

Volume 27, N°1 et 2, Année 2006 – ISSN : 1111-5432



Annales
de
l'Institut
National
Agronomique
El-Harrach (ALGER)

REVUE SEMESTRIELLE

Annales de l'Institut National Agronomique
«Revue semestrielle» Volume 27, N°1 et 2, Année 2006

Directeur de la publication

DAOUD Y Professeur, Directeur de l'I.N.A.

Rédacteur en chef

BOUZNAD Z., Professeur

Secrétaire de rédaction

ABDELKRIM H., Professeur

Comité de rédaction

ISSOLAH R. Professeur
MEKLICHE L. Maître de conférences
AIDAOUI A. Professeur

AMMOUCHE A. Maître de conférences
BELLAL M. M. Professeur
SELLAMI M. Maître de conférences

Comité de lecture

ACHOUICHE A. (Prof.), INES Agro. Blida (Algérie)
AROUAYS D. (D.R.), INRA Orléans (France)
AYAD G. (Prof.), USTHB Alger (Algérie)
AZZOUT B. (Prof.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
BAKOUR R. (Prof.), USTHB Alger (Algérie)
BARDAT J.J. (C.R.), MNHM Paris (France)
B'CHIR M.M. (Prof.), INAT-Tunis (Tunisie)
BEDRANI S. (Prof.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
BELLATRECHE M. (Prof.), INA El-Harrach Alger
BENALOUA S. (Prof.), Univ Béjaia (Algérie)
BENJELLOUN S. (Prof.), IAV Rabat (Maroc)
BENMOUSSA M. (Prof.) INES Agro Blida (Algérie)
BENSETTITI F. (C.R.), MNHM Paris (France)
BERCHICHE M. (M.C.), Univ. Tizi-Ouzou (Algérie)
BONALY R. (Prof.), LCPE CNRS Nancy 1 (France)
BOUDJENIBA M. (M.C.), ENS Kouba Alger (Algérie)
CHABACA R. (M.C.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
CHAIBE S. (Prof.), Illinois (U.S.A.)
CHEHAT F. (M.C.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
CHIBANE M. (M.C.), Université de Béjaia (Algérie)
DERDOUR H. (Prof.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
DESTAIN M.F. (Prof.), Lab. Méc. Ag. Gembloux (Belgique)
DJILLI K. (M.C.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
DOUMANDJI S.E. (Prof.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
DOUMANDJI-MITICHE B. (Prof.), INA El-Harrach Alger
GHERSI G. (Prof.), CIHEAM-IAM Montpellier (France)
GUENARD M. (D.R.), SNES 49071 Beaucouzé (France)

GUEZLANE L. (Prof.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
HACENE H. (Prof.), U.S.T.H.B. Alger (Algérie)
HALITIM A. (Prof.), Université de Batna (Algérie)
ISBERIE C. (Doct.), C.E.M.A.G.R.E.F. (France)
KAMELI A. (Prof.), E.N.S. Kouba Alger (Algérie)
KHELIFI L. (M.C.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
LAMBERT J. (Prof.), U.C.L. Michamps (Belgique)
LAMBERTI F. (Prof.), INAAV, 168/5-70126 Bari (Italy)
LARABA-DJEBARI F. (Prof.), USTHB Alger (Algérie)
LAWRENCE A. (Doct.), ENSIA-SIARC Montpellier (Fr.)
LEBRUN Ph. (Prof.), Université Cathol. de Louvain (Fr.)
LIEUTIER F. (Prof.), Université d'Orléans (France)
LOUANCHI F. (M.C.), ISMAL Sidi Fredj Tipaza (Algérie)
LOUANCHI M. (M.C.), I.N.A. El-Harrach Alger (Algérie)
MAALI A. (M.C.), Université de Béjaia (Algérie)
MACIAS F. (M.C.), Univ. de Santiago de C. (Espagne)
MOUHOUCHE B. (M.C.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
MUGNIERY D. (D.R.), I.N.R.A. Rennes (France)
MUNAUT A.V. (D.R.), U.C.L. Louvain-la-Neuve (Belgique)
NEFZAOUI A. (Prof.), I.N.R.A. Tunis (Tunisie)
OUNANE S.M. (M.C.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
SAADOUNE D. (Prof.), Université de Béjaia (Algérie)
SENHADJI K. (Prof.), Facult. Méd. Lyon (France)
SOLTANI N.E. (Prof.), Université de Annaba (Algérie)
TRIKI S. (M.C.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
VOISIN J.F. (Doct.), Labo. Zool. Mam. Ois. Paris (Fr.)
YEKHFLEF H. (M.C.), INA El-Harrach Alger (Algérie)

Technique et Reprographie

MAHMOUDI M. : Assistant principal (Bureau des Annales)
EDISSI A. : Service Reprographie (INA)

Abonnements et Echanges

Institut National Agronomique
Département Documentation et Information
Hassan Badi 16200 El-Harrach Alger (ALGERIE)

Tel : + 213 (0) 21 52 19 87 et 89
Fax : + 213 (0) 21 82 27 29

Volume 27, N°1 et 2, Année 2006 – ISSN : 1111-5432

***Annales
de
l'Institut
National
Agronomique
El-Harrach (ALGER)***

REVUE SEMESTRIELLE

ANALYSE DE L'APPLICATION DES MODELES DE GORJATCHKIN ET DE GEE CLOUGH POUR L'EVALUATION DE L'EFFORT DE RESISTANCE A LA TRACTION DE DEUX FORMES DE CORPS DE CHARRUES A SOCS

AMARA M.⁽¹⁾, GUEDIOURA I.⁽¹⁾, MOUSSSAOUI N.⁽¹⁾,
⁽¹⁾ Institut National Agronomique, El-Harrach,
Laboratoire de machinisme m.amara@ina.dz

RESUME

L'évaluation de l'effort de résistance à la traction qu'oppose le sol, avec ses propriétés physico – mécaniques, à l'avancement d'un corps de charrue à soc fait l'objet, de plusieurs travaux de recherche dont les résultats aboutissent à la présentation de plusieurs modèles mathématiques.

Ces modèles introduisent souvent les propriétés du sol, notamment sa résistance spécifique et sa masse volumique. L'analyse de ces modèles montre que les caractéristiques géométriques des surfaces actives ne sont cependant pas prises en considération. L'objectif de cet article est de montrer que le choix du modèle à utiliser pour une évaluation de l'effort de résistance à la traction a une importance quand la précision de calcul est recherchée. Pour cela deux modèles ont été choisis le premier est celui proposé par Gorjatchkin, le second celui proposé par Gee Clough. Les relations obtenues entre les efforts mesurés et calculés avec ces modèles sont respectivement :

$$F_{t_{ENPMA}} = 5,049 + 1,726F_{t_{Gee}} - 0,725F_{t_{Gor}} \quad \text{et} \quad F_{t_{SACRA}} = -18,793 + 0,240F_{t_{Gee}} + 1,461F_{t_{Gor}}$$

A travers ces deux relations, nous préconisons le modèle de Gorjatchkin pour la forme SACRA et Gee Clough pour la forme ENPMA

Mots clés : Effort de résistance à la traction, modèle Gorjatchkin, modèle Gee Clough, corps de charrue à socs.

ملخص

تقيم جهد مقاومة الدفع لسكة محراث كانت موضوع أبحاث عديدة توصلت لعدة نماذج رياضية تدمج في كثير منها خصائص التربة. لكن تحليل هذه النماذج يظهر أن الخصائص لهندسية للمحراث غير مأخوذة بعين الاعتبار. الهدف من هذا العمل هو تبين ان اختيار نموذج لتقييم قوة مقاومة الدفع له أهمية في حالة البحث عن دقة الحساب. لهذا السبب اخترنا نموذجان الأول Gorjatchkin والثاني Gee Clough.

العلاقات المحصلة عليها هي

$$F_{t_{ENPM}} = 5,049 + 1,726F_{t_{Gee}} - 0,725F_{t_{Gor}} \text{ et } F_{t_{SACRA}} = -18,793 + 0,240F_{t_{Gee}} + 1,461F_{t_{Gor}}$$

من خلال العلاقتين ننصح باستعمال نموذج Gorjatchkin لشكل SACRA و نموذج Gee Clough لشكل ENPMA.

كلمات مفتاح : قوة جر , نموذج Gorjatchkin, نموذج Gee Clough, محراث.

ABSTRACT

The evaluation of the draft which the soil opposes, with its physical and mechanical properties for the advance of a share plough is the several research task object whose results lead to the presentation of several mathematical models.

These models often introduce the properties of the ground, particularly its specific resistance and its density. The analysis of these models shows that the geometrical characteristics of active surfaces are not taken into account. The objective of this article is the choice of the model to be used for an evaluation of the draft has an importance when the precision of calculation is required. For that, two models were selected. The first is that proposed by Gorjatschkin, the second one proposed by Gee Clough. The relations between measured and calculated draught are:

$$F_{t_{ENPMA}} = 5,049 + 1,726F_{t_{Gee}} - 0,725F_{t_{Gor}} \text{ et } F_{t_{SACRA}} = -18,793 + 0,240F_{t_{Gee}} + 1,461F_{t_{Gor}}$$

Through these two relations, we recommend the Gorjatchkin model for the form SACRA and Gee Clough model for form ENPMA.

Key words : Draught, Gorjatchkin Model, Gee Clough Model, Plough Mouldboard.

1. INTRODUCTION

L'une des préoccupations des agriculteurs est l'évaluation de la consommation en énergie pour la mise en place d'une culture donnée. Pour cela plusieurs méthodes sont proposées, parmi elles nous en retiendrons celle du réservoir plein qui est une méthode directe mais peu précise et celle de l'évaluation de l'effort de résistance à la traction. C'est cette dernière qui est retenue pour notre travail.

Durant ces dernières années plusieurs modèles mathématiques ont été développés pour prévoir les caractéristiques et les performances des outils aratoires et de leurs actions sur le sol. Ces modèles sont de deux types, le premier à deux dimensions qui concerne les outils dits simples telle que les lames et les socs des outils à dents ; le second type à trois dimensions, est relatif aux outils à surfaces complexes telle que les charrues à socs.

En général la validité de ces modèles a été établie en comparant les prévisions avec les résultats expérimentaux souvent obtenus sur un canal de traction.

Plusieurs auteurs ont abordé le problème de l'évaluation de l'effort de résistance à la traction qu'oppose le sol à l'avancement d'un outil aratoire. Suite à ces travaux plusieurs modèles mathématiques ont été proposés. Nous citerons à titre d'exemple, entre autres les modèles de BINESSE (1970), OSKOUI et al (1982), et de GAO QIONG et al, (1986).

Pour leurs simplicités, les modèles les plus utilisés pour calculer les efforts de résistance à la traction sont respectivement celui de Gorjatchkin et celui de Gee Clough.

$$Ft = fG + kab + \varepsilon abv^2 \text{ (Gorjatchkin)}$$

avec : Ft = effort de résistance à la traction (N).

f = coefficient de résistance au roulement
($0.29 < f < 0.50$).

G = poids de la charrue (N).

a = profondeur de travail (m).

b = largeur de travail en (m).

v = vitesse d'avancement (m / s).

ε = coefficient de forme du versoir (daN.s² / m⁴)

k = coefficient de résistance spécifique du sol (N / m²).

Pour les charrues actuelles qui sont portées, la première partie ($f.G$) du modèle de Gorjatschkin, sera négligée, nous retiendrons donc pour nos calculs : $Ft = kab + \varepsilon abv^2$

$$Ft = ab \left(13,30 \gamma a + 3,06 \gamma \frac{v^2}{g} \right) \text{ (Gee Clough)}$$

avec : Ft = effort de résistance à la traction (KN)

a = profondeur de travail (m)

b = largeur de travail (m)

γ = masse volumique du sol (KN / m³)

v = vitesse d'avancement (m / s)

g = constante de gravité (m / s²)

Ces deux modèles introduisent la profondeur (a) et la largeur (b) de travail du labour, la vitesse d'avancement et les caractéristiques du sol ; pour Gorjatchkin c'est la résistance spécifique du sol (k) par contre Gee Clough introduit la densité apparente du sol (γ).

Gorjatchkin introduit un paramètre de forme ε , des surfaces actives, qui est souvent très difficile à déterminer ses valeurs étant comprises entre 1500 et 2000 daN.s² / m⁴.

2. MATERIELS ET METHODES

Afin de mettre en évidence l'effet de la forme des surfaces actives sur l'effort de résistance à la traction, Les essais ont été réalisés sur un canal de traction avec des modèles réduits d'échelle un demi, de deux corps de charrue à socs fabriqués en Algérie, la forme SACRA et la forme ENPMA. (Tab.1).

Les raisons de ce choix sont la recherche de la maîtrise des caractéristiques physico – mécanique du sol pour éviter toute interaction de ces effets sur l'effort de résistance à la traction. Les efforts sur canal ont été déterminés avec précision à l'aide de capteurs d'effort extensiométriques (fig.1).

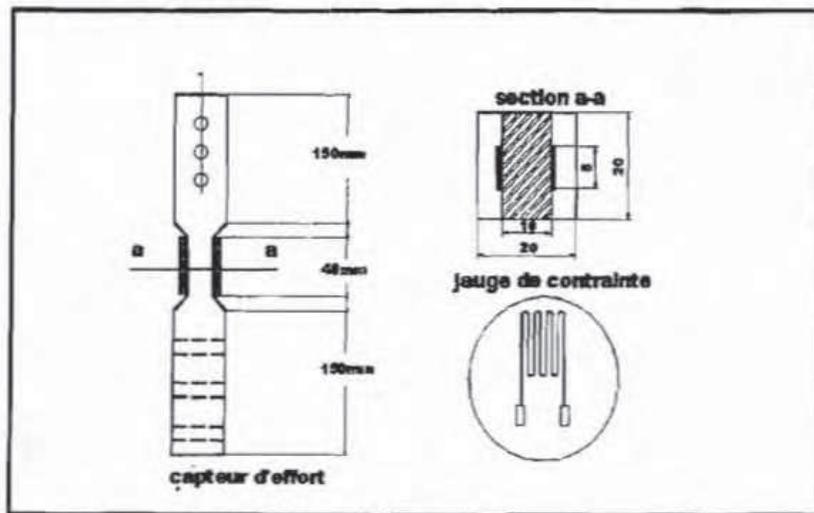


Figure 1 : Schéma du capteur d'effort

Tableau 1: Caractéristiques géométriques des deux modèles réduit de corps de charrue

Corps de charrue	ENPMA	SACRA
Forme du soc	Trapézoïdal	Trapézoïdal
Hauteur du corps h (mm)	220	218
Longueur projetée l (mm)	470	460
Largeur b (mm)	150	150
Angle d'entrure α (°)	29	17
Angle d'attaque γ (°)	38	39
Angle d'inclinaison θ (°)	35	33
Angle de monté de la bande de terre β (°)	40	48

Les conditions de travail dans lesquelles ont été réalisés les essais sont respectivement :

Densité apparente du sol : $d_a = 150 \text{ kN} / \text{m}^3$

Résistance spécifique du sol : $k = 18000 \text{ N} / \text{m}^2$

Largeur de travail des corps de charrue est la même et est de : $b = 0,15 \text{ m}$

Trois profondeurs de travail ont été choisies, elles sont respectivement de $a = 0,07, 0,09$ et $0,12 \text{ m}$.

Pour ce qui est du calcul de l'effort de résistance à la traction avec le modèle de Gorjatchkin deux valeurs de ϵ ont été prises. La première de $1500 \text{ N s}^2 / \text{m}^4$ pour le versoir SACRA qui est de forme cylindrique et $1750 \text{ N s}^2 / \text{m}^4$ pour le versoir ENPMA qui a une tendance culturale. La variation du coefficient de forme n'est pas très significative sur la valeur de l'effort calculé avec le modèle de Gorjatchkin, en effet dans les conditions de nos essais, si nous considérons l'effort calculé à la profondeur de 0,12 mètres et à la vitesse de 0,15 m / s et que la variation de ϵ passe de $1000 \text{ N s}^2 / \text{m}^4$ à $2000 \text{ N s}^2 / \text{m}^4$ la variation de l'effort sera de 32,44 daN à 32,48 daN. Cette variation est la même pour les deux formes de surfaces actives. Le choix de la valeur de ce coefficient n'aura donc pas une très grande influence sur l'analyse.

3. RESULTATS

Les résultats des valeurs des efforts de résistance à la traction mesurés sur canal et calculés à l'aide des modèles de Gorjatchkin et de Gee Clough sont repris sur les tableaux suivants (tableaux 2 et 3).

Tableau 2 : Valeurs comparées des efforts mesurés sur canal et calculés avec Gorjatchkin et Gee Clough pour la forme SACRA

F_{tSACRA} (daN)	a (m)	v (m/s)	ϵ ($\text{N s}^2/\text{m}^4$)	F_{tGOR} (daN)	F_{tGEE} (daN)
11,85	0,07	0,04	1500	18,90	14,67
13,2	0,07	0,05	1500	18,90	14,68
12	0,07	0,07	1500	18,91	14,69
12,5	0,07	0,15	1500	18,94	14,77
22,44	0,09	0,04	1500	24,30	24,25
21,52	0,09	0,05	1500	24,31	24,25
22,2	0,09	0,07	1500	24,31	24,27
24,12	0,09	0,15	1500	24,35	24,38
41,11	0,12	0,04	1500	32,40	43,11
40,79	0,12	0,05	1500	32,41	43,11
38	0,12	0,07	1500	32,41	43,13
35,98	0,12	0,15	1500	32,46	43,28

F_{tSACRA} : Effort mesuré sur canal pour la forme SACRA

F_{tGOR} : Effort calculé avec le modèle Gorjatchkin

F_{tGEE} : Effort calculé avec le modèle Gee Clough

Tableau 3 : Valeurs comparées des efforts mesurés sur canal et calculés avec Gorjatchkin et Gee Clough pour la forme ENPMA

$F_{t_{ENPMA}}$ (daN)	a(m)	v(m/s)	ε (Ns ² /m ⁴)	FtGOR (daN)	FtGEE (daN)
13,55	0,07	0,04	1750	18,90	14,67
11,8	0,07	0,05	1750	18,90	14,68
12,1	0,07	0,07	1750	18,91	14,69
29,3	0,07	0,15	1750	18,94	14,77
33,28	0,09	0,04	1750	24,30	24,25
27,5	0,09	0,05	1750	24,31	24,25
26,26	0,09	0,07	1750	24,31	24,27
30,49	0,09	0,15	1750	24,35	24,38
54,6	0,12	0,04	1750	32,40	43,11
55	0,12	0,05	1750	32,41	43,11
55,4	0,12	0,07	1750	32,41	43,13
59	0,12	0,15	1750	32,46	43,28

$F_{t_{ENPMA}}$: Effort mesuré sur canal pour la forme ENPMA

4. DISCUSSIONS

4.1. Analyse comparative des valeurs mesurées et calculées de l'effort

Les premières observations montrent que les efforts calculés sont de même valeurs pour chacun des modèles, celles-ci sont supérieures pour le modèle de Gee Clough. Les valeurs mesurées sur canal de traction sont différentes de celles calculées et plus importantes pour la forme ENPMA. Il apparaît donc que le choix du modèle pour l'évaluation de l'effort de résistance à la traction doit se faire en relation avec la forme de la surface active.

