trou créé par les prélèvements doit servir de bassin de rétention de l'eau. Aussi, ces zones correspondent toujours à points de faible altitude.

Remonter en surface de l'argile

Dans certains cas, l'argile peut être située à faible profondeur sous le sable. Dans ce cas, le passage d'un engin de chantier muni de dents suffit. Les dents remontent alors des mottes d'argiles. Il suffit par la suite de les émietter par le passage d'un cover-crop.

Delving is about half the cost of clay spreading but leaves the surface very rough.

ZOOM **Argile, l'expérience australienne**

L'expérience montre qu'il est possible de faire passer le taux d'argile d'un sol sableux au dessus de 5% d'argile.

*-**Ajouter 200 T/ha** d'une terre contenant 30% d'argile permet de faire passer les 10 premiers cm de la couche de surface de 0,5 à 5%.*
*-**Les essais menés** dans le sud de l'Australie permettent des augmentations de rendement de 20 à 130% pour les céréales, le lupin ou le colza.*
*-**déterminer le taux** exact et le type d'argile à utiliser est vital pour le succès de l'opération.*
*-**Apporter de l'argile** est une opération qui demande du temps et de l'argent. Si l'opération est faite de façon incorrecte, faire « machine arrière » est difficile. Aussi définir chaque étape de l'opération et utiliser les meilleures pratiques est fondamentale.*

CONSEILS Il est préférable de demander conseil à un ingénieur agronome pédologue avant tout apport d'argile.

TEMOIGNAGE **In a year with an even distribution** of rainfall and adequate falls in spring, a wheat yield of 1t/ha was achieved on the un-clayed land and 2.5t/ha on the clayed.
However, in a dry year these figures reverse with the un-clayed land still producing about 1t/ha but the clayed land only producing 0.4t/ha. In some situations the clayed areas in dry years resulted in complete crop failure. "We have learnt the hard way; knowing the properties of the clay and setting the appropriate rates are essential; **for our soil 100t/ha was far too high**."
Contact: Shane and Beth Malcolm, 08 8628 9064, sbmalcolm@activ8.net.au

FUMURE

Quel niveau de fumure?

En oasis, une fumure adaptée aux cultures associées.

Détermination de la fumure dans une micro-exploitation saharienne

Conditions de milieu :

-Sols argilo-sableux. Capacité de rétention de 20.
-E.T.P. 1900 mm. Irrigation de 16 000 m3/ha /an.
-Eau douce : moins de 2,5 g de sels par litre.

Exemple d'une unité phœnicicole

Nous prendrons comme exemple une unité phœnicicole familiale type de 1 ha 14 a, où le sens de la rotation et la répartition des cultures seront comme suit : Luzerne (36 a). Céréales d'hiver. Céréales d'été (36 a). Potager d'hiver. Potager d'été (6 a). Hénné (36 a). Les palmiers dattiers sont plantés au carré à 10 mètres en tous sens. Un élevage mixte bovin-ovin fournit les 27 tonnes de fumier nécessaire à la mise en place des cultures et à la fumure d'entretien du palmier dattier.

Deux niveaux à fertiliser

- Niveau supérieur : O à 0,40 m : exploité par les légumes, les céréales, le hénné, la luzerne. Bien qu'une partie de leurs racines iront plus profondément.

exportations des cultures selon leurs rendements (*) De nombreux auteurs ont déterminé les (Hebert-Grignac-Richard et Nelson-Gachon-Moule-Christichis et Harison...).

- Niveau profond : 0,40 à 1,lO m : développement du système radiculaire puissant du palmier-dattier.