L'analyse des résultats (tableau 2 et 3) ci-dessus montre que pour la première profondeur de travail, les efforts mesurés sur canal sont inférieures à celles calculées à l'aide des modèles. Pour la deuxième profondeur les efforts calculés sont les mêmes que celles mesurées pour la forme ENPMA

et qui sont supérieures à celles calculées et à celles mesurées de la forme SACRA. Pour la troisième profondeur, il est à remarquer que les valeurs mesurées pour la forme ENPMA sont plus importantes et celles mesurées pour SACRA et sont supérieures aux valeurs calculées à l'aide du modèle de Gorjatchkin.

Afin de choisir correctement le modèle approprié pour l'évaluation correcte de l'effort de résistance à la traction, une analyse statistique des résultats est réalisée.

4.2. Analyse des corrélations entre les efforts calculés et mesurés

Les valeurs des coefficients de corrélation r entre les efforts mesurés sur canal et ceux calculés à l'aide des modèles de Gorjatchkin et Gee Clough sont représentés sur le tableau suivant (tableau 4) :

Tableau 4 : Matrice de corrélation entre les différentes valeurs des efforts

	Ft_{Enpma}	Ft_{Gee}	Ft_{Gor}	Ft_{Sacra}
Ft_{Enpma}	-	-	-	-
Ft_{Gee}	0,9631	-	-	-
Ft_{Gor}	0,9594	0,9974	-	-
Ft_{Sacra}	0,9493	0,9907	0,9919	-

L'analyse de ce tableau montre, une très bonne corrélation entre les différentes valeurs des efforts de résistance à la traction.

4.3. Établissement des relations entre les efforts calculés et mesurés

Afin d'analyser l'ordre d'importance des liaisons entre les valeurs mesurées et celles calculées avec les modèles, nous avons choisi la méthode des régressions multiples pour chacun des efforts mesurés pour les deux formes de surfaces actives. Les tableaux 5 et 6 représentent les résultats de l'analyse pour la forme ENPMA, les tableaux 7 et 8, ceux de la forme SACRA.

Tableau 5 : Analyse de régression multiple pour $Ft_{Enpma} = f(FtGor, FtGee)$

Variable à expliquer : FtEnpma			
Paramètre	Estimation	Erreur Type	Probabilité
Constante	5,049	47,838	0,9183
FtGee	1,726	1,807	0,3643
FtGor	- 0,725	3,848	0,8546

$R^2 = 92,77 \%$

R^2 ajusté = 91,17%.

Tableau 6 : Analyse de variance $Ft_{Enpma} = f(FtGor, FtGee)$

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Modèle	3225,03	2	1612,51	57,81	0,0000
Résidu	251,022	9	27,89		
Total (Corr.)	3476,05	11			

Le tableau 5 montre les résultats de l'ajustement d'un modèle de régression linéaire multiple pour décrire la relation entre Ft_{Enpma} et les deux variables explicatives $FtGor$ et $FtGee$. L'équation du modèle ajusté est :

$$Ft_{Enpma} = 5,049 + 1,726FtGee - 0,725FtGor$$

Comme la valeur de la probabilité dans le tableau 6 est inférieure à 0.01, il y a une relation statistiquement hautement significative entre les variables au niveau de confiance de 99%.

Pour déterminer si le modèle peut être simplifié, noter que la plus grande valeur de probabilité pour les variables explicatives est de 0,8546, et est associée à $FtGor$. Comme la valeur de la probabilité est supérieure ou égale à 0.10, l'effort calculé avec le modèle de Gorjatchkin, n'est pas statistiquement significatif au niveau de confiance de 90% ou plus. Ainsi, nous pouvons envisager de supprimer $FtGor$ du modèle. Ce qui signifie que pour le corps de charrue ENPMA, le modèle de Gee Clough sera donc choisi pour avoir des valeurs de l'effort plus proche de la réalité.

Tableau 7 : Analyse de régression multiple pour $Ft_{Sacra} = f(FtGor, FtGee)$

Variable à expliquer : FtEnpma			
Paramètre	Estimation	Erreur Type	Probabilité
Constante	-18,793	14,491	0,2269
FtGee	0,240	0,547	0,6709
FtGor	1,461	1,165	0,2415

$R^2 = 98,42 \%$

R^2 ajusté = 98,07 %

Tableau 8 : Analyse de variance $Ft_{Sacra} = f(FtGor, FtGee)$

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Prob
Modèle	1438,54	2	719,27	281,04	0,000
Résidu	23,03	9	2,56		
Total (corr)	1461,57	11			

Le tableau 7 montre les résultats de l'ajustement d'un modèle de régression linéaire multiple pour décrire la relation entre Ft_{Sacra} et les deux variables explicatives FtGor et FtGee. L'équation du modèle obtenu est :

$$Ft_{Sacra} = -18,793 + 0,240FtGee + 1,461FtGor$$

Comme le cas précédent, la valeur de la probabilité dans le tableau 8 est inférieure à 0.01, il y a une relation statistiquement significative entre les variables au niveau de confiance de 99%. D'autre part, les valeurs de probabilité du tableau 7, le modèle de Gorjatchkin sera utilisé pour l'évaluation de l'effort de résistance à la traction exigé par la forme SACRA.

CONCLUSIONS

Hormis le modèle de KUCZEWSKI (1978), les autres modèles proposés sont basés sur le principe de la pression outil / sol. Ce principe reste valable pour des surfaces actives planes qui sont qualifiées de formes simples, mais ne l'est pas pour les pièces travaillantes à surfaces actives complexes comme les charrues à socs.

Plusieurs travaux de recherches importants (Nichols et Kummer, 1932; DONER et NICHOLS, 1934; GAO et al, 1986) ont été réalisés pour décrire la surface active des versoirs et classer les forces produites pendant l'exécution du labour ainsi que la relation de ces forces avec les propriétés dynamiques du sol.

Plusieurs modèles prédisant l'effort de traction pour la charrue LARSON et al., 1968; GEE CLOUGH et al,(1978) ont été donc développés sur la base de l'analyse dimensionnelle. OSKOUI et al, (1982) ont proposé un modèle spécifique en adaptant la formule développée par GORJATCHKIN et SOHENE, 1960, tenant compte de l'angle d'enture (α) et en prenant le cône index du sol comme base de mesure de la force.

Si les caractéristiques angulaires des pièces travaillantes des outils aratoires simples, comme les socs des cultivateurs à dents, ont fait l'objet d'une analyse de leurs effets sur l'effort de résistance à la traction par DESBIOLLES et al, (1997), les caractéristiques géométriques des surfaces actives des corps de charrues à socs ont rarement fait l'objet de tels travaux.

Si les angles et les dimensions des surfaces actives des corps de charrue à socs ont été étudiés, c'est uniquement dans le cadre de la description de ces pièces travaillantes ou dans celui de leurs effets sur les indices qualitatifs ROSS et al, (1995), leurs effets sur l'effort de résistance à la traction n'a cependant pas été étudié.

Au travers de ces résultats de notre travail, il apparaît que :

- Les valeurs mesurées sont différentes des valeurs calculées avec les modèles de Gorjatchkin et de Gee Clough.
- Les valeurs des efforts de résistance à la traction obtenus avec le modèle de Gorjatchkin sont plus grandes pour la première profondeur (0,07 m) que celles obtenues avec le modèle de Gee Clough.
- A la deuxième profondeur (0,09 m), les valeurs des efforts de résistance à la traction sont pratiquement les mêmes pour les deux modèles.
- A la troisième profondeur (0,12 m), les efforts sont plus importants quand ils sont calculés avec le modèle Gee Clough.

D'autre part, quand la précision de la consommation en énergie est recherchée, le choix du modèle à utiliser pour calculer l'effort de résistance à la traction doit faire l'objet d'une attention particulière. Dans notre cas, pour les corps de charrue fabriqués en Algérie, nous préconisons le modèle de Gorjatschkin pour la forme SACRA et Gee Clough pour la forme ENPMA ou d'une façon générale pour les versoirs à tendance cylindrique nous utiliserons le modèle de Gorjatchkin et pour le versoirs à tendance culturale nous proposerons le modèle de modèle Gee Clough.

Enfin pour une évaluation précise de la consommation en énergie des opérations de travail du sol, il sera intéressant d'établir des modèles mathématiques de l'effort de résistance à la traction en tenant compte, en plus des propriétés physico - mécaniques du sol, des caractéristiques géométriques des pièces travaillantes, notamment les caractéristiques angulaires.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BINESSE M., 1970.-** Cisaillement et résistance spécifique du sol lors du labour classique. Etudes du CNEEMA, n°341-342 – France.
- DESBIOLLES J.M.A., GODWIN R.J., KILGOUR J., BLACKMORE B.S., 1997.-** A novel approach to the prediction of tillage tool using a standart Tine. Journal of Agricultural Engineering Research, (1997), **66**, 295 – 309.
- DONER, R.D. and NICHOLS, M.L. , 1934.-** The Dynamic Properties of Soil V. Dynamics of Soil on Plow Mouldboard Surfaces Related to Scouring. Journal of ASAE, Vol 15, n°1: 9-13.
- GAO QIONG ET AL., 1986.-** A Model to Predict Soil Forces on the Plough Mouldboard. Journal of Agricultural Engineering Research 35, p.141-155.
- GEE CLOUGH, D.G. et al., 1978.-** The empirical prediction of tractor implement field performance. J. Terramechanics, 15 (2) : 81-94
- GORJATCHKIN, V.P. et SOHENE, 1960.-** Collected Works in Three Volumes. Ed. N. D. Luchinskii. Translated 1972. Jerusalem, Israel: Ketter Press.
- KUCZEWSKI J., 1978.-** Eléments Théoriques des Machines Agricoles. Edition Varsovie Pologne.
- LARSON, L. W. et al., 1968.-** Predicting draft forces using mouldboard plows in agricultural soils. Transaction of ASAE, 11: 665-668.
- NICHOLS, M.L. and KUMMER, T. H., 1932.-** The Dynamic Properties of Soil IV. A Method of Analysis of Plow Moldboard Design Based Upon Dynamic Properties of Soil. Agricultural Engineering 13(11)279-285.
- OSKOUI K.E. et al., 1982.-** The Determination of Plough Draught. Part II. The Measurement and Prediction of Plough Draught for Two Mouldboard Shape in Three Soil Series. Journal of Terramechanics, 19, p. 153-164.
- ROSS V. et al., 1995.-** Mathematical Modeling and Computer Aided Design of Passive Tillage Tools. Transaction of ASAE, vol. 38 n° 3, p. 675-683.

ETUDE DES LIAISONS ENTRE LE RENDEMENT, LA DUREE DE VIE DE LA FEUILLE ETENDARD, LA VITESSE DE REMPLISSAGE ET LA REMOBILISATION DES ASSIMILATS DE LA TIGE DU BLE DUR (*Triticum durum* Desf.) SOUS CLIMAT MEDITERRANEEN

Par

BAHLOULI F.⁽¹⁾, BOUZERZOUR H.⁽²⁾,
BENMAHAMMED A.⁽²⁾, et ASSOUS K.L.⁽³⁾

⁽¹⁾ Faculté des Sciences, Université Mohamed Boudiaf, M'sila.

Faycal.bahlouli@caramail.com

⁽²⁾ Faculté des Sciences, Université Ferhat Abbas, Sétif

⁽³⁾ Station Expérimentale Agricole ITGC, BP 03, Sétif

RESUME

La zone des hauts plateaux dont le climat est de type continental va limiter largement l'expression du rendement en grain, défavorisé par les pluies rares et irrégulières, des gelées printanières et de la sécheresse de fin de cycle. La capacité d'adaptation des variétés aux stress hydrique peut être liée à une amélioration du taux de remplissage des grains, la contribution des hydrates de carbones stockés dans les tiges ou la persistance de la chlorophylle par une longue durée de la vie de la feuille étendard. La présente contribution se propose d'étudier les liaisons entre le rendement en grain, la persistance de la chlorophylle de la feuille étendard, la vitesse de remplissage des grains et la translocation des assimilats de la tige du blé dur. L'expérimentation est conduite à la station ITGC de Sétif, sur 3 campagnes 2000/2001, 2001/2002 et 2002/2003 sur 5 géotypes de blé dur. La campagne 2000/2001 a été la plus favorable à l'expression du rendement en grain, du nombre d'épis/m², du grain/m² et de la fertilité des épis. La campagne 2001/2002 a été la plus défavorable. Heider présente le meilleur rendement en grain au cours de la 2^{ème} et 3^{ème} campagne associé à une bonne capacité de translocation. Le rendement en grain ne présente pas de liaison significative avec la durée et la vitesse de remplissage des grains, cependant, il est significativement corrélé à la vitesse de remplissage des

grains/m² et la quantité des assimilats transloqués. La vitesse de remplissage du grain est négativement liée à la durée de remplissage. La part des assimilats venant des tiges participent de moins en moins à mesure que le milieu permet l'expression d'un meilleur rendement en grain, la participation des assimilats transférables des tiges vers les grains devient plus important lorsque le milieu est contraignant. Par contre, lorsque les conditions du milieu le permettent, le remplissage des grains se fait essentiellement à base des assimilats venant de l'activité photosynthétique des feuilles.

Mots clés : Rendement en grain, assimilats, translocation, blé dur, photosynthèse.

ملخص

إن منطقة الضباب العليا المتميزة بمناخ قاري تعدد بصفة واضحة المردود الحبي القمح، وهذا يرجع لعمية الأمطار القليلة والمتغيرة، الجليد الربيعي وكذلك للجفاف في نهاية دورة النبتة. إن قدرة تآكل الأضفاف للجفاف يمكن أن يعود إلى تنسبون خاصية ملا البذور، دور هيدرات الكربون المخزونة في السيقان أو بعمومها مادة الكلوروفيل في الورقة العظم. إن الدراسة الحالية تقترح دراسة العلاقات بين المردود الحبي، بعمومها مواد الكلوروفيل وقدرة انتقال المخزونات من الساق، التجريبية أجرت في محطة المعهد التقني للمحاصيل الحقلية بسطيف، على امتداد ثلاث مواسم زراعية 2001/2001، 2002/2001 و2003 /2002 على 5 أصناف من القمح الصلب. الموسم 2001/2001 كان الأكثر ملائمة لإنتاج مردود حبي عالي إضافة إلى عدد السنايل في م²، عدد الحبوب في م² وعدد الحبوب، في السنبلة. الموسم 2002/2001 كان الأكثر سوءا. الصنف **Heider** يسجل المردود الأعلى على امتداد الموسمين الثاني والثالث مقرّبا بقدرة كبيرة على نقل المخزونات، المردود الحبي لا يبدي علاقة إيجابية مع مدة وسرعة ملا البذور، ولكن بالمقابل علاقته بدرجة ملا البذور في م² إيجابية وكذلك كمية المخزونات المنقاة. سرعة ملا البذور لها علاقة سلبية مع مدة الملا. دور المخزونات الموجودة في المساق في تناقص كلما سمح المناخ بمرور حبي عالي، تصبح مشاركة المخزونات المنقولة من السيقان نحو البذور أكثر أهمية كلما كان المناخ صعب، ولكن بالمقابل لما يصبح المناخ مناسباً، فإن ملا البذور لا يكون إلا بالمخزونات التي مصدرها نشاط الترتيب الضوئي للأوراق.

كلمات مفتاح : المردود الحبي، المخزونات، الانتقال، القمح الصلب، الترتيب الضوئي.

SUMMARY

The experiment had the objective to analyse the relationships between grain yield, flag leaf duration, grain filling rate and remobilization of stem assimilats to the kernel of durum wheat (*triticum durum* Desf.) genotypes. The experiment has been conducted on the experimental site of the agricultural research station of the Institute of field crop located near Sétif (Algéria) during three cropping seasons 200/01 to 2002/03 with 5 contrasted genotypes. The results indicated that grain yield did not show significant relationships with grain filling rate and grain filling duration, it is however significantly correlated with filling rate of the number of kernels/m² and with the quantity of transferred assimilats. Grain filling rate was negatively correlated with grain fill duration. Assimilats translocation from the stem participated less to grain yield under favorable growth conditions. This contribution is however relatively more important under stress.

Key words : Grain yield, assimilats, translocation, durum wheat, photosynthesis.

INTRODUCTION

Conduite en pluviale, dans un environnement contraignant, la culture du blé dur (*Triticum durum* Desf.) occupe une importante partie de la surface agricole utile réservée à la céréaliculture. Les emblavures s'étendent sur plus de 50% des 3.000.000 d'ha annuellement semés (FELIACHI, 2002). Près de 800.000 ha sont mis en place sur les hauts plateaux de l'intérieur du pays dont le climat de type continental limite largement l'expression du rendement en grain (BALDY, 1974). Les pluies de nature irrégulière se limitent à l'hiver. Les basses températures de cette saison réduisent l'utilisation précoce de l'humidité du sol par la plante.

L'avènement des hautes températures dès le printemps, le plus souvent associé au déficit hydrique, accélère le développement de la plante au détriment de la croissance. La phase de remplissage du grain se réalise sous contraintes climatiques. La contribution au rendement de la dernière composante à se former est donc largement sous la dépendance des conditions environnementales qui influent sur la durée, la vitesse de remplissage et la capacité de translocation des assimilats stockés dans la tige (GUINTA *et al.*, 1995). La durée de remplissage, et par conséquent, le poids final du grain atteignent rarement leurs potentiels, d'où les faibles rendements en grain observés sous un tel climat (ABBASSENNE *et al.*, 1998).

La capacité d'adaptation des variétés est liée à l'amélioration du taux de remplissage pour compenser la réduction de la durée induite par le stress (HOUSLEY *et al.*, 1982, TRIBOI *et al.*, 1985, TRIBOI, 1990, WARDLAW et MONCUR, 1995). L'adaptation prend aussi la forme de la contribution des hydrates de carbones produits en pré-anthèse et stockés sous forme non structurale dans les tiges (PHELOUNG et SIDDIQUE 1991, GEBBING et SCHNYDER, 1999, YANG *et al.*, 2000). Les dimensions de ce puit sont liées à la hauteur du chaume chez les variétés anciennes, et au nombre de tiges produites par unité de surface de sol chez les génotypes modernes (SIDDIQUE *et al.*, 1989, AMOKRANE *et al.*, 2002).

Selon WARDLAW (2002) l'activité photosynthétique de la post-anthèse, sous stress hydrique et thermique sévères, est souvent la seule source d'assimilats utilisables pour le remplissage du grain. La persistance de la chlorophylle qui se matérialise par une plus longue durée de vie de la feuille étandard est une forme d'adaptation aux stress abiotiques de fin de cycle. Elle favorise la durée plus que la vitesse de remplissage du grain (RICHARDS *et al.*, 1997, WARDLAW, 2002). Une plus grande persistance de la chlorophylle, donc de l'activité photosynthétique, est souvent notée chez les génotypes précoces qui sont relativement moins agressés par les

stress de fin de cycle qu'ils arrivent à plus ou moins esquiver (AL HAKIMI *et al.*, 1995). La présente contribution se propose d'étudier les liaisons entre le rendement en grain, la persistance de la chlorophylle de la feuille étendard, la vitesse de remplissage et la translocation des assimilats de la tige du blé dur (*Triticum durum* Desf.).

MATERIEL ET METHODES

Mise en place de l'expérimentation

L'expérimentation a été conduite sur le site expérimental de la station ITGC de Sétif (Algérie). Mise en place dans un dispositif en blocs randomisés, avec quatre répétitions, elle a duré trois campagnes consécutives, de 2000/01 à 2002/03. La parcelle élémentaire est constituée de 6 rangs de 5 m de long, avec un espace inter-rangs de 20 cm et inter-blocs de 1,0 m. Le semis est effectué à la mi-novembre et la récolte est faite la troisième décennie du mois de juin. Le précédent cultural est une jachère intégrale qui a reçu juste avant le semis une fertilisation phosphatée de 100 kg/ha de superphosphate à 46% et au stade tallage de la culture 80 kg/ha d'azote sous forme d'urée à 46%. Le désherbage a été réalisé au GranStar [*Tribunéron méthyle*] à raison de 12 g/ha mélangés à 250 l d'eau.

Les cinq variétés étudiées sont Mohammed Ben Bachir, Waha, Derraa, Heider et Adamillo/Duillio//Semito 439-97. Elles sont désignées par les abréviations respectives MBB, Waha, Derraa, Heider et ADS. MBB est une lignée issue d'une variété population locale de la région de Sétif (LAUMONT et ERROUX, 1961). Waha est une sélection du début des années 1980, faite conjointement par l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) et l'Icarda. Elle est précoce à l'épiaison, de paille courte et relativement plus productive comparativement à MBB (MEKHLOUF *et al.*, 2004). Derraa et Heider sont des lignées avancées issues de sélections faites en 1997 à l'intérieur de pépinières elles sont reçues de l'Icarda. ADS est une lignée fixée introduite d'Italie (BOUZERZOUR *et al.*, 1998).

Notation, mesures et analyse des données

Elles sont faites une fois par semaine, à partir de la réalisation du stade épiaison qui a été daté pour estimer la durée de la phase végétative (PVG). Un échantillon de la végétation est prélevé sur une ligne d'un mètre de long par parcelle élémentaire. La matière sèche est obtenue après passage à l'étuve à 85°C pendant 24 heures. Après détermination du poids

de la matière sèche totale de l'échantillon, les épis sont comptés puis décortiqués pour en extraire les grains dont le poids est déterminé.

La différence entre le poids de la matière sèche totale de l'échantillon et celle des grains produits est considérée comme étant de la matière sèche accumulée par les tiges. La vitesse de croissance végétative (VCV) est déterminée par le rapport entre la biomasse accumulée au stade épisaison et la durée de la phase végétative. A maturité on détermine le rendement en grain, les composantes du rendement, la biomasse totale produite, l'indice de récolte et la hauteur du chaume à partir de l'échantillon ci-dessus.

La vitesse de remplissage par grain (V en mg/j) est estimée par régression linéaire. Elle est prise comme étant égale au coefficient de régression linéaire de la phase active de remplissage. La durée de remplissage (D en j) est déterminée par le rapport de 95% du poids du grain ($0.95P1G$) atteint à maturité sur la vitesse de remplissage (V):

$$D = 0.95 P1G / V \quad (\text{GEBBING T., et SCHNYDER H., 1999})$$

Avec

D = durée de remplissage en jours

$0.95P1G$ = 95% du poids moyen du grain atteint au stade maturité (mg)

V = vitesse de remplissage (mg/j)

La vitesse de remplissage ramenée au nombre de grains produits par m^2 (VRG en $g/j/m^2$) est obtenue par le produit:

$$VRG = (V \times NGM^2)/1000$$

Le poids de la matière sèche accumulée dans les tiges a été déterminé à l'épisaison, à son maximum et à maturité. La quantité de matière sèche des tiges transférée vers le grain est estimée par la différence:

$$T = MST_{Max} - MST_{Min}$$

Avec

T = Quantité de la matière sèche des tiges transférée vers le grain (g/m^2)

MST_{Max} = Poids maximal de la matière sèche accumulée dans les tiges (g/m^2)

MST_{Min} = Poids de la matière sèche des tiges mesurée à maturité (g/m^2)

Elle est ensuite relativisée par rapport au rendement en grain/ m^2 et au poids moyen d'un grain

$$T (\%) = 100(T/RDT)$$

$$T (\%) = 100[(1000T/NGM^2)/ P1G]$$

La vitesse de la sénescence foliaire (V_{sf} en cm^2/j) a été déterminée lors de la campagne 2002/03. Elle est estimée par régression de la surface verte sur le temps, comptés en jours calendaire à partir de la date d'épiaison. La durée de vie (D_{sf}) de la surface verte de la feuille étendard est calculée par le ratio de la surface verte (SF en cm^2) au stade épiaison divisée par la vitesse de dessèchement (V_{sf} en cm^2/j) .

$$D_{sf} (j) = SF/V_{sf}$$

Une analyse de la variance inter-années est réalisée avec les données du rendement et des composantes. L'étude des liaisons entre les différentes variables mesurées est faite sur la base du calcul du coefficient de simple corrélation. Les calculs statistiques ont été faits avec le logiciel Statitcf (1991)

RESULTATS ET DISCUSSION

L'analyse de la variance des variables mesurées indique un effet année significatif qui explique une importante partie de la variation disponible dans les données soumises à l'analyse (Tableau 1). Cet effet met en relief l'influence des fluctuations des conditions de croissance d'une campagne à l'autre et les différences de sensibilité vis à vis de ces fluctuations extériorisées par les génotypes évalués. La campagne 2000/01 a été plus favorable à l'expression du rendement en grain, du nombre d'épis/ m^2 , des grains/ m^2 et de la fertilité des épis mais pas du poids de 1000 grains. Il y a eu une plus grande quantité d'assimilats transférés associés à une plus courte durée de la phase végétative, une vitesse de croissance végétative plus réduite et un meilleur indice de récolte. Peu de différences pour la hauteur du chaume apparaissent entre les années (Tableau 2).

En comparaison, l'année 2001/02 a été la plus défavorable, notamment pour le rendement en grain. La vitesse de croissance végétative a été plus élevée mais la faiblesse de l'indice de récolte laisse penser que la biomasse accumulée au stade épiaison n'a pas bien été valorisée sous forme de grains suite à des stress intenses agissant en post-anthèse et qui ont surtout affecté le nombre de grains par épi (Tableau 2). La réponse moyenne des génotypes aux conditions de croissance de la campagne 2002/03 a été proche de celle de la campagne 2001/02. Les moyennes observées sont très similaires sauf pour la durée de la phase végétative qui a été plus longue de 5 jours (Tableau 2).

Tableau 1 : Analyse de la variance du rendement, de ses composantes et des quantités de matière sèche transloquées.

Source de variation	ddl	RDT	NE	NGE	PMG	NGM ² x10 ³
Année	2	156303.8**	32951.2**	517.8**	276.1**	127243.5**
Génotype	4	3385.0ns	20230.9ns	47.6ns	72.2*	2474.6ns
G x A	8	4876.2**	10630.9**	33.9**	13.8ns	3186.7**
Erreur	28	1021.1	1863.0	6.3	12.9	237.3

Source de variation	ddl	T	PVG	HT	VCV	HI
Année	2	7235.8**	111.8**	16.5ns	26.3**	1846.9**
Génotype	4	297.0ns	75.6**	121.9ns	1.4ns	25.4ns
G x A	8	276.9**	46.5ns	102.3**	1.2**	56.9**
Erreur	28	66.1	35.8	26.8	0.8	12.6

RDT = rendement en grain (g/m²),

NE = nombre d'épis/m²,

NGE = nombre de grains/épi,

PMG = poids de 1000 grains,

NGM² = nombre de grains/m²,

T = quantité de matière sèche transférées de ses tiges (g/m²),

PVG = durée de la phase végétative (j),

HT = hauteur du chaume (cm),

VCV = vitesse de croissance au cours de la phase végétative (g/j/m²),

HI = indice de récolte.

Tableau 2 : Effet moyen année et interaction Génotype x année du rendement, des composantes et des quantités de matière sèche transloquées

Effet	RDT	NE	NGE	PMG	NGM ²	T	PVG	HT	VCV	HI
Effet moyen année										
2000/01	352.1	416.7	22.7	38.4	9197.0	98.9	118.0	65.5	5.1	36.9
2001/02	168.6	359.6	12.3	38.8	4344.4	59.0	117.4	63.5	7.7	15.8
2002/03	182.7	323.8	12.8	46.0	3980.2	62.7	122.4	64.5	6.0	20.5
Interaction Génotype x Année										
2000/01										
ADS	359.0	325.0	30.8	35.8	0014.3	89.8	114.7	56.0	4.9	38.7
Waha	431.7	533.7	21.6	37.5	11512.4	100.8	114.3	66.6	4.6	44.9
Derraa	284.3	391.7	19.2	37.8	7513.7	90.1	119.7	65.0	5.2	31.8
Heider	356.3	351.7	25.0	40.9	8784.9	101.8	120.0	66.7	5.6	34.9
MBB	326.0	481.6	17.0	39.9	8160.1	111.9	121.3	73.3	5.2	34.4
2001/02										
ADS	161.3	293.3	13.6	40.4	3993.1	59.1	115.3	59.0	6.4	17.9
Waha	149.7	350.0	12.5	34.6	4318.9	58.9	115.0	61.3	7.9	14.2
Derraa	179.9	370.0	13.4	36.9	4867.2	62.9	116.3	58.8	7.4	16.7
Heider	204.6	428.3	11.0	43.6	4695.5	60.1	120.3	64.6	8.2	17.7
MBB	147.4	356.6	10.9	38.4	3846.9	53.8	120.3	73.3	8.7	12.5
2002/03										
ADS	140.5	295.2	11.5	42.3	3322.7	45.9	120.0	53.3	6.3	15.5
Waha	180.9	390.4	10.9	42.7	4244.1	60.9	120.0	57.6	6.4	20.1
Derraa	216.2	347.6	13.2	47.1	4593.9	71.3	123.0	64.5	5.1	25.7
Heider	204.9	233.3	17.4	52.6	3967.6	80.7	124.0	67.3	5.5	22.6
MBB	171.4	352.4	11.1	45.4	3967.6	54.9	124.0	70.6	6.7	18.6
MG	234.5	366.7	15.9	41.1	3772.5	75.5	119.3	64.5	6.3	24.4
Ppds5%	30.1	40.7	2.3	3.4	459.3	7.7	4.7	4.8	0.8	3.3

RDT = rendement en grain (g/m²), **NE** = nombre d'épis/m², **NGE** = nombre de grains/épi, **PMG** = poids de 1000 grains, **NGM²** = nombre de grains/m², **T** = quantité de matière sèche transférées des tiges (g/m²), **PVG** = durée de la phase végétative (j), **HT** = hauteur du chaume (cm), **VCV** = vitesse de croissance au cours de la phase végétative (g/j/m²), **HI** = indice de récolte.

L'effet moyen génotype testé par rapport à la variance d'interaction n'est significatif que pour le poids de 1000 grains et la durée de la phase végétative. Pour les autres caractères l'importance de la variance d'interaction rend non significatif l'effet moyen génotype, les différences entre génotypes doivent, donc, être étudiées par campagne (Tableau 1). Waha présente le meilleur rendement en grain en 2000/01. Cette performance est associée à la montée d'un grand nombre d'épis/m² conduisant à un nombre de grains/m² et un indice de récolte élevés, ADS réussit une bonne fertilité épi, Heider le meilleur poids de 1000 grains et MBB la plus grande quantité d'assimilats transloqués (Tableau 2).

Heider présente le meilleur rendement en grain au cours de la deuxième et troisième année consécutives. Ces performances sont associées à une amélioration des trois composantes, épis/m², grains/épi, poids de 1000 grains et la capacité de translocation mais avec un indice de récolte qui est similaire à celui des autres génotypes (Tableau 2). L'augmentation du rendement en grain chez ce génotype semble concomitante à celle de la biomasse aérienne conduisant à peu de variation de l'indice de récolte.

Du point de vue durée de la phase végétative et pour les trois campagnes, ADS et Waha sont plus précoces, Derraa est intermédiaire et Heider et MBB sont plus tardifs. La hauteur du chaume est à l'avantage de MBB et Heider. ADS et Waha sont plus courtes et Derraa est de taille intermédiaire. Les valeurs prises par le taux de croissance végétative et la vitesse de remplissage du grain varient en fonction des génotypes et années (Tableaux 2 et 3). Waha présente la meilleure vitesse de remplissage du grain en 2000/01, Heider en 2001/02 et Derraa en 2002/03. MBB remplit moins vite le grain en 2000/01 et ADS en 2001/02 et 2002/03 (Tableau 3). La cinétique de remplissage du grain des deux années contrastées est donnée par la figure 1.

Ramenées au nombre de grains produit par unité de surface de sol, les différences du point de vue vitesse de remplissage deviennent plus évidentes entre génotypes. Elles sont plus élevées en 2000/01 et moins élevées au cours des deux années suivantes. La durée de remplissage du grain suit l'évolution inverse (Tableau 3). Les différences entre génotypes sont peu marquées pour la durée de remplissage. Au stade épiaison ADS et Derraa développent une feuille étendard de grande surface avec une moyenne de 15.5 et 16.5 cm², alors que Waha avec 11.5 cm² présente une feuille de faible surface. MBB et Heider ont des feuilles de dimensions proches de celles de Waha (Tableau 4).

Tableau 3 Durée et vitesses de remplissage du grain (V) et des grains/m² (VRG)

Campagne	2000/01			2001/02			2002/03		
	V±ET	VRG	D	V±ET	VRG	D	V±ET	VRG	D
Génotype									
ADS	1.84± 0.05	21.18	19.4	1.59± 0.10	6.87	20.7	1.44± 0.08	6.16	28.2
Waha	1.94± 0.04	15.83	19.6	1.83± 0.07	7.04	19.9	1.57± 0.04	5.92	27.5
Derraa	1.90± 0.10	16.69	20.4	1.89± 0.08	8.87	21.9	1.84± 0.07	7.30	27.2
Heider	1.73± 0.07	17.32	19.6	1.94± 0.05	7.75	19.8	1.60± 0.05	5.32	25.1
MBB	1.77± 0.08	13.30	20.3	1.84± 0.06	8.98	19.1	1.70± 0.07	7.81	26.3

V= vitesse de remplissage d'un grains (mg/j), VRG = vitesse de remplissage des grains/m² (g/j/m²) D = durée de remplissage (j). ET : écart type.

Tableau 4 : Surface verte en cm² au stade épiaison (E), E+10jours et E+20jours, durée de vie de la feuille étendard, modèle explicatif et vitesse de sénescence

Variété	Ads	MBB	Heider	Waha	Derraa
E	16.5	13.6	12.7	11.5	15.5
E+10j	10.9	12.0	10.9	9.8	12.8
E+20j	4.9	7.2	5.8	4.9	6.5
Modèle	-0.5957l	-0.0159t ²	-0.0170t ²	-0.0163t ²	-0.0154t ²
E.T	±0.06	±0.001	±0.002	±0.003	±0.001
Cte	+16.9	+13.59	+12.69	+11.49	+15.7
R ²	0.96	0.99	0.94	0.91	0.99
Vitesse (cm ² /j)	-0.5957	-0.0318t	-0.0340t	-0.0326t	0.0308t
Durée (j)	28.4	29.2	27.3	26.5	31.9

Dix jours après l'épiaison, dès le début de la phase active de remplissage du grain, la surface verte de la feuille étendard est réduite de 33.9%, 11.7%, 14.1%, 14.7% et 17.4% respectivement pour ADS, MBB, Heider, Waha et Derraa. Après 20 jours, la réduction relative est de 70.3%, 47.0%, 54.3%, 57.3% et 58.0% pour les mêmes génotypes dans l'ordre cité ci-dessus (Tableau 4). ADS dessèche plus vite la feuille étendard à l'opposé de MBB qui développe un rythme de dessèchement relativement plus lent (Figure 2).

La vitesse de dessèchement foliaire est de $-0.5957 \text{ cm}^2/\text{j}$ pour Ads, celle des autres variétés est variable dans le temps, suite à la nature quadratique du modèle (Figure 2, Tableau 4). Elle est modeste du stade épiaison jusqu'à l'épiaison + 15 jours, puis elle devient plus rapide après ce stade (Figure 2). La durée de vie de la feuille étendard varie de 26.5 jours pour le cultivar Waha à 31.9 jours pour Derraa (Tableau 2).

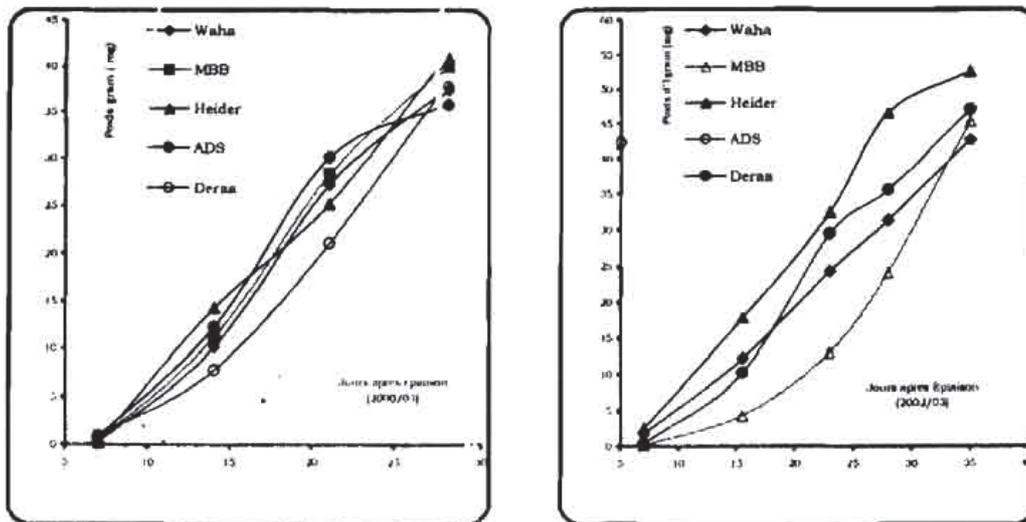


Figure 1 : Evolution du remplissage du grain (mg) des cinq génotypes durant les deux campagnes extrêmes

L'étude des liaisons entre le rendement en grain, la quantité d'assimilats transférés, la vitesse et la durée de remplissage du grain et les différentes variables analysées indique que le rendement en grain ne présente pas de liaisons significatives avec la durée et la vitesse de remplissage du grain, le poids de 1000 grains, la durée de la phase végétative et la hauteur du chaume (Tableau 5). Il est cependant

significativement corrélé aux nombre d'épis/m², au nombre de grains/m², au nombre de grains/épi, à la vitesse de remplissage des grain/m² (Figure 3) et à la quantité des assimilats transloqués. Il est négativement corrélé à la quantité relative (T en %RDT) d'assimilats transloqués (Figure 3), à la quantité transférée par grain, à la quantité traduite en % du poids moyen d'un grain et au taux de croissance végétative (Tableau 5).