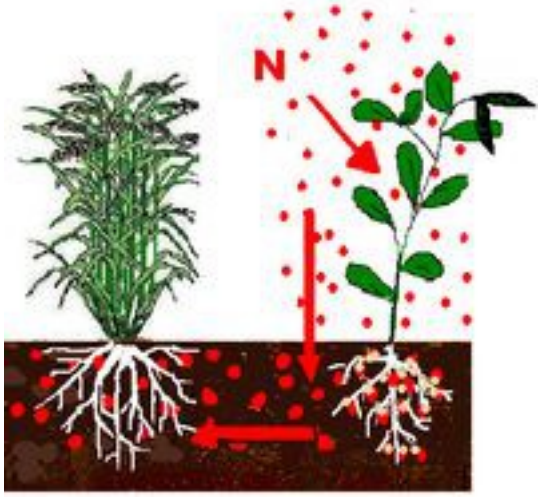
Techniques des apports fertilisants

- Sur cultures sous-jacentes : Fumure de fond : fumier, acide phosphorique. Fumure de couverture : azote aux moments cruciaux végétatifs « levée », tallage et montaison des céréales, départ de végétation du hénné, après les coupes de hénné et du sorgho ...

Une gestion particulière de l'azote

Une partie importante de l'azote sera libérée progressivement dans le profil par le fumier. Nous n'épanderont pas d'engrais potassiques, le sol et les eaux en étant bien pourvu et le fumier en apportant des quantités importantes.

- Sur palmier dattier : Le phosphore ne migre pratiquement pas dans le profil; nous l'amènerons à l'aide de tranchées au niveau du système racinaire du palmier dattier. Nous ferons de même pour le fumier (consommé rapidement en surface et dont l'humus migre lentement) qui sera appliqué avec les engrais phosphatés, ce qui favorisera la formation d'humo-



phosphates très assimilables par les plantes (ralentissement de la dégradation des phosphates).

ZOOM **L'azote sur palmier-dattier** ne sera utilisé que si la culture sous-jacente n'en reçoit pas comme par exemple la luzerne. Dans les autres cas, l'azote circulant aisément dans le profil, une partie suffisante appliquée sur cultures associées migrera en profondeur au profit du palmier dattier.

CONSEILS **Les doses d'azote** appliquées sur cultures sous-jacentes pourront être calculées plus largement car la présence du réseau dense des racines du palmier dattier élimine les risques de grosses pertes par infiltration (4, 51, 5, 22,3 3) (Tab. 14).

Besoins en fumier de ces cultures de ,la micro-exploitation phœnicicole 114 palmiers dattiers recevront 2 280 t 6 ares luzernes à 80 t /ha . . 4 800 t 6 ares hénné à 80 t /ha . . . . 4 800 t 6 ares potager à 60 t /ha. . . 3 600 t 36 ares céréales à 30 t /ha. . . 10 800 t 26 280 t (Tab]. 15).

Nota: Le palmier dattier reçoit en fumure propre 2 000 kg de fumier par hectare et un équilibre minéral de O, 20, O (total : 16, 23,2 2). *

Sources : G. TOUTAIN. « Conservation des sols en palmeraies sahariennes et bordurières au Sahara ». Chef de la Station Centrale d'Agronomie Saharienne D.R.A. Marrakech

FERTILISATION

Comment optimiser l'apport d'engrais?

Privilégier analyse, localisation et forme d'engrais.

Azote, une analyse chaque hiver !

Contrairement au phosphore et à la potasse, l'azote est sous la dépendance d'un cycle biologique. Son niveau fluctue donc selon les saisons.

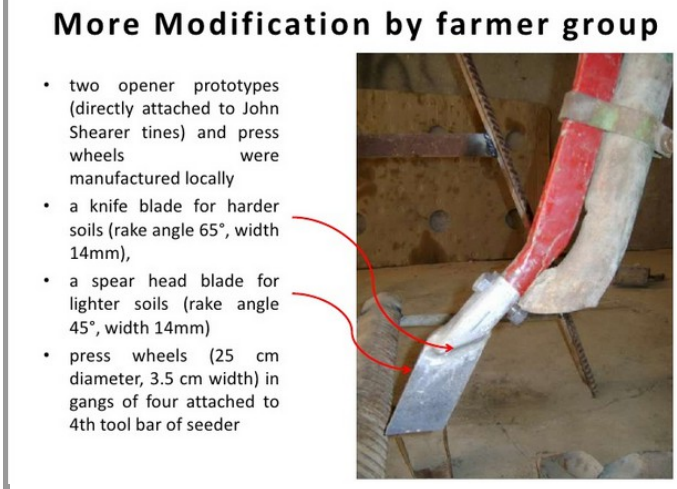
La tarière, l'outil des bons techniciens et agriculteurs.