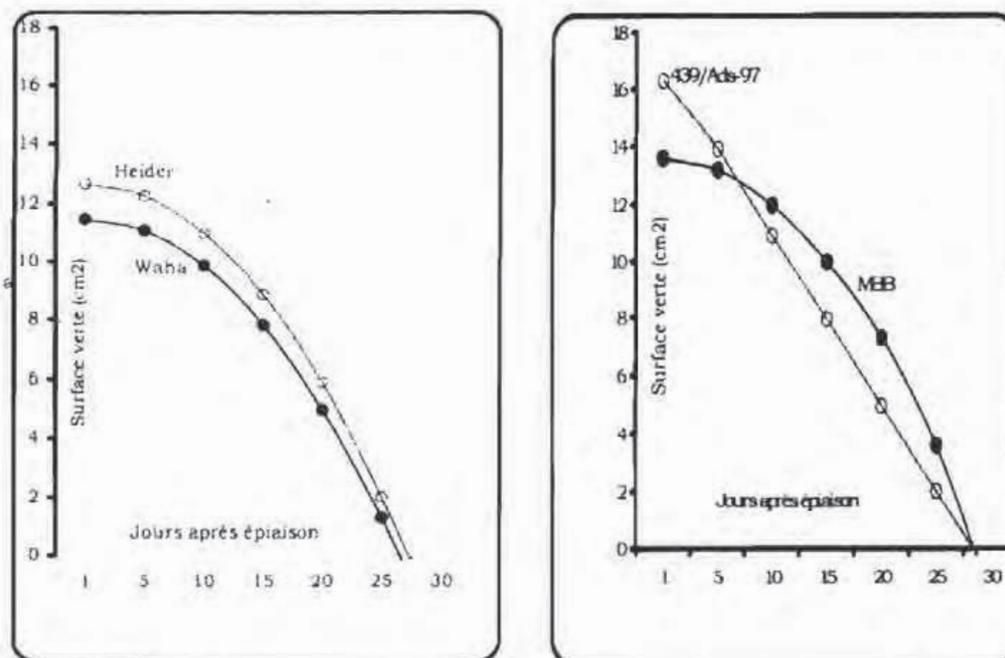


Figure 2 : Evolution de la sénescence de la feuille étendard des génotypes étudiés.

La vitesse de remplissage du grain est négativement liée à la durée de remplissage. Cette dernière variable est positivement liée au poids de 1000 grains et à la durée de la phase végétative, elle est liée négativement au nombre de grains/m² et à la vitesse de remplissage des grains/m² (Tableau 5). En outre, la quantité d'assimilats transloqués montre des liaisons négatives avec les variables positivement corrélées avec le rendement en grain, dont entre autres le nombre d'épis/m², les grains/m², le nombre de grains/épi, la vitesse de remplissage des grains/m² et l'indice de récolte. Elle est positivement corrélée avec la part des assimilats transférés par grain et en % du poids du grain (Tableau 5).

Tableau 5 : Coefficient de corrélation entre le rendement, la capacité de translocation des assimilats, la vitesse et la durée de remplissage du grain (n =15)

	RDT	V	D	T(g)
RDT	1.0	0.39	-0.43	-0.76**
V	0.39	1.0	-0.65**	-0.35
PVG	-0.25	-0.41	0.67**	0.37
D	-0.43	-0.65**	1.0	0.21
T (g)	0.74**	0.35	-0.44	-0.45
T% _{RDT}	-0.76**	-0.35	0.21	1.0
T/NGM ²	-0.63*	-0.21	0.40	0.58*
T% _{PIA}	-0.60*	-0.21	0.09	0.63*
NE	0.58*	0.18	-0.39	-0.48
NGM ²	0.97**	0.35	-0.56*	-0.71**
NGE	0.84**	0.31	-0.42	-0.58**
VRG	0.98**	0.47	-0.60*	-0.73**
PMG	-0.26	-0.06	0.80**	0.46
HT	0.02	-0.07	-0.13	0.09
VCV	-0.63*	0.08	-0.13	0.49
HI	0.86**	0.34	-0.34	-0.74**

r5% =0.56, r1% =0.65,* et ** coefficient significatif au seuil de 5 et 1% respectivement

Ces résultats indiquent que lorsque les conditions de croissance et la capacité génotypique conduisent à la réalisation d'un nombre de grains/m² élevé via les épis/m² ou les grains /épi, elles aboutissent à l'extériorisation d'une vitesse de remplissage des grains/m² et d'un indice de récolte élevé dont la résultante est l'expression de haut rendement en grain. Ces mêmes conditions sont associées à un transfert de grandes quantités d'assimilats stockés dans les tiges. La part des assimilats venant des tiges participe, cependant, de moins en moins à mesure que le milieu permet l'expression d'un meilleur rendement en grain.

Chez l'échantillon de génotypes étudiés, la participation des assimilats transférables des tiges au remplissage du grain devient donc relativement plus importante à mesure que le milieu est contraignant.

Par contre, lorsque les conditions du milieu le permettent, le remplissage du grain est essentiellement fait des assimilats venant de l'activité photosynthétique lors de la période de remplissage du grain. La part des assimilats transférés est relativement marginale en bonnes années pour devenir importante lors des années défavorables, lorsque le stress affecte fortement l'appareil photosynthétique. A ce sujet les résultats du suivi de la sénescence foliaire fait sur une seule année ne montrent pas d'effet significatif de la durée de vie de la feuille étendard sur l'expression du rendement en grain.

La phase de remplissage est la continuité du processus de production mis en place dès la levée et dont la finalité est le rendement en grains, qui est lui même la résultante de la matérialisation des sites du nombre de grains/m² (épis/m² et grains/épi) et de leur remplissage (poids moyen d'un grain). Au cours du déroulement de la phase de remplissage, la cinétique d'accumulation de la matière sèche du grain est sous la dépendance de deux sources principales d'assimilats qui sont la photosynthèse de la feuille étendard et la part des réserves produites lors de la période pré-anthèse et stockées dans les tiges qui est transloquée.

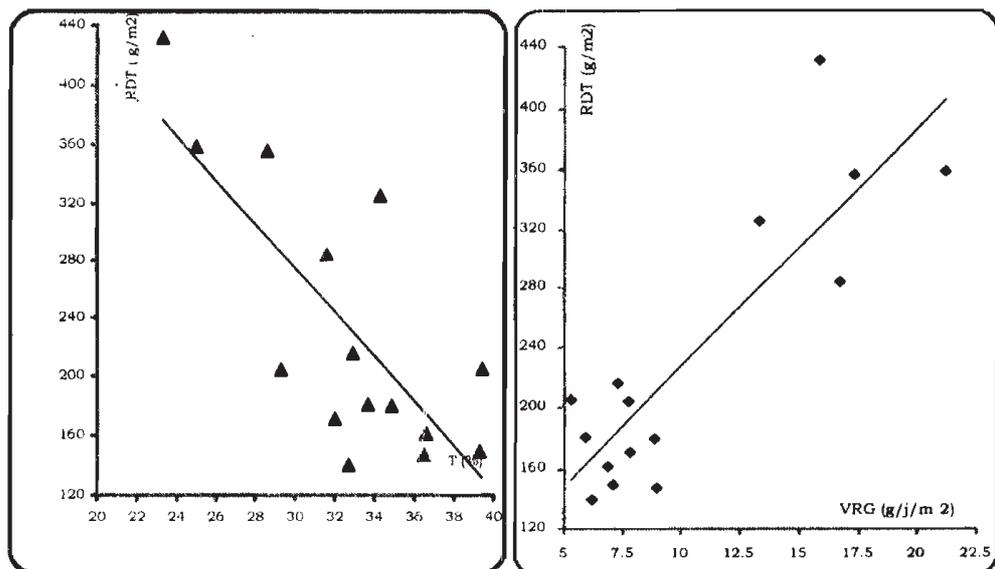


Figure 3 : Relations entre le rendement en grain, la vitesse de remplissage des grains/m² et la quantité relative des assimilats transloqués vers le grain.

L'importance relative de ces assimilats est dépendante de la quantité de matière sèche accumulée au stade épisaison qui détermine le potentiel des assimilats stockés et celui des sites à remplir. Elle est dépendante aussi des conditions de croissance de la post-anthèse qui favorisent ou non une activité photosynthétique optimale. Une longue durée de remplissage est souvent indicatrice d'une activité photosynthétique optimale. Par contre, une vitesse de remplissage élevée est indicatrice des effets de stress (SOFIELD *et al.*, 1977).

La quantité des assimilats transloqués dépend de l'état de fonctionnement des vaisseaux conducteurs, de la capacité du génotype à utiliser les réserves pour le remplissage du grain et de l'écart du poids du grain et de son potentiel suite au déficit de l'activité de photosynthèse de la post-anthèse (WARDLAW, 2002). Ainsi, lorsque les conditions climatiques sont moins contraignantes lors de la phase de remplissage, la plante fait moins appel aux réserves d'assimilats et arrive à assurer le remplissage du grain avec le produit de l'activité de photosynthèse de la post-anthèse.

Par contre, lorsque les conditions climatiques lors de cette phase sont contraignantes, l'activité photosynthétique de la post-anthèse est réduite ou devient nulle, la plante fait alors appel aux assimilats stockés dans les tiges. Dans ce cas de figure le rendement obtenu dépend du degré de réduction de la durée de remplissage, de celui de l'inhibition de la photosynthèse, de l'augmentation du taux de remplissage et de la quantité des assimilats transloquées. Ces caractéristiques sont dépendantes du génotype.

Pour un environnement variable le génotype désirable est celui qui évite le stress grâce à la modulation de son cycle de développement. Il doit être capable de maintenir l'activité photosynthétique sous stress le plus longtemps possible, apte à augmenter son taux de remplissage dans le cas où la durée est fortement réduite et utiliser les assimilats stockés si son potentiel du poids du grain est affecté.

Des résultats contradictoires sont rapportés dans la littérature en ce qui concerne la contribution de la vitesse et de la durée de remplissage au rendement en grain. GEBEYEHOU *et al.*, (1982) trouvent que la durée contribue beaucoup plus que la vitesse au rendement en grain alors que NASS et REISER (1975) ainsi que TRIBOI *et al.*, (1985) rapportent par contre que l'effet de la vitesse sur le rendement en grain est plus important que celui de la durée de remplissage. Ces résultats corroborent ceux de la présente étude.

GEBEHEYOU *et al.*, (1982) rapportent que sous climat semi-aride des hautes plaines intérieures des états unies, les valeurs de la vitesse de

remplissage variait de 12,4 à 15,5 g/j/m² pour deux années consécutives et 11 génotypes de blé dur différents, alors que la durée de remplissage variait de 33,0 à 40,3 jours. Ces résultats sont assez similaires à ceux de cette étude où la durée est plus courte. Ils notent une corrélation phénotypique non significative entre la vitesse et la durée et une corrélation environnementale significative et négative qui explique que les conditions de croissance qui favorisent la vitesse de remplissage défavorisent la durée de remplissage.

SOFIELD *et al.*, (1977) mentionnent que la vitesse de remplissage est plus élevée sous haute température et que la durée est plus longue sous température modérée. BIDINGER *et al.*, (1977) rapportent que la contribution des tiges au rendement variait de 10 à 70% selon les génotypes et les environnements. GIUNTA *et al.*, (1995) rapportent que les assimilats accumulés dans les tiges représentent 10% du rendement et que leur translocation est fonction des conditions de croissance en post-anthèse. Ils notent également que sous stress hydrique et thermique sévères la capacité de translocation est fortement réduite.

Ces stress réduisent les assimilats stockés dans les tiges après l'épiaison et affectent l'appareil photosynthétique au cours de la phase de remplissage. Sous de telles conditions, le rendement est la résultante de l'activité photosynthétique de la post-anthèse. Les résultats de la présente étude montrent plutôt que les assimilats participent au remplissage du grain mais que cette participation est relativement moindre au cours des années favorables. Ceci corrobore ce qui est rapporté par TRIBOI *et al.*, (1985) qui mentionnent que le flux des assimilats vers le grain dépend d'une part de la quantité d'assimilats stockés dans les tiges, et d'autre part de l'assimilation post-anthèse. La quantité est fonction du nombre de tiges produits par m², du type de variété, de la hauteur du chaume et des conditions climatiques spécifiques à l'année (TRIBOI *et al.*, 1985).

C O N C L U S I O N

Les résultats de la présente étude indiquent que chez l'échantillon restreint de géotypes étudiés la vitesse de remplissage contribue au rendement via le nombre de grains/m², alors que la durée affecte le poids de 1000 grains. Ces deux variables se compensent mutuellement. La contribution relative des assimilats au rendement en grain ne devient importante que lorsque le rendement est faible parce que l'activité photosynthétique de la post-anthèse est affectée par les stress, ou lorsque les conditions de croissance de la pré-anthèse sont telles que la plante aborde la phase de remplissage fortement affectée par le stress. La sénescence de la feuille étendard ne montre pas de liaisons significatives avec les principaux paramètres analysés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABBASSENNE F., BOUZERZOUR H., HACHEMI L., 1998.-** Phénologie et production du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride d'altitude. *Ann. Agron. INA*, 18: 24-36.
- AL HAKIMI A., MONNEVEUX P., GALIBA G., 1995.-** Soluble sugars, proline, and relative water content as traits for improving drought tolerance in *Triticum durum*. *J. Gen. Breed.* 49 : 234-244.
- AMOKRANE A., BOUZERZOUR H., BENMAHAMMED A., DJEKOUN A., MEKHLOUF A., 2002.-** Etude comparative des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) d'origine Algérienne, Syrienne et Européenne sous climat méditerranéen. *Science et Technologie* Vol Spécial D : 33-38.
- BALDY G., 1974.-** Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques et de leurs influences sur la production des principales zones céréalières (ITGC). *Document du Projet céréale*, 170 pages.
- BIDINGER F., MUSCRAVE R.B., FISHER R.A., 1977.-** Contribution of stored pre-anthesis assimilate to grain yield in wheat and barley. *Nature* 270 : 431-433.
- BOUZERZOUR H., DJEKOUNE A., BENMAHAMMED A., HASSOUS L.K., 1998.-** Contribution de la biomasse aérienne, de l'indice de récolte et de la précocité à l'épiaison au rendement grain de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zone semi-aride d'altitude. *Cahiers d'Agriculture* 8 : 133- 137.
- FELIACHI K., 2002.-** PNDA, Intensification et développement des filières: cas de la céréaliculture. Actes 3^{ème} Journées Scientifiques sur le Blé Université de Constantine, pp33-38.
- Gebbing T., Schnyder H., (1999).** Pre-anthesis reserve utilisation for protein and carbohydrate synthesis in grains of wheat. *Plant physiol.* 121: 871-878.
- GEBEYEHOU G., KNOTT D.R., BAKER R.J., 1982.-** Relationships among duration of vegetative and grain filling phases, yield components and grain yield in durum wheat cultivars. *Crop Sci.* 22 : 287-290.
- GIUNTA F., MOTZO R., DEIDDA M., 1995.-** Effects of drought on leaf area development, bioproduction and uptake of durum wheat grown in a Mediterranean environment. *Aust.J.Agr.Res.* 46 : 99-111.

- HOUSLEY T.L., KIRLEIS A.W., OHM H.W., PATTERSON F.L., 1982.-** Dry matter accumulation in soft red winter wheat seeds. *Crop Sci.* 22 : 290-294.
- LAUMONT G., ERROUX J., 1961.-** Inventaire des blés durs rencontrés et cultivés en Algérie. *Mémoire de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord.* 5: 5-94.
- MEKHOLOUF, A., BOUZERZOUR H., BENMAHAMMED A., HADJ SAHRAOUI A., HARKATI N., 2004.-** Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum Desf.*) au climat semi-aride. *Sécheresse* (sous presse).
- NASS H.G., RESIER B., 1975.-** Grain filling period and grain yield relationships in spring wheat. *Can. J. Plant Sci.* 55: 673-678.
- PHELOUNG P.C., SIDDIQUE K.H.M., 1991.-** Contribution of stem dry matter to grain yield in wheat cultivars. *Aust. J. Plant. Physiol.* 18: 53-64.
- RICHARDS R.A., REBTZKE G.J., VAN HE'RWAAARDLEN A.F., DUGGAN B.L., CONDON A.G., 1997.-** Improving yield in rainfed environments through physiological plant breeding. *Dryland Agriculture* 36 : 254 - 266.
- SIDDIQUE K.H., BELFORT R.K., PERRY M.W., TENNANT D., 1989.-** Growth development and light interception of old and modern wheat varieties in Mediterranean environment. *Aust. J. Agri. Res.* 40 : 473-487.
- SOFIELD T., EVANS J., COOK M.G., WARDLAW I.F., 1977.-** Factors influencing the rate and duration of grain filling in wheat. *Aust. J. Plant Physiol.* 4: 785-797.
- STATITCF 1991.-** Logiciel statistique version 5.0, Eds Institut Technique des Céréales et Fourrages. France.
- TRIBOI E., 1990.-** Modèle d'élaboration du poids du grain chez le blé tendre (*Triticum aestivum L.*). *Agronomie* 1 : 1911-200.
- TRIBOI E., PLANCHON J., MAGNE J., 1985.-** Déterminisme du poids moyen du grain chez le blé. Effet sur la variation du rendement. *CR Acad. Agri de France.* 71 : 871-886.
- WARDLAW I.F., 2002.-** Interaction between drought and chronic high temperature during kernel filling in wheat in a controlled environment. *Annals of Botany.* 90 : 469-476.

WARDLAW I.F., MONCUR L., 1995.- The response of wheat to high temperature following anthesis. I : the rate and duration of grain filling. *Aust J. Plant. Physiol.* 22 : 391-397.

YANG J., ZHANG J., ZHU Q., WANG L., 2000.- Remobilization of carbon reserves is improved by controlled soil drying during grain filling of wheat. *Crop Sci* 40: 1645-1665.

RESULTATS D'ETUDE DE LA QUALITE DE LA VIANDE DE DEUX RACES CAMELINES (TARGUI ET SAHRAOUI) A OUARGLA ET TAMANRASSET (ALGERIE)

BENYOUCEF M.T. ⁽¹⁾ et BOUZEGAG B. ⁽²⁾

⁽¹⁾ Institut National Agronomique El-Harrach Alger

⁽²⁾ Institut de formation supérieure en Agronomie (Ouargla)

RESUME

La viande cameline est consommée traditionnellement par les populations du Sud à côté d'autres viandes rouges (ovins, caprins et bovins). Les marchés d'Ouargla et Tamanrasset consomment plus de 10% des effectifs. Les flux de camelins sont saisonniers et restent surtout importants en hiver. Quant aux autres espèces animales, leurs flux sont variables selon les saisons au niveau des deux wilayas. Les prix de la viande cameline sont 1,5 fois plus élevés à Ouargla qu'à Tamanrasset à cause des coûts de transformation des carcasses dont la découpe demeure traditionnelle et similaire dans les deux zones.

Le poids vif et le rendement maximum sont atteints respectivement vers 7 à 8 ans par la race cameline Targui et 9 à 11 ans par la race Sahraoui. Le cinquième quartier croît de façon régulière avec l'âge de l'animal. Les abats rouges représentent le tiers des abats blancs. Sur le plan biochimique, la viande de dromadaire est considérée comme maigre (faible proportion de graisses) et peu variable en protéines avec l'âge de l'animal.

Mots clés : Sud algérien, races camelines, abattages, rendement de carcasse, cinquième quartier, qualité de la viande.

RESULTS OF THE MEAT QUALITY OF TWO CAMEL BREEDS (TARGUI AND SAHRAOUI) STUDIED IN OUARGLA AND TAMANRASSET (ALGERIA)

ABSTRACT

The camel meat is consumed traditionally by the populations of the South beside other red meats (sheep, goats and cattle). This meat represents about 10% in the markets of Ouargla and Tamanrasset. Camel flows are seasonal and remain especially significant in winter. As for the other animal species, their flows are variable according to seasons in the both wilayas. The prices of camel meat are 1,5 times higher at Ouargla than in Tamanrasset because of the processing costs of the carcasses the cutting of which remains traditional and similar in the two areas. The live weight and the best yield are reached respectively towards 7 to 8 years by the Targui breed and 9 to 11 years by the Sahraoui breed. The fifth quarter grows in a regular way with the age of the animal. The red meat offals represent one the third of white meat offals. On the biochemical point of view, the dromedary meat is regarded as thin (small proportion of fat) with little variation in proteins according to the age of the animal.

Key words: Algerian South, camel breeds, slaughtering, carcass yield, fifth quarter, meat quality.

نتائج دراسة جودة لحم سلالتين من الإبل (الترقية و الصحرأوية) بورقلة و تمنراست (الجزائر)

ملخص

يستهلك لحم الإبل عادة من طرف سكان الجنوب الجزائري بجانب اللحوم الحمراء الأخرى، (ابقار، معز و غنم). إن أسواق مدينتي ورقلة و تمنراست تستهلك حوالي 10 % من عدد الإبل حسب الفصول وبالأخص في الشتاء. أما استهلاك لحوم الأصناف الأخرى فيعتبر متغير من فصل إلى الأخرى الألبان. يلاحظ أن أسعار لحم الإبل في مدينة ورقلة تفوق 1,5 مرة أسعارها في مدينة تمنراست بسبب تكاليف تحويل الإبل الحي التي ما زالت تقص بطريقة تقليدية ومثله في كل المنطقتين. إن الوزن الحي للحيوان ونسبة التصافي القوي يسجلان على التوالي من عمر 7 الشهور سنوات عند سلالة الإبل الترقية ومن عمر 9 إلى 11 سنوات عند سلالة الإبل الصحرأوية. تنمو الأرباع بطريقة منتظمة وحسب عمر الحيوان. تمثل الأرباع الحمراء ثلث الأرباع البيضاء، أما من المنظور الكمي الحيوي، فيعتبر لحم الإبل بلا دهن ومضمونه من البروتينات لا يتغير مع عمر الحيوان.

الكلمات المفتاحية : جنس الجزائر، سلالات الإبل، مردود الذبائح، الربايح، جودة اللحم،

INTRODUCTION

Le cheptel camelin est distribué principalement dans les wilayas sahariennes et steppiques. L'effectif moyen estimé sur la période 1985-99 est estimé à 127 milles têtes avec des variations allant de 133 milles têtes en 1985 à 154 milles têtes en 1999 et une chute à 114 milles têtes en 1988 (Statistiques MADR). Il constitue une source relativement importante d'approvisionnement en viandes rouges pour les populations du Sud algérien en association avec les ovins et secondairement avec les autres espèces animales locales.

Dans les régions arides, ce cheptel n'a pas bénéficié de façon continue d'une véritable prise en charge technique et organisationnelle à l'instar des autres cheptels ruminants. Il est composé de plusieurs races locales bien adaptées aux conditions adverses du milieu. Les fluctuations annuelles de ses effectifs sont en rapport avec des contraintes majeures vécues par cette espèce animale sur son vaste territoire et surtout l'absence de stratégie nationale de son développement sur le plan de la reproduction, la production et la santé animale.

Le Ministère de l'Agriculture a instruit en 1999 dans le cadre du fonds national de régulation et de développement agricole, une mesure incitative qui consistait en l'octroi d'une prime de naissance de chamelons. Les déclarations d'effectifs qui en ont suivi ont fait révéler des effectifs camelins importants passant du simple au double. Une telle situation a conduit les structures agricoles concernées (DSV, INMV, ITELV, ONDEEC, INRAA, DSA et SCHPMU) à coordonner ensemble des axes de travail en faveur de l'élevage camelin.

Avec d'autres espèces animales, les camelins sont exploités pour la production de viande des villes du Sud dont l'approvisionnement reste insuffisant pour couvrir les besoins des populations urbaines des Oasis. La présente étude tente de mettre en relief l'intérêt de la mobilisation et de la valorisation de races camelines parmi les autres ressources animales locales pour les rendre plus complémentaires vis-à-vis de la préservation des milieux naturels et de l'approvisionnement des marchés urbains du Sud.

I. CONTEXTE DE L'ETUDE

L'étude concerne la production et la qualité de la viande cameline. Elle est réalisée durant la campagne 1997/1998 sur la base d'enquêtes menées au niveau des marchés et des boucheries des villes d'Ouargla et de

Tamanrasset. Les animaux utilisés dans cette étude appartiennent à deux races de dromadaires dominantes en termes d'élevage et d'approvisionnement du marché local en viande (Targui et Sahraoui). Ils se répartissent en cinq catégories d'âge (3 à 4 ans; 5 à 6 ans; 7 à 8 ans; 9 à 11 ans et plus de 12 ans).

L'étude consiste d'une part, à évaluer les flux animaux d'une part et à faire des observations sur des critères de carcasses (rendement en viande, découpe, composition du cinquième quartier) permettant de mieux apprécier l'âge à l'abattage et d'autre part, de caractériser la qualité physico-chimique et biochimique de la viande d'animaux abattus. Des échantillons de viande ont été prélevés sur les cuisses pour les besoins d'étude. Les dosages des protéines et des matières grasses ont été effectués selon les méthodes classiques au laboratoire de l'institut. L'étude du cinquième quartier a été également prise en considération en raison de l'intérêt accordé à ses composants dans l'alimentation humaine.

Des questionnaires ont été établis pour la collecte d'informations sur l'animal, les flux annuels et saisonniers, les prix et les acteurs de la distribution des camelins dans les deux zones d'étude. La collecte des données auprès des services techniques a concerné d'une part, des statistiques relatives à aux animaux d'élevage, aux effectifs d'animaux abattus, aux informations sur les procédures d'abattage et de découpe de carcasses ainsi que la qualité des viandes consommées par les habitants des deux wilayas.

Des balances ont été utilisées pour déterminer le poids des animaux, des carcasses et des différents organes. Sur les cinq catégories d'animaux, l'âge a été déterminé par la formule dentaire, le poids vif par la formule de BOUE ($P=53 \times CT \times CA \times HC$). Enfin les aspects relatifs au fonctionnement des abattoirs ont été abordés à travers des données recueillies sur le personnel, les horaires d'abattage, l'inspection proprement dite et les modalités de saisie de la viande jugée insalubre.

II. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Importance des flux annuels d'animaux abattus

Tout d'abord, on relève une différence notable dans la contribution des espèces animales dans l'offre en viandes rouges à travers l'évolution annuelle les flux des abattages. Les données statistiques recueillies auprès des inspections vétérinaires (DSA, 1998) indiquent qu'au niveau de l'abattoir

d'Ouargla trois espèces transitent pour l'abattage à des taux différents (ovins:63,9%, bovins:18,8% et camelins : 14,8%). Les abattages des animaux de ces trois espèces sont très fluctuants et notamment ceux des camelins; mais on relève une tendance générale à la hausse durant les années 90.

La wilaya d'Ouargla a tendance à avoir une consommation de viande de dromadaire moins prononcée que celle de Tamanrasset où l'approvisionnement en viandes rouges est essentiellement assuré principalement par les camelins (65,5%) puis par les ovins (30,8%). Les bovins et les caprins ne contribuent que par une faible part (3,7%).

Sur la période considérée (1992-1998), la tendance est très nette pour l'évolution dominante des abattages du dromadaire à Tamanrasset. Dans cette wilaya du Hoggar, cette viande semble bien ancrée dans les coutumes de la population locale de cette wilaya.

L'analyse des tonnages saisonniers de viande de camelins abattus dans les deux wilayas (figure 1), montre des taux élevés en saison hivernale (respectivement 34,4% et 27,5% pour Ouargla et Tamanrasset). La moyenne saisonnière est similaire (25%) pour les deux wilayas. Néanmoins, la variation de ces taux est moins importante à Tamanrasset qu'à Ouargla ; ce qui reflète une consommation soutenue et régulière de la viande cameline dans la wilaya du Hoggar (580 tonnes par an contre 296,6 tonnes par an à Ouargla).

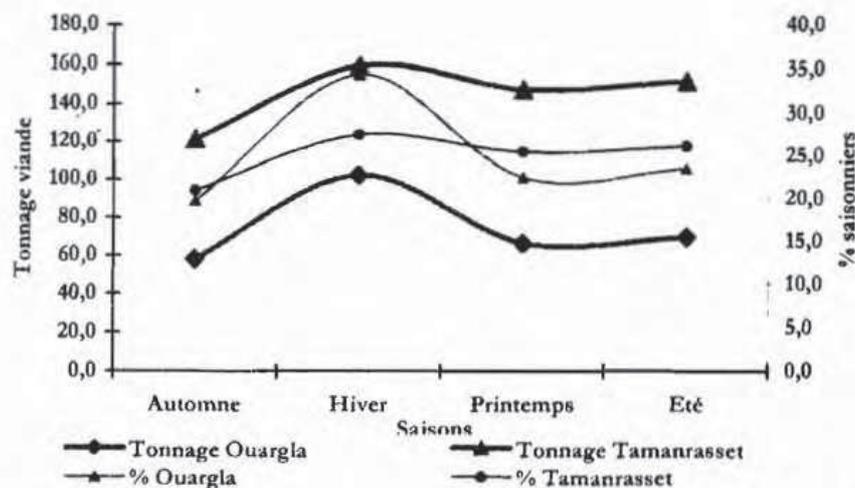


Figure 1 : Répartition saisonnière des tonnages de viande de camelins abattus dans les deux wilayas en 1998

A titre comparatif, l'analyse des tonnages saisonniers de viande d'ovins abattus dans les deux wilayas montre une situation inverse mais logique à l'avantage des ovins à Ouargla (figure 2). La quantité de viande ovine commercialisée annuellement à Ouargla est 1614,1 tonnes contre seulement 367,0 tonnes à Tamanrasset en 1998. Par ailleurs, le volume d'abattage le plus élevé pour Ouargla est en été, celui de Tamanrasset est en hiver. Les taux d'abattage les plus faibles sont de 22,7% en automne pour Ouargla et 21,0% au printemps pour Tamanrasset.

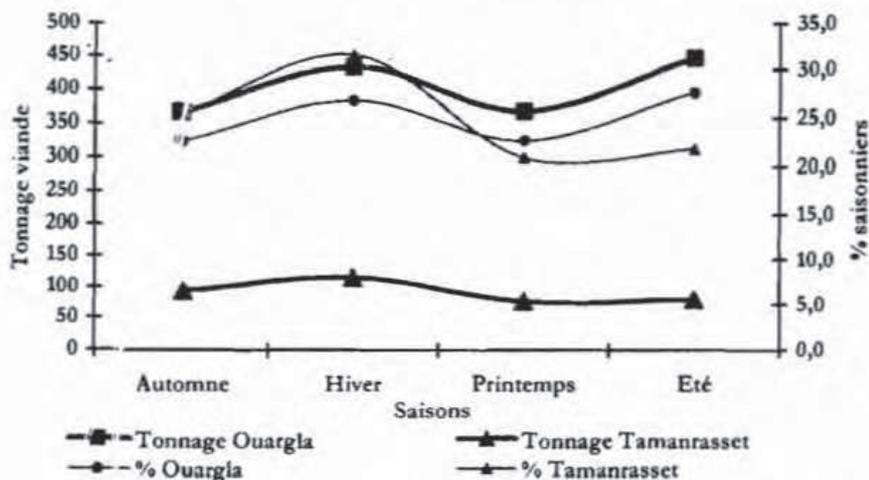


Figure 2 : Répartition saisonnière des tonnages de viande d'ovins abattus dans les deux wilayas en 1998

La commercialisation des viandes dans le Sud algérien se caractérise généralement par l'insuffisance de structures de marché répondant aux normes d'hygiène et cela même lorsque les abattages sont réalisés sous contrôle vétérinaire. Selon, les inspections vétérinaires (DSA, 1998), des saisies de viandes ou d'organes d'animaux sont souvent effectuées et concernent pratiquement toutes les animaux d'élevages. En ce qui concerne les organes saisis au niveau des deux sites étudiés, il s'agit par exemple de poumons et de foies. Les causes sont généralement des parasitoses (strongyloses et douve) ou des maladies infectieuses (tuberculose).

Ouargla, sur environ 16 tonnes de poumons saisis, 84,1% proviennent de l'espèce ovine. Elle est suivie par les autres espèces animales suivent dans l'ordre suivant : 10,6% (bovins) ; 4,7% (camelins) et

0,5% (caprins). Pour le même organe saisi à Tamanrasset, sur environ 1,04 tonnes de poumons saisies, 85,3% proviennent également de l'espèce ovine qui est suivie cette fois-ci par l'espèce bovine avec 12,8% puis l'espèce caprine avec 1,8% et seulement 0,1% par l'espèce bovine.

En ce qui concerne les saisies de foies d'animaux malades abattus à Ouargla, sur environ 6,4 tonnes saisies, le classement des espèces animales est le même que pour celui relatif aux pournons avec une forte proportions pour les ovins (80,3% contre 11,8% pour les bovins et 7,3% pour les camelins. A Tamanrasset, les saisies de foies sont relativement faibles (829,6 kg) pour lesquelles, les ovins et les camelins tiennent les premiers rangs (respectivement 55,9% et 40,2%).

En définitive, les saisies, toutes espèces confondues sont plus importantes à Ouargla, qu'à Tamanrasset en raison du volume des abattages en raison des différences significatives entre ces deux sites.

2.2. Types d'acteurs

a. Types de maquignons

A Tamanrasset, la commercialisation des animaux camelins est réalisée au niveau du marché à bestiaux de la ville au niveau duquel activent deux types de maquignons :

- Ceux qui procèdent à l'approvisionnement du marché local par des animaux importés des pays frontaliers. Ils ne constituent même pas une dizaine et ils sont dotés généralement de moyens de transport conséquents. Ils vendent les animaux sur pied et au détail pour les bouchers de la ville et en gros pour d'autres maquignons (Ouargla, Ghardaïa et Djanet par exemple)
- et ceux dont les transactions sont modestes (quelques animaux). Ce sont de véritables intermédiaires entre les chameliers et les bouchers qui viennent s'approvisionner sur le marché.

Dans la zone de Ouargla il n'y a pas de grands maquignons comme à Tamanrasset; mais il y a aussi deux types de maquignons:

- Les grands maquignons qui s'approvisionnent sur les marchés à bestiaux d'El-Oued et de Tamanrasset principalement Ils vendent au détail pour les bouchers de la ville. Les prix sont fixés par rapport à la période de forte demande (mois de Ramadan).

- La deuxième catégorie, dont les transactions ne concernent que 2 à 3 dromadaires en général, vend les animaux sur pied et directement aux bouchers de la ville. Ils s'approvisionnent directement chez les chameliers de la région.

A titre comparatif, la commercialisation des ovins dans les deux zones d'étude, est réalisée par un grand nombre de maquignons qui se chargent d'acheter les animaux en gros et sur pieds pour les revendre au détail aux bouchers. D'après les enquêtes effectuées, il y aurait deux catégories de maquignons dans chacune des deux wilayas. A Ouargla il y a deux catégories:

- Ceux qui s'approvisionnent des régions steppiques (Djelfa et Ksar Chellala) une fois par semaine. La fréquence des approvisionnements augmente pendant la période du Ramadhan et à l'approche de la fête de l'Aïd El Adha. Ces maquignons disposent de leurs propres moyens de transport
- Une deuxième catégorie de maquignons d'ovins avec des transactions réduites à quelques dizaines d'ovins. Ces maquignons sont en relation directe avec les bouchers qui s'approvisionnent le jour de marché (jeudi et vendredi).

A Tamanrasset la commercialisation des ovins, à l'inverse de celle des camélins, est quasiment orientée vers l'abattage du mouton Sidaoun (race importée). Deux catégories de maquignons interviennent:

- Une catégorie achète et vend sur pied. Elle est constituée de quelques personnes qui s'approvisionnent des pays limitrophes.
- Une autre catégorie exerce ses activités au niveau du marché local ou directement chez les éleveurs. Ces maquignons négocient généralement les prix directement avec les bouchers de la ville.

Il faut signaler qu'en matière d'approvisionnement, les transhumances importantes et les effectifs incontrôlés de dromadaires, notamment dans le Hoggar et au delà des frontières rendent encore difficile la perception des différents acteurs de la commercialisation.

b. Types de bouchers

Les bouchers sont des agents de la vente au détail de la viande rouge sur les deux sites étudiés. Leur activité se résume à l'achat sur pied auprès des maquignons du marché hebdomadaire de la ville et abattent eux-mêmes les animaux, découpent et commercialisent les carcasses de viande.