Afin de déterminer le niveau d'azote à apporter à un blé, une analyse de l'azote du sol est indispensable au tallage.

Localiser les engrais

Dans le Sud, l'exploitant a tout intérêt à localiser les engrais.

-concernant les engrais phosphatés : cela est possible avec un semoir pour semi-direct. Ces engins possèdent deux compartiments : un pour les semences et un autre pour les engrais.

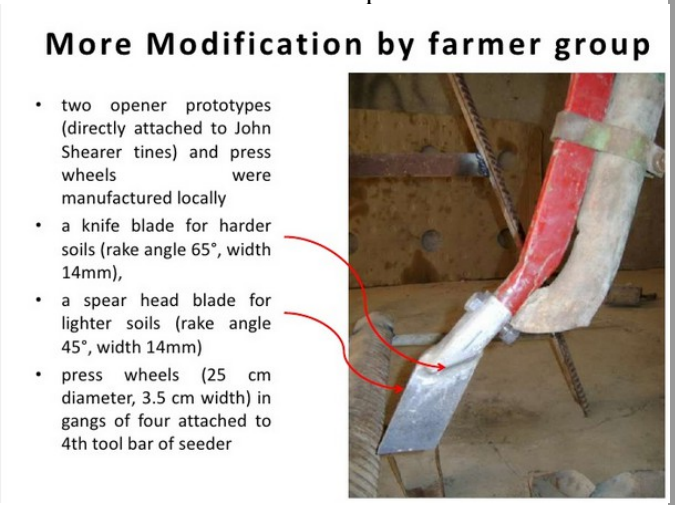


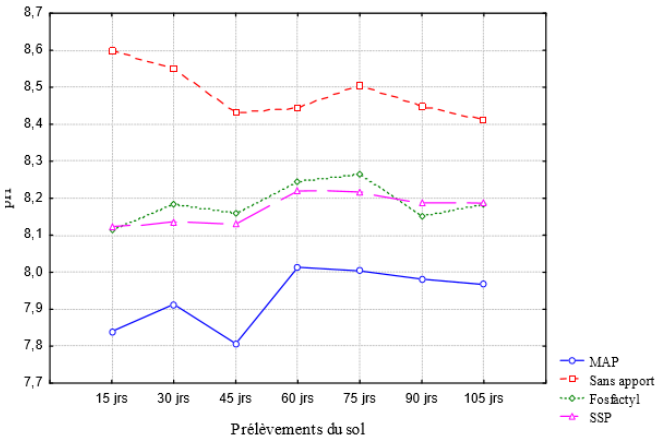
-concernant l'azote : l'urée est la forme d'azote la plus utilisée. Avec les fortes chaleurs et le vent une partie de l'azote est volatilisé et est perdu pour les plante. Au tallage, l'exploitant a intérêt à enfouir l'urée entre les rangs de blé.

Les éléments semeurs d'un semoir pour semis direct possèdent deux tubes : un pour la descente de la semence et un autre pour les engrais.

Tenir compte de la forme des engrais

Selon leur composition, les engrais acidifient le sol autour des racines. Cette baisse de pH permet une meilleure absorption du phosphore. Le phosphore est menacé d'insolubilisation si le pH du sol est élevé.





ZOOM Des engrais tel le DAP ou MAP ont un effet acidifiant. *Evolution du pH de différents engrais P selon le temps (Université de Ouargla).*

CONSEILS

Il existe aujourd'hui différents moyens pour une fertilisation de qualité. Bien ajuster les doses d'engrais permet de réelles économies.