Dans chacune des deux villes, on constate trois types de bouchers selon leur spécialisation :

- Bouchers spécialisés dans la vente de viande exclusivement cameline .Elles sont présentes dans les zones d'étude. Les abattages sont importants durant toute l'année et notamment au cours du mois de Ramadan;
- Bouchers orientées vers la vente des viandes ovine et bovine. Contrairement à Tamanrasset où le choix des morceaux à l'étalage n'est pas encore dans les habitudes du consommateur, à Ouargla ce type de boucherie possède un éventail large de clients. L'abattage de l'agneau et des bovins est fait pour répondre à une demande régulière et importante de la part de la clientèle locale et des collectivités.
- Bouchers mixtes commercialisant les viandes camelines et d'autres espèces (surtout d'origine ovine). Elles sont très présentes dans la zone d'Ouargla où la diversification de la clientèle du fait du caractère plus cosmopolite de cette ville.

Dans les deux sites les circuits de distribution de la viande cameline sont similaires. Les bouchers s'approvisionnent auprès de maquignons qui régulent les marchés à bestiaux.

Dans les deux wilayas, les taux d'abattage sont supérieurs aux taux d'accroissement des effectifs ; d'où le recours à des importations hors frontières pour Tamanrasset (figure tableau 4) et d'autres wilayas pour Ouargla Selon les DSA, les effectifs camelins introduits dans les deux wilayas sont passés de 644 têtes en 1992 à 3666 têtes en 1998. Pour les mêmes années, les effectifs ovins ont évolués de 2161 têtes à 37294 têtes.

A Tamanrasset la découpe de la viande cameline est très simplifiée sur les étals en raison de de la faible exigence de la clientèle de consommateurs. Par contre, à Ouargla, la découpe est prise en compte par le consommateur. Au niveau du 5ème quartier, ce sont les ensembles cœur avec foie et cœur avec rognons qui sont les plus coûteux.

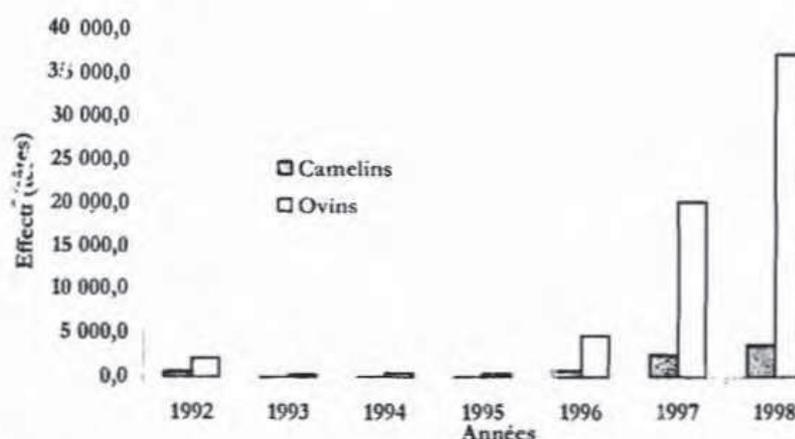


Figure 4 : Approvisionnement des villes d'Ouargla et de Tamanrasset en ovins destinés à l'abattage

Les prix ont évolué en hausse et sont passés de 220 DA /Kg en 1994 à 350 DA par kg de viande cameline en 1997 à Ouargla et à 270 DA/kg à Tamanrasset en 1997. Actuellement ces prix sont passés à 400DA/kg pour viande du dromadaire adulte à 500 DA/kg pour la viande du chamelon. Une différence notable des coûts de transformation a été observée entre les deux sites. Cependant on ne constate pas d'écart notable pour les taxes d'abattage au niveau des abattoirs visités. Pour les boucheries, les frais de transport étaient fixés dans les deux villes à 150 DA par carcasse cameline; alors que pour les autres espèces animales, ils étaient à 10 DA par carcasse à Ouargla et 40 DA à Tamanrasset

2.3. Résultats d'abattage

a. Critères de carcasse

La découpe des restes encore traditionnelle carcasses dans les deux villes dans la mesure où elle n'obéit pas généralement à des endroits précis de découpe par rapport aux vertèbres ou aux côtes. Du suivi des différentes étapes de traitement de la carcasse, il ressort qu'au niveau des deux sites, une première découpe courante est pratiquée en 9 pièces alors qu'à l'abattoir de Tamanrasset, on pratique une autre découpe en 12 pièces. D'une façon générale, les deux découpes diffèrent de celle de KARRAY (1992) où le train de côtes est une pièce entière séparée de la partie dorso-thoracique. De même le flanchet constitue une pièce séparée du train de côtes et de la partie dorso-lombaire.

La race Targui présente un développement corporel qui paraît plus précoce que la race Sahraoui. Les animaux de race Targui atteignent un poids vif maximum de 526,5 kg à un âge de 7 à 8 ans; alors que les animaux de race Sahraoui n'atteignent un poids maximum de 495,6 kg qu'à l'âge de 9 à 11 ans. Ces résultats sont proches de ceux de ceux obtenus par BENDOUMA et DAHMANI (1995). L'effet de l'âge est trouvé significatif pour les catégories d'âge inférieur à 6 ans.

L'amplitude des poids des carcasses est presque similaire (variation de 154,3 à 284,2 kg pour la race Targui et 149,3 à 284,8 kg pour la race Sahraoui). Ces résultats sont proches de ceux constatés sur d'autres camelins par CHARIHA (1990) mais inférieurs à ceux observés par BELKHEIRI et HATZALLAH (1996). On observe un effet race significatif.

D'une manière générale, le poids de la moitié antérieure de la carcasse est supérieur à celui de la moitié postérieure (61,3 % et 58,4% respectivement chez la Targui et la race Sahraoui).

Le rendement de carcasse augmente avec l'âge des animaux des deux races. Le maximum de rendement de 54,2% est atteint à l'âge de 7 à 8 ans chez la race Targui et de 57,6% est atteint à l'âge de 9 à 11 ans chez la race Sahraoui. Le fléchissement du rendement de carcasse est enregistré chez les animaux dont l'âge se situe entre 9 à 11 ans; d'où l'intérêt du choix des animaux destinés à l'abattage selon la race et l'âge. Les rendements observés sont proches de ceux signalés par CONGIU (1953) cité par WARDEH (1990); WILSON (1971) et MORTON (1984) cité par BIALA et al (1990); mais en deçà de ceux observés par de KARRAY (1991) et BENDOUMA et DAHMANI (1995). Pour les deux génotypes l'âge semble avoir un effet significatif sur l'évolution du rendement de la carcasse chez les animaux des deux races camelines étudiées.

b. Cinquième quartier

Le poids du cinquième quartier croît progressivement avec l'âge avec une variation de 70,2 kg (à un âge compris entre 3 à 4 ans) à 116,9 kg (à un âge compris entre 9 et 11 ans) chez la race Targui et une variation de 76,6kg (à un âge compris entre 3 à 4 ans) à 125,1 kg (à un âge égal ou supérieur à 12 ans) chez la race Sahraoui. La différence pour ce poids entre les deux races est significative

Le poids des abats rouges augmente avec l'âge chez les deux races avec une petite différence à l'avantage des animaux Targui. Le maximum de poids est atteint à l'âge compris entre 9 et 11 ans pour les deux races. La proportion des abats rouges dans le 5ème quartier varie de 22,0% (à l'âge de 5 à 6 ans) à 24,6% (à l'âge de 7 à 8 ans) chez la race Sahraoui et varie

de 26,8% (à l'âge de 3 à 4 ans) à 30,4% (à l'âge de 7 à 8 ans) chez la race Targui.

De fortes corrélations sont observées entre et le poids de carcasse et le poids des abats rouges ($r=0,73$ avec les poumons ; $r=0,92$ avec le foie chez la race Targui d'une part et $r=0,90$ avec les poumons à $r=0,96$ avec la tête chez la race Sahraoui).

Le poids des abats blancs a tendance également à augmenter avec l'âge des animaux. La race Targui atteint un poids maximum de 83,3 kg à un âge compris entre 9 et 11 ans ; alors que la race Sahraoui atteint un maximum de 96 kg pour les abats blancs vers l'âge de 12 ans.

La différence entre les deux races pour le poids des abats blancs est significative. La proportion des abats blancs par rapport au poids vif varie dans une faible marge pour les deux races : elle a tendance à baisser avec l'âge : 78,0% (5 à 6 ans) à 75,4% (7 à 8 ans) chez la race Targui et augmenter avec l'âge chez la race Sahraoui : de 69,6% (3 à 4 ans) à 72,3% (5 à 6 ans) chez la race Sahraoui. Avec le poids de la carcasse, les rapports ont tendance à être inversement proportionnels aux différents poids jusqu'à un âge compris entre 7 et 8 ans pour le Targui et 9 et 11 ans pour le Sahraoui. Ces rapports évoluent dans une marge relativement étroite : variation de 38,7% (3 à 4) à 33,1% (9 à 11 ans) et de 31,6% (3 à 4 ans) à 28,1% (7 à 8 ans) chez la race Targui.

2.4. Résultats d'analyse sur la qualité de la viande

La teneur en matière sèche de la viande augmente avec l'âge de l'animal : elle a été observée égale à 22,9% ; 23,9% et 25,2% respectivement pour les 3 catégories d'âges étudiées (2 à 3 ans ; 4 à 5 ans et 6 à 7 ans). Les proportions d'eau respectives indiquent une certaine richesse en eau qui est confirmée par ELKADI et FAHMI (1985), cités par KAMOUN (1989), qui affirment qu'elle est plus riche que celle du buffle. Les teneurs en matières minérales ne varient pas tellement (1,13% à 1,15%) chez les deux races. Ces résultats sont presque semblables à ceux signalés par KAMOUN (1992) : $1,0\% \pm 0,3\%$ et proches de ceux de STARON (1982) observés sur la viande ovine.

Le pH moyen de la viande est au voisinage de 6. Les valeurs ont été obtenues environ 4 heures après l'abattage des animaux. 24 heures après, ces valeurs descendent à 5,7. Les travaux de BASMEIL et al (1990) confirment cette baisse lente du pH de 6,6 à 5,5 au-delà de 24 heures après l'abattage. Quant aux valeurs de conductivité électrique, elles sont de l'ordre de 1,1 mmho/cm et passent à 1,5 mmho/cm après 24 heures suivant le moment de l'abattage.

Les valeurs pour la teneur de la viande cameline en protéines sont comme suit : 19,1% ; 20,0% et 20,7% respectivement pour les catégories d'âge de 3 à 4ans, 5 à 6ans et 7 à 8 ans. Dans le cas de cette étude, elles sont croissantes avec l'âge ; mais plus élevées que celles observées par KAMOUN (1993 soit 18,7 % \pm 1,7%) et proches de celles de ABOUHEIF et al (1993) qui trouvent pour des dromadaires âgés de 16 à 26 mois des valeurs variant de 19,4 à 20,5%.

Concernant les lipides, les teneurs évoluent de 1,1% , 1,4% et 2,0% respectivement pour les catégories d'âge de 3 à 4 ans ; 5 à 6 ans et 7 à 8 ans. Ces résultats se situent presque dans le même intervalle que celui signalé par KAMOUN (1993) qui est de 2,6 à 1,8. Dans la littérature, il est indiqué des valeurs en deçà de ceux observées sur les animaux considérés dans cette étude : variation de 0,9% (dromadaires jeunes) à 1,0 % (dromadaires âgés).

On a observé des valeurs pour la teneur en glucides de la viande cameline de l'ordre de 1,2% chez les 3 catégories d'âges (3 à 4 ans ; 5 à 6 ans et 7 à 8 ans). Cette observation confirme une certaine pauvreté en sucre de la viande de dromadaire à l'instar de celles d'animaux d'autres races.

Enfin, l'évolution post-mortem de la viande du dromadaire semble être lente par rapport à d'autres viandes ; ce qui peut être attribué à une glycogénolyse lente. Elle est peut-être liée à plusieurs facteurs tels que l'espèce, la race, l'individu, l'état sanitaire et le traitement de l'animal avant son abattage. Ce dernier facteur semble jouer un rôle important dans le processus de glycogénolyse et de l'évolution du pH.

CONCLUSION

Les considérations qui se dégagent de cette étude font ressortir le rôle important du dromadaire dans le maintien d'activités économiques et socioculturelles dans les régions du Sud.

Le dromadaire est d'abord, un important pourvoyeur en viande rouge pour les populations sahariennes puisqu'il contribue à environ 33% des approvisionnements des marchés locaux sahariens en viandes rouges.

Au niveau des wilayas d'Ouargla et de Tamanrasset, les résultats d'enquêtes indiquent pour la période considérée, que le camelin occupe le premier rang à Tamanrasset avec 65,5% et le troisième rang à Ouargla avec 14,8% du total des abattages annuels.

Les prix des viandes ovine et cameline, à l'étalage, sont plus élevés à Ouargla qu'à Tamanrasset avec bien entendu, des prix plus élevés pour la viande ovine comparativement à ceux de la viande cameline. Cela montre l'accessibilité de la viande cameline pour les populations du Sud Algérien.

Les résultats de cette étude révèlent l'existence de deux découpes traditionnelles (l'une à 9 pièces, courante dans les deux zones d'élevage camelin et l'autre à 12 pièces, spécifique à la zone de Tamanrasset). Les résultats de rendement en carcasse du dromadaire de race Sahraoui indiquent des valeurs variant de 53,9% à 57,6%, qui sont relativement élevés par rapport à celles observées chez le dromadaire Targui (51,9% à 54,2%). IL serait intéressant de comparer ces résultats avec ceux d'autres espèces animales domestiques.

Le cinquième quartier de la carcasse est un ensemble important du poids vif de l'animal (variation₁ de 20,8% à 23,8% chez le dromadaire Targui et de 25,2% à 27,8% chez le dromadaire Sahraoui). Par conséquent, il tient une part importante dans les modes de consommation des populations sahariennes.

Du point de sa caractérisation physico-chimique, la viande des animaux des races Targui et Sahraoui présente une bonne qualité nutritionnelle par ses apports en protéines, bien qu'elle soit considérée comme une viande maigre.

Les races camelines Targui et Sahraoui gardent leur intérêt dans les deux wilayas et s'intègrent parfaitement dans la préservation des espaces sahariens et dans l'approvisionnement des marchés des Oasis en viandes rouges à côté d'autres races animales. Cependant, le niveau de leur contribution dans les tonnages de viandes commercialisés est un indicateur de leur importance économique et culturelle mais aussi un signal du risque de leur réduction si des mesures d'urgence ne sont pas prises pour leur préservation et leur accroissement dans des actions développement où se conjuguent l'appui des services techniques et la participation des organisations professionnelles soutenues par les aides de l'Etat.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABOUHEIF M. A. et al, 1993.-** A comparison of carcass chemical composition of Nadjit and Nacimi ram lambs slaughtered at 50 kg body weight. Arab Gulf. J. Sci. Res., Agric. Diol. Sci. B6 :153-162.
- BASMAEIL, M. N. et al, 1990.-** The effects of feeding regimen and muscle location on post mortem temperature and pH change in camel carcasses, Asian-Australia. J.Anim. Sci., 3, 97.
- BELKHEIRI Z. E. et HARZALLAH L., 1996.-** Contribution à l'étude du rendement de la carcasse et du cinquième quartier du dromadaire, (population Sahraoui). Mém.ingénieur agronome, INFASOuargla, 73 p.
- BENDOUMA S. et DAHMANI A., 1995.-** Contribution à l'étude du rendement de la carcasse et du cinquième quartier du dromadaire. (Population Sahraoui). Mémoire ingénieur agronome, INFS/AS Ouargla, 48 p.
- BIALA et al, 1990.-** Détermination du rendement de la carcasse, chez les dromadaires de la Djamahiria libyenne. Résultats de recherches au centre de recherche sur les dromadaires (1989-1990), El-Assa Libye pp. 39-55.
- BOURAS, S. et MOUSSAOUI, S., 1995.-** Contribution à la caractérisation physico-chimique de la viande de Dromadaire (population Sahraoui). Mémoire ingénieur agronome, INFS/AS Ouargla, 40 p.
- DIRECTION DES SERVICES AGRICOLES d'Ouargla, 1998.-** Rapport d'activité de l'inspection vétérinaire.
- DIRECTION DES SERVICES AGRICOLES DE Tamanrasset, 1999.-** Rapport d'activité de l'inspection vétérinaire.
- KAMOUN, M., 1989.-** Nutrition et croissance chez le dromadaire, séminaire sur la digestion, la nutrition et l'alimentation du dromadaire N°2 Ed CIHEAM. (1988) pp. 151-160.
- KAMOUN, M., 1993.-** La viande de dromadaire; production; aspects qualitatifs et aptitudes à la transformation. Ecole Sup. Agronomie Mateur. Tunisie, 17 p.
- KARRAY, M., 1992.-** Croissance et qualité de la carcasse chez le dromadaire. Mémoire ingénieur agronome. E.S.A. Mateur, Tunisie, 30p.

- MADR (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural), 2000.-** Statistiques sur les cheptels.
- STARON T. (1982).-** Viande et alimentation humaine. Ed APRIA, Paris, 140p.
- WARDEH, 1990.-** Camel breed types (*Camelus dromedarius*) in Arab Africa. The international conference on camel production and improvement - décembre 10-13.1990. Tobruk- Lybia. 11 p.
- WILSON R.T., 1984.-** The camel. Longman U.K. 223F.

AMELIORATION DE LA PRATIQUE DE L'IRRIGATION GRAVITAIRE TRADITIONNELLE PAR MICRO RAIES EN ALGERIE

CHABACA M.N.⁽¹⁾ et MESSAHEL M.⁽²⁾

(1) INA Département du Génie Rural El Harrach Alger

Mail : m.chabaca@ira.dz

(2) ENSH Soumâa, Blic a Mai : messaheimekki@yahoo.fr

RESUME

En Algérie, des modes d'irrigation séculaires, fonctionnent encore à ce jour (foggaras, séguias, ceds, puits, balanciers, épandage des eaux de crues) Ils côtoient maintenant des techniques modernes, plus performantes comme l'aspersion et l'irrigation localisée

En 1962, il y avait 165 000 ha de terres irriguées, aujourd'hui on est à 620 687 ha. Par rapport à cette croissance de superficie importante mais encore insuffisante, le problème qui se pose aujourd'hui c'est la gestion rationnelle de l'irrigation.

La pratique dominante à ce jour, c'est l'irrigation gravitaire traditionnelle par micros-raie (60% des superficies irriguées). Elle ne peut être réellement efficace dans l'état actuel de sa gestion. Elle nécessite des mesures d'amélioration, de son efficacité, de la durée du travail, de la consommation en eau tout en maintenant un faible investissement.

Le contexte climatique, sociale et juridique actuel est complexe : statut juridique des terres, insuffisance des ressources en eau, population agricole vieillissante et analphabète à plus de 60%. Il faudrait opérer un changement progressif de ce mode d'irrigation faute d'encadrement d'accompagnement, en passant par l'amélioration des micro-raies de longueur de 5 à 10 m, vers des raies courtes de longueur 30 à 60 m puis à moyen terme moderniser progressivement avec des raies longues de 100 à 500 m. Dans ce sens, nous avons mené des essais d'irrigation sur raie de 30 et 60m avec différents débits d'attaque. Les données obtenues ont fait l'objet d'analyses par les méthodes ADELIV (Renault, Cemagref) et SCS (USD Américain)

Mots clés : irrigation gravitaire, micro raies; raies courtes, efficacité, gestion

تحسين تطبيق السقي الانجدايي التقليدي عن طريق أخا دين مصغرة في الجزائر

ملخص

ما زالت هناك في الجزائر طرق السقي تعود للعهود القديمة يعمل بها إلى يومنا هذا مثل فقارة و CEDS و SEGUIAS و الآبار الأروقة و تقريش مياه الفيضانات ... و يسايرون اليوم تقنيات حديثة و ذات نتائج كبيرة مثل النضج و السقي المحلي.

في سنة 1962 كانت هناك 165000 هكتار من الأراضي المسقية أما اليوم فالمساحة تتدرب ب 620687 هكتار بالنظر إلى هذا النمو في هذه المساحة الهامة و التي ما زالت غير كافية فاعن المشاكل المطروحة تتمثل في التسيير العقلاني للماء عن طريق تحسين تقنيات اسقي و إرشادها.

أن التطبيق الغالب و الأكثر استهلاكاً للماء هو السقي الانجدايي التقليدي عن طريق الأخاديد المصغرة 60/ من المساحات . لا يمكن أن يكون له أي تأثير بالنظر إلى تسيير الحالي و هو يتطلب إجراءات تحسين حتى نخفض من مشقة العمل

و الاستهلاك من الماء مع الإبقاء على الاستثمار المعتدني. يعتبر المسار المناخي و الاجتماعي و القانوني الحالي جد معقد . النظام القانوني للأراضي و نقص في مصادر المياه و مجتمع زراعي هرم وامي أكثر من 60/ . يجب أحداث تغيرات تدريجية لهذا النوع من السقي و مرورا بتحسين الأخاديد المصغرة من 5 إلى 10 م و باتجاه اخاديدي قصيرة 30 إلى 60 م .

و في المدى المتوسط التحديث التدريجي بواسطة أخاديد طويلة 100 إلى 500 م. و هذا الاتجاه فعنا ببعض تجارب السقي على الاخادين ل 30 و 60 م مع مختلف التصريفات الدفعية المعطيات المحصل عليها كانت محل تحاليل عن طريق طرق (USD AMERICAIN RENAULT CEMAGREF ADELIN)

كلمات مفاتيح : السقي الإيجابي. بحادين مصغرة. الحادين قصيرة. تأثير. تسيير .

IMPROVEMENT OF THE PRACTICE OF THE TRADITIONAL GRAVITATING IRRIGATION BY MICRO LINES IN ALGERIA

ABSTRACT

The use of irrigation in Algeria is very ancient as borne out by relics of the Roman Age (basins, aqueducts...) Century-old models of irrigation are still functioning nowadays (foggaras, seguias, ceds, wells, pendulums, sewage of flood water....). At present, they are used beside some modern techniques more efficient such as aspersion or localized irrigation.

Nowadays, irrigated lands account for 620 687 hectares compared with the 165 000 hectares in 1962. As regards to this important increase of areas but still insufficient, the problems that are now faced, are the rational management of water through an improvement of irrigation techniques and their control. In Algeria, only 4% of UAS are irrigated. This is due to a lack of water. Agriculture receives the lowest part of water resources because of a chronic hydric deficit. Moreover, the adduction towards perimeters as well as a badly connected distribution system are the causes of a loss of more than 50% of the allotted water.

It seems logical that an efficient irrigated farming seeks for an improvement of existing practices (increased efficiency, less labour, reasonable investments). These improvements are subjected to different farming systems (social and economic). The prevailing practice which uses large amounts of water is traditional gravitary irrigation by micro-lines (60% of the total area). It is distributed on all irrigated lands in the North and in the South of the country. Its current management is hardly sufficient. It needs improvement measures to reduce work (hardness, water consumption) while maintaining a slow investment.

The present climatic, social and legal context is complex: legal status of lands, lack of water resources, ageing farming population and illiterate to more than 60%.

Therefor, it seems necessary to steadily change this irrigation mode since there is no accompanying framework, shifting from the improvement of 5-10 m micro-lines towards short lines (30-60 m) and then, progressively modernizing it with long lines (100-500 m) in the medium term.

To this purpose, we have conducted tests of irrigation on lines of 30 and 60 m with different debits of strike. Obtained data have been analysed with ADELIV methods (Renault, Cemagref) and SCS (American USD).

Key words : Gravitary irrigation, micro-lines; short-lines, efficiency, management.

INTRODUCTION

L'usage de l'irrigation en Algérie est très ancien, comme en témoignent les vestiges de l'époque romaine (bassins, aqueducs...). Des techniques d'irrigation séculaires, fonctionnent encore à ce jour (foggaras, séguias, cèds, puits, balanciers, épandage des eaux de crues...). Elles sont adaptées à un potentiel sol d'une grande diversité (plaines côtières, piémonts, hautes plaines, steppes, oasis...). Elles côtoient maintenant des techniques modernes, plus performantes comme l'aspersion et l'irrigation localisée.

A l'indépendance il y avait 165 000 ha de terres irriguées, aujourd'hui, il y en a 620 687 ha (RGA, 2003). Par rapport à cette croissance de superficie importante mais encore insuffisante, les problèmes qui se posent maintenant sont la gestion rationnelle de l'eau par le biais de l'amélioration des techniques d'irrigation et leur pilotage.

La pratique dominante actuellement dans l'agriculture irriguée est le gravitaire traditionnel par micros-raies (CHABACA, 1983; 2003; RGA, 2003).

Elle est répartie sur l'ensemble des surfaces irriguées du Nord et du Sud du pays. Elle nécessite des mesures d'amélioration pour réduire la pénibilité du travail, la consommation en eau tout en maintenant un faible investissement. En Algérie, l'irrigation de surface, ne peut être réellement efficace dans le contexte actuel de sa gestion car plusieurs contraintes sont à relever : mobilisation d'une main d'œuvre importante, conduite empirique, consommation en eau excessive.

Elle est prédominante dans les grands et petits périmètres irrigués et la petite hydraulique. Parmi les raisons de cette prédominance, il y a la topographie défavorable à laquelle elle s'adapte facilement. Celle-ci est aggravée par les mouvements de terre occasionnés par la confection manuelle des séguias et diguettes, d'où l'adaptation des longueurs de raies à la configuration du terrain (YACOUBI et al., 1999). Cette technique a des incidences néfastes sur le nivellement des parcelles. Elle nécessite la confection de nombreuses séguias pour le transport de l'eau vers les raies.

Cela entraîne des pertes de terrains non négligeables. Elles sont estimées en Algérie entre 12 et 15% (CHABACA, 2004). Les aspects économiques (énergie, équipements) sont aussi un autre facteur limitant quant au choix d'autres modes que le gravitaire.

Les volumes d'eau d'irrigation destinés à l'agriculture ne cessent de régresser. Ils sont passés de 80% des ressources nationales en 1975 à 55% en 2002 (SALEM, 2003). Les terres cultivables sont limitées et peu extensibles. Elles sont de plus en plus accaparées par le développement

urbain et industriel. Jusqu'en 1995, plus de 200 000 ha de Surface Agricole Utile (SAU) ont été perdus (RGA, 2003).

Le climat Algérien, est méditerranéen dans la partie Nord qui représente 14% de la superficie totale et désertique dans la partie Sud. La partie Nord se caractérise par Deux saisons pluvieuses, l'une dominante en Automne, l'autre secondaire au Printemps, des précipitations irrégulières dans le temps, à l'échelle journalière annuelle et interannuelle, une sécheresse estivale prononcée. La pluviométrie qui est le paramètre essentiel dans la reconstitution des ressources en eau est soumise à une forte variation spatiale et temporelle. D'Est en Ouest, les précipitations varient de plus 2000mm/an sur les hauts reliefs côtiers de l'extrême Nord-Est à moins de 300 mm dans la partie Nord-Ouest. Cette pluviométrie très variable, a imprimé les grands traits de la répartition régionale des ressources en eaux souterraines, et superficielles.

Dans un contexte climatique, social et juridique aussi complexe, le changement de ce mode d'irrigation traditionnel doit se faire de manière progressive en passant par l'amélioration du mode micro-raies (5 à 10 m de long), vers des raies courtes (30 à 60 m de long) puis à moyen terme moderniser progressivement avec des raies longues de 100 à 500 m.

C'est dans ce sens que nous avons mené des essais d'irrigation sur raie de 30 m et 60 m de long avec différents débits d'attaque. Les données obtenues ont fait l'objet d'analyses par les méthodes ADELIV (Renault, Cemagref) et SCS (USD Américain).

MATERIEL ET METHODES

Introduction

Des expérimentations en irrigation gravitaire sur raies courtes (30m et 60 m de long) ont été réalisées durant deux campagnes (1997/98 et 1999/2000), avec pour objectif d'étudier les effets de différents débits d'alimentation (1 l/s ; 1,25 l/s et 1,5 l/s) et les interactions débits-longueurs au niveau de l'uniformité des arrosages à l'échelle de la parcelle, du profil de distribution de l'eau dans la raie, des pertes en colature et par percolation.

La connaissance de ces éléments nous permet par la suite d'évaluer le rendement hydraulique et l'efficacité de l'irrigation à l'échelle de la raie.

Matériel

Les essais ont été menés dans la station expérimentale de l'INA (Côtier Algérois) sur une culture de tomate industrielle, variété Pico de Aneto. Le climat y est de type méditerranéen (pluviométrie moyenne de 600 mm/an). La valeur moyenne mensuelle de l'humidité est de 75%. Le sol de la parcelle d'essai est argilo-limoneux (taux d'argile de 20% en surface et 40% en profondeur). La densité moyenne est de: 1,45 à 15 cm, 1,55 à 35 cm et 1,57 à 55 cm de profondeur. La capacité au champ moyenne sur 50 cm est de 27,56%, le Pf de 14,62%. L'eau d'irrigation est fournie à partir d'une vanne reliée directement au réseau.

Méthodes

L'évaluation d'un arrosage peut porter soit sur la totalité d'une parcelle, soit sur un poste, soit sur une raie. Plus l'échelle est importante, moins grande est la précision. On se limite ici à l'étude au niveau d'une raie, préalable indispensable à une évaluation sur une plus grande échelle d'une part et à une meilleure connaissance des phénomènes physiques d'autre part. Pour se rapprocher des conditions réelles d'arrosage, il faut également alimenter les raies voisines de la raie support de l'expérimentation. Dans le cas présent on a retenu d'alimenter une seule raie tampon de part et d'autre de la raie suivie. Les 3 raies ainsi définies constituent la parcelle unitaire dans un bloc. Nous avons travaillé sur 3 blocs. Les raies ont des caractéristiques voisines, la parcelle étant elle-même relativement homogène.

Protocole de mesures

- Mesure du débit en tête et en fin de raie par deux seuils jaugeurs du type PARSHALL. Le débit en tête (Q_e) doit être maintenu constant. Le débit en fin de raie (Q_c) par contre est variable au cours du temps car il dépend de l'infiltration.
- Mesure de l'avancement de l'eau dans la raie en notant le temps de passage ou d'avancement (t_n) du front au niveau des différentes abscisses (x) matérialisées par des jalons disposés tous les 5 m le long de la raie.
- Mesure de l'humidité et de la tension avant et après arrosage.

Parmi ces mesures, dans le cadre de notre présentation nous ne développerons pour l'analyse, que les aspects mesures de débits (Q_e et Q_c),

temps d'avancement (t_n) du front d'eau, temps d'irrigation (t_c = temps d'avancement + temps d'entretien) et vitesse du front dans la raie. Les jalons ont été placés aux abscisses $X_0 = 0$, $X_1 = 5$ m, $X_2 = 10$ m, $X_3 = 15$ m, $X_4 = 20$ m, $X_5 = 25$ m, $X_6 = 30$ m (pour les raies de 30 m de long) et $X_0 = 0$ à $X_{13} = 60$ m pour les raies de 60 m de long.

Les essais ont été menés selon le dispositif en blocs aléatoires complets avec 3 répétitions pour chaque campagne. Chaque bloc comprend une parcelle unitaire constituée de 3 raies. Lors de la première campagne (1997/1998) nous avons utilisé des raies de longueur (L) 30 m, lors de la seconde campagne (1999/2000) des raies de longueur (L) 60 m. Dans les deux cas, l'espacement entre les raies est de 1,20 m, la pente (S_0) de 0,003 m/m. Les données recueillies nous ont permis de quantifier les principaux facteurs qui nous intéressent [volume d'eau délivré par raie (V_e), volume infiltré (V_{inf}), rendement hydraulique, efficacité, dose, volumes perdus en colature (V_c)] pour le choix d'une conduite des irrigations avec une rentabilité optimale.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Résultats

Pour l'évaluation de nos irrigations nous avons fait appel à deux approches : La méthode ADELIV (Renault, 1987) et celle du Soil Conservation Service (USDA, 1974)

1. Méthode ADELIV (Analyse de la DEcroissance LInéaire de la Vitesse)

Elle est basée sur l'analyse d'un facteur facilement appréciable, la vitesse d'avancement du front d'humectation dans la raie. L'originalité d'ADELIV, réside dans la mise en évidence d'une loi d'avancement particulière, solution de l'équation de bilan tout à fait classique, à savoir :

Débit entrant – Débit infiltrant = Variation de Stock dans la raie.

Cette solution d'avancement $L(t)$ est la suivante (1) :

$$L(t) = L_m (1 - e^{-V_0 t / L_m}) \quad (1)$$

Avec

$L(t) = L$ où L est l'abscisse du front d'humectation au temps t

V_0 = vitesse virtuelle du front à l'origine

L_m = longueur maximum de raie irriguée par le débit entrant

Cette loi régit l'avancement pendant le régime stabilisé de l'écoulement qui est atteint au terme d'un temps généralement court par rapport à la durée d'arrosage. En régime stabilisé, la vitesse d'avancement est décroissante linéaire avec l'abscisse (2)

$$V = dL / dt + V_0 (1 - L / L_m) \quad (2)$$

Les éléments strictement indispensables à l'application de la méthode ADELIV sont: une mesure en continu de la vitesse d'avancement dans la raie, la valeur du débit injecté en tête de raie (Q_e)

Les quatre paramètres fondamentaux de la méthode sont V_m , vitesse réelle à l'origine; V_0 , vitesse virtuelle à l'origine; L_m , longueur maximum de raie arrosée par le débit entrant; L_0 , longueur minimum de raie qui serait arrosée par le débit entrant si l'infiltration se maintenait à sa valeur initiale ($F_0 + C$)

A partir des mesures en continu des vitesses et de la valeur du débit en tête, on réalise un diagramme Vitesse - Abscisse sur un graphique, on détermine ensuite par extrapolation (graphique ou numérique) la valeur des paramètres d'ADELIV V_m , L_m , L_0 , et V_0 (Fig.1)

Puis on procède comme suit

De L_m on déduit la valeur de C $C = Q_e / L_m$; de $V_0 = Q_e / (0,6 A_0 + F_0 / \theta)$, F_0 est une fonction de la loi d'Horton (Horton, 1940);

A_0 : section mouillée de la veine liquide dans la raie;

θ coefficient de forme

Puis de $F_0 / \theta = Q_e / V_0 - 0,6 A_0$ sachant que $V_m = 1,66 Q_e A_0$

on obtient $F_0 / \theta = Q_e (1 / V_0 - 1 / V_m)$

Ce qui est suffisant pour calculer la dose infiltrée (3)

$$\text{Infiltration cumulée } (I_c) = Q_e (1 / V_0 - 1 / V_m + t / L_m) \quad (3)$$

Nous allons faire une application du modèle sur l'irrigation du 28/07/98 (campagne 1997/1998) puis nous présenterons pour le reste des irrigations des deux campagnes, les résultats obtenus sous forme de tableaux.

a. Application d'ADELIV au cas de l'irrigation du 28/07/1998/

Caractéristiques générales de la raie irriguée (R5)

Longueur de raie 30 m , durée d'arrosage $t_c = 27$ mn , texture du sol A-L-S , pente $S_o = 0.003$ m/m , débit en tête $Q_e = 0,96$ l/s , écartement inter-raies 1,20 m , culture en place Tomate

A partir des mesures du temps de passage du front d'eau dans la raie aux différentes abscisses x (Tab.1)

Tableau 1 : Vitesse d'avancement du front d'eau dans la raie N° 5

Distance (m)	0	5	10	15	20	25	30
Temps (mn)	0	0,7	2,05	4,16	5,95	8,13	11,08

On définit les vitesses correspondantes à chaque temps de passage (Tableau 2).

Tableau 2 : Vitesse d'avancement du front d'eau au niveau des différentes abscisses (x)

Distance (m)	0	5	10	15	20	25	30
Vitesse (m/mn)	0	7,14	4,87	3,60	3,36	3,07	2,7

Les données de ce dernier tableau vont nous permettre de tracer le diagramme de la Figure 1

Par résolution graphique (Fig. 1) nous avons déterminé les caractéristiques principales de la méthode ADELIV ($L_o = 20,5$ m , $V_o = 4,5$ m/mn , $V_m = 9,5$ m/mn , $L_m = 73$ m) en projetant sur l'axe des x et des y des tangentes aux 2 bras de la courbe

Les composantes d'ADELIV (vitesse et longueur) permettent de déterminer

$$C = Q_e / L_m \text{ soit } C = 0,96 \text{ l/s} / 73 \text{ m d'où } C = 0,013$$

$$F_o + C = Q_e/L_o \text{ soit, } F_o + C = 0,96/20,5 = 0,047 \text{ et } F_o = 0,047 \text{ l/s/ml (ml = mètre linéaire de raie)}$$

$$F_o/\theta = Q_e (1/V_o - 1/V_m) \text{ soit } F_o/\theta = 0,96 (1/4,5 - 1/9,5) = 0,112 \text{ d'où } \theta = 0,42$$

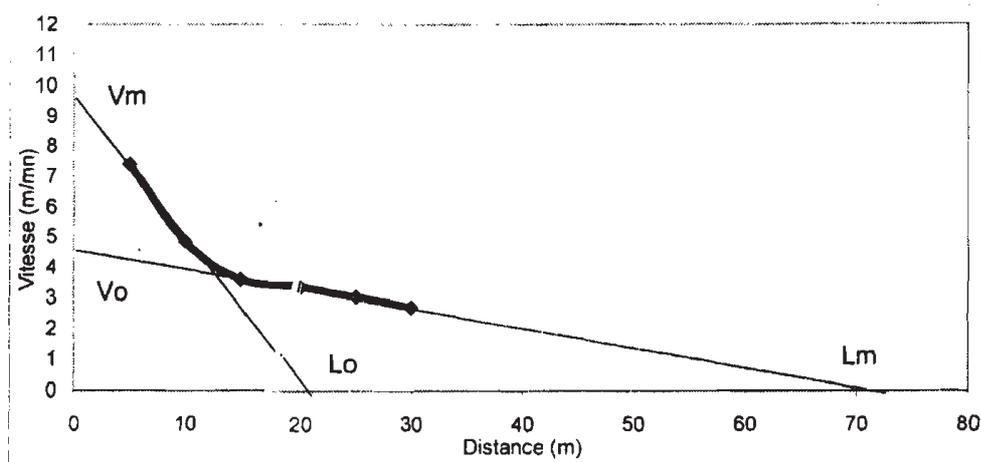


Figure 1 : Diagramme vitesse-abscisse sur la raie N°5 irrigation du 28/07/1998

Ces données vont nous permettre maintenant en utilisant la relation (3) de calculer l'infiltration cumulée par mètre linéaire et de pouvoir ainsi connaître l'efficacité de notre irrigation.

A partir de l'infiltration cumulée (relation 3) et du temps du Tab. (1) nous obtenons les valeurs d'infiltration cumulée aux différents temps de passage (Tab. 3)

Tableau 3 : Infiltration cumulée lors de l'irrigation du 28/07/1998 sur la raie N°5 (ti en mn ; Ic en L / mL : mètre linéaire)

Ti	0	0,7	2,05	4,16	5,95	8,13	11,08	12	14	16	18	21	22	27
Ic	0	0,79	4,53	8,65	9,88	11,4	13,99	15,49	18,03	20,35	22,45	25,27	26,36	28,04

b. Analyse des deux campagnes d'irrigation

Campagne 1997/1998 :

Les résultats temps d'avancement et vitesse (Tab.4) permettent d'aboutir par résolution graphique (ex. de la Fig.1) à partir des diagrammes vitesse-abscisses au niveau des raies de suivi, aux principales caractéristiques de la méthode ADELIV (Tab. 5)

Tableau 4 : Temps d'avancement et vitesse (campagne 1997/1998)

Dates Irrig	Raies	Temps et vitesse	0m	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m
28/07/98	Raie 5	Temps (mn)	0	0,7	2,05	4,16	5,95	8,13	11,08
		Vitesse (m/mn)	0	7,14	4,87	3,60	3,36	3,07	2,7
	Raie11	Temps (mn)	0	0,65	2,15	3,91	5,75	7,15	10,08
		Vitesse (m/mn)	0	7,69	4,65	3,83	3,47	3,49	2,97
	Raie17	Temps (mn)	0	0,63	2,21	3,41	6	7,83	10,83
		Vitesse (m/mn)	0	7,93	4,52	4,39	3,33	3,19	2,77
13/08/98	Raie 5	Temps (mn)	0	0,53	1,96	3,96	6	8,43	11,61
		Vitesse (m/mn)	0	9,43	5,10	3,78	3,33	2,96	2,58
	Raie11	Temps (mn)	0	0,58	2,33	3,83	5,63	7	15,85
		Vitesse (m/mn)	0	8,62	4,29	3,96	3,55	3,57	1,89
	Raie17	Temps (mn)	0	0,72	2,13	3,76	6,16	8	11,66
		Vitesse (m/mn)	0	6,94	4,69	3,98	3,24	3,12	2,57

Tableau 5 : Caractéristiques de la méthode ADELIV tirées du Tableau 4 (campagne 1997/1998)

Dates Irrigat	Raies	Vo (m/mn)	Vm (m/mn)	Lo (m)	Lm (m)	C	Fo (l/s/ml)	θ
28/07/98	Raie 5	4,5	9,5	20,5	73	0,013	0,047	0,42
	Raie11	4,7	10,5	18	77	0,012	0,041	0,37
	Raie17	4,9	11,4	16,3	71	0,013	0,047	0,42
13/08/98	Raie 5	5	13,7	16	60	0,016	0,044	0,343
	Raie11	4,7	13,1	14	71,2	0,013	0,055	0,523
	Raie17	5,3	9,4	19	57,2	0,016	0,034	0,43

Campagne 1999/2000 :

Les résultats temps d'avancement et vitesse (Tab 6) permettent d'aboutir par résolution graphique (ex de la Fig 1) à partir des diagrammes vitesse-abscisses au niveau des raies de suivi, aux principales caractéristiques de la méthode ADELIV (Tab. 7)

c. Estimation sommaire de la qualité des arrosages pour les deux campagnes

Le Tableau 8 permet de déduire le rendement hydraulique moyen R de l'arrosage étudié (en négligeant la phase de récession)

$$R = \text{Volume d'eau infiltré} / \text{volume d'eau apporté} (V_{inf} / V_e)$$

Le volume total infiltré $V_{inf} = (\text{volume infiltré par mètre linéaire en fin d'irrigation}) \times (\text{la longueur de la raie}) / c \times L$

Le volume total d'eau apporté est $V_e = Q_e \times 60 \times t$ (débit d'irrigation en l/s \times 60 secondes \times temps d'irrigation)

On peut aussi déterminer une dose moyenne infiltrée D_i donnée par les formules (selon que l'on exprime D_i en l/m ou en mm)

$D_i = \text{volume d'eau infiltrée} / \text{longueur de raie (l/m)}$, elle est donnée directement par ADELIV

Ou $D_i = \text{volume d'eau infiltrée} / \text{longueur de raie} \times \text{espacement des raies (mm)}$

Les valeurs de rendements et de doses moyennes infiltrées sont présentées dans le Tab 9

Tableau 6 : Temps d'avancement (t en mn) et vitesse (v en m/mn) durant la campagne 1999/2000

Dates	Rale		0	5m	10m	15m	20m	25m	30m	35m	40m	45m	50m	55m	60m
Irrigat 6/08	R4	T	0	1	2,66	4,18	5,68	6,66	7,66	9,18	10,91	14,91	18,91	22,91	31
		V	0	5	3,75	3,6	3,53	3,75	3,91	3,82	3,66	3,01	2,64	2,4	1,93
Irrigat 3/07	R4	T	0	1	3	5	6,5	7,5	9,5	11,5	13,7	16,7	18,7	28,7	43
		V	0	5	3,33	3	3,07	3,33	3,15	3,04	2,91	2,69	2,67	1,91	1,91
Irrigat 22/7	R1	T	0	0,5	1,25	2,08	3,08	4,08	7,08	9,08	12,08	15,58	21,58	31,58	36
		V	0	7,14	8	7,21	6,49	6,12	4,23	3,85	3,31	2,88	2,31	1,74	1,66

Tableau 7: Caractéristiques de la méthode ADELIV' tirées du Tableau 6 (campagne 1999/2000)

Dates Irrigation	Raies	Vo	Vm	Lo	Lm	C	Fo	θ
6/08	R4	4	6.3	20	150	0.0067	0.0433	0.470
3/07	R4	3.4	6.8	25	155	0.008	0.042	0.228
22/07	R1	5.5	12	30	180	0.008	0.042	0.278

Les infiltrations cumulées pour les 2 campagnes d'irrigation sont présentées ci-dessous (Tab 8).

Tableau 8 : Infiltrations cumulées (déterminées à partir de la relation (3) et des valeurs des Tab. 5 et 7) pour les deux campagnes d'irrigation (b en mm ; Ic en l/m² mètre linéaire)

1	28/7	bi	0	0,7	2,1	4,12	5,98	8,13	11,1	12	14	16	18	21	22	27						
9		ic	0	1,45	8,36	10,02	11,43	13,15	15,48	18,2	17,78	19,36	20,94	23,3	24,1	28,04						
8	11/8	bi	0	0,53	1,96	3,96	6	8,43	11,61	13	14	15	18	17	18	19	23	27				
8		ic	0	7,9	9,65	11,29	13,26	15,6	18,77	20,05	21,13	21,99	22,96	23,94	24,9	25,87	29,78	33,64				
3/07		bi	0	1	3	5	6,5	7,5	9,5	11,5	13,7	16,7	18,7	20,7	43	44	45	50	56			
2		ic	0	12	13	13,98	14,69	15,17	16,14	17,11	18,17	19,63	20,59	25,44	32,35	32,84	33,32	35,74	36,07			
0	22/7	bi	0	0,7	1,25	2,08	3,08	4,08	7,08	9,08	12,08	15,58	21,58	31,58	36	37	38	40	45	46	47	
0		ic	0	9,09	9,35	9,77	10,27	10,77	12,27	13,27	14,77	16,52	19,52	24,52	28,73	27,23	27,73	28,31	31,23	31,73	32,23	
0	5/08	bi	0	1	2,66	4,18	5,66	6,66	7,66	9,18	11	15	19	23	31	38	45	50	65	60	65	70
		ic	0	5,94	6,58	7,18	7,78	8,18	8,38	9,18	9,92	11,52	13,12	14,72	17,92	20,72	23,52	25,52	27,52	29,52	31,52	33,52

Tableau 9 : Estimation sommaire des valeurs de rendements hydrauliques et de doses délivrées

Campagnes	Dates irrigation	Raies	Rdt (%)	Dose (l/m)	Dose (mm)
1997/1998	28/07	R5	52	28,04	23,36
	13/08	R5	62	33,64	28,03
1999/2000	03/07	R4	55	38,65	32,21
	22/07	R1	46	32,23	26,86
	06/08	R4	48	33,52	27,93

Tableau 10 : Mesure de l'avancement dans les raies (tn en mn) pour les deux campagnes d'irrigation (1997/98 et 1999/2000)

Camp.	Date	Raie	X(m)	0m	5m	10m	15m	20m	25m	30m	35m	40m	45m	50m	55m	60m
1997/	28/07	R5	tn	0	0,7	2,05	4,16	5,95	8,13	11,08						
		R11	tn	0	0,65	2,15	3,91	5,75	7,16	10,08						
		R17	tn	0	0,63	2,21	3,41	6	7,83	10,83						
1998	13/08	R5	tn	0	0,53	1,96	3,96	6	8,43	11,61						
		R11	tn	0	0,58	2,33	3,83	5,63	7	15,85						
		R17	tn	0	0,72	2,13	3,76	6,16	8	11,66						
1999/	3/07	R4	tn	0	1	2,66	4,16	5,66	6,66	7,66	9,16	10,91	14,91	18,91	22,91	31
2000	22/07	R4	tn	0	1	3	5	6,5	7,5	9,5	11,5	13,7	16,7	18,7	28,7	43
	06/08	R1	tn	0	0,5	1,25	2,08	3,08	4,08	7,08	9,08	12,08	15,58	21,58	31,58	36

2. Méthode du SCS (Soil Conservation Service)

Elle permet à partir d'un suivi des arrosages comme pour ADELIV d'évaluer avec plus ou moins de précision les critères de qualité (rendement hydraulique, uniformité ...) ce qui passe par la détermination préalable des caractéristiques d'infiltration (colatures, percolation, infiltration, temps d'avancement, durée d'irrigation ...). Nous allons donc présenter les étapes de calcul qui nous permettent d'aboutir à une évaluation de l'infiltration linéaire.

Le suivi du temps d'avancement (t_n) du front de l'eau dans les raies (Tab 10) nous permet de connaître le temps d'amenée de l'eau en bout de raie ; celui-ci est toujours inférieur au temps total d'irrigation (t_c).

Le débit du ruissellement en colature (Q_c) a été mesuré à l'aide du seuil jaugeur Parshall placé à l'extrémité aval de la raie à partir de la fin de la phase de ruissellement (temps t_n) jusqu'à l'arrêt de l'alimentation en tête (temps t_c). Les volumes ruisselés cumulés (V_c en l) à différents temps de mesure (t_i en mn) à partir du début de l'arrosage (Tab 11 et 12) se calculent à partir de la relation (4)

$$V_c(t_i) = V_c(t_{i-1}) + \left[\frac{Q_c(t_{i-1}) + Q_c(t_i)}{2} \right] (t_i - t_{i-1}) \quad (4)$$

Pour les volumes stockés en surface (Tab 13) nous avons procédé aux calculs par estimation à partir de la formule empirique (5) du SCS (ASAE, 1983 ; Berthomé, 1984)

$$V_s(x) = \frac{x}{0,305} \left[(2,947) \left(Q_0 \frac{n}{S_0^{1/2}} \right)^{0,753} - 0,0217 \right] \quad (5)$$

Avec $V_s(x)$: volume stocké (l) à l'abscisse x (m), Q_0 (l/s) : débit en tête de raie ; n : coefficient de Manning (dans notre cas, $n = 0,04$)

Tableau 11 : Mesure du ruissellement en colature campagne 1997/1998

Dates Irrig.	Raie	ti	Temp (mn)									
			11	12	14	1	18	21	22	27		
13/08	R5	ti	11	12	14	1	18	21	22	27		
		Qc	0	0,27	0,38	0,38	0,49	0,49	0,38	0,38		
		Vc	0	8,1	47,1	92,7	144,9	233,1	258,3	372,3		
	R11	ti	11	12	14	17	19	21	24	27		
		Qc	0	0,08	0,27	0,38	0,38	0,49	0,49	0,38		
		Vc	0	2,4	23,4	81,9	127,5	179,1	267,3	344,7		
	R17	ti	11	12	15	18	20	23	25			
		Qc	0	0,008	0,27	0,27	0,27	0,49	0,49	0,63		
		Vc	0	2,4	33	81,6	114	182,4	241,3	308,5		
28/07	R5	ti	12	13	14	15	16	17	18	19	23	27
		Qc	0	0,27	0,27	0,38	0,38	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
		Vc	0	8,1	24,3	43,8	66,6	92,7	122,14	151,54	269,14	386,74
	R11	Ti	16	17	18	19	20	21	22	23	25	29
		Qc	0	0,08	0,27	0,38	0,49	0,49	0,63	0,49	0,38	0,38
		Vc	0	2,4	12,9	32,4	58,4	87,8	121,4	155	259,4	350,6
	R17	Ti	12	13	14	15	16	17	18	19	23	27
		Qc	0	0,08	0,27	0,38	0,49	0,49	0,63	0,49	0,38	0,38
		Vc	0	2,4	12,9	32,4	58,4	87,8	121,4	155	259,4	350,6

Tableau 12 : Détermination du ruissellement en colature campagne 1999/2000

Dates	Raie	Temps (mn)								
03/07/2000	R4	Ti	43	44	45	50	56			
		Qc	0	0.1	0.2	0.4	0.5			
		Vc	0	3	9	99	261			
22/07/2000	R4	Ti	36	37	38	40	45	46	47	
		Qc	0	0.08	0.10	0.18	0.11	0.06	0.05	
		Vc	0	2.4	7.8	24.6	68.1	73.2	78.5	
06/08/2000	R4	Ti	31	38	45	50	55	60	65	70
		Qc	0	0.15	0.24	0.27	0.27	0.30	0.30	0.30
		Vc	0	31.5	113.4	189.9	270.9	356.4	446.4	536.4

Les volumes cumulés infiltrés (Tab. 14) se déduisent des mesures de volumes cumulés écoulés en colature et des volumes stockés en surface (Tab. 11, 12 et 13). Pour ce faire on écrit l'équation du bilan en volume au temps t (6):

$$V_e(t) = V_{inf}(t) + V_c(t) + V_s(t) \quad (6)$$

Où V_e représente le volume entré en tête de raie (t), V_{inf} le volume infiltré (t), V_c le volume écoulé en colature (t) et V_s le volume stocké en surface (t).

On détermine V_e à partir de la relation (7)

$$V_e(t) = 60 \cdot Q_e t \quad (7)$$

Tableau 13 : Volumes stockés en surface dans les raies campagnes 1997/1998 et 1999/2000

Campagne	Dates	Raies		0m	5m	10m	15m	20m	25m	30m	35m	40m	45m	50m	55m	60m	
1997/1998	28/07	R5	t	0	0,7	2,05	4,16	5,95	8,13	11,08						11-27	
			Vs	0	36,38	72,78	109,18	145,56	181,96	218,36							218,36
		R11	t	0	0,65	2,15	3,91	5,75	7,16	10,08							10-27
			Vs	0	36,38	72,78	109,18	145,56	181,96	218,36							218,36
	R17	T	0	0,63	2,21	3,41	6	7,83	10,83							11-27	
		Vs	0	36,38	72,78	109,18	145,56	181,96	218,36							218,36	
	13/08	R5	T	0	0,53	1,96	3,96	6	8,43	11,61							11-27
			Vs	0	37,2	74,42	111,64	148,85	186,06	223,28							223,28
		R11	t	0	0,58	2,33	3,83	5,63	7	15,85							11-27
			Vs	0	37,2	74,42	111,64	148,85	186,06	223,28							223,28
R17		t	0	0,71	2,13	3,76	6,16	8	11,66							11-27	
		Vs	0	37,2	74,42	111,64	148,85	186,06	223,28							223,28	
1999/2000	03/07	R4	t	0	1	3	5	6,5	7,5	9,5	11,5	13,7	16,7	18,7	28,7	43	43-56
			Vs	0	44,57	89	133,72	178,29	222,87	267,44	312,01	356,59	401,16	445,73	490,31	534,88	534,88
	22/07	R1	t	0	0,7	1,25	2,08	3,08	4,08	7,08	9,08	12,08	15,58	21,58	31,58	36	36-47
			Vs	0	51,3	102,26	153,93	205,24	256,55	307,86	359,18	410,49	461,80	513,11	564,42	615,73	615,73
	06/08	R4	t	0	1	2,66	4,16	5,66	6,66	7,66	9,16	11	15	19	23	31	31-70
Vs			0	37,59	75,21	112,82	150,42	188,03	225,63	263,24	300,85	338,45	376,06	413,67	451,28	451,28	

Tableau 14 : Détermination des volumes infiltrés dans les raies de 30 et 60m (campagnes 1997/1998 et 1999/2000)

Campagnes	Dates irrigat.	Raies	Ve (l)	Vc (l)	Vs (l)	Vinf (l)
1997/1998	28/07	R5	155,5,2	372,3	218,36	964,54
	13/08	R5	15,71,4	386,74	221,61	963,05
	03/07	R4	4200	261	534,88	3404,12
1999/2000	22/07	R1	4230	78,5	615,73	3614,27
	06/08	R4	4200	536,4	451,28	3212,32

a. Estimation sommaire de la qualité des arrosages pour les deux campagnes

Le tableau 14 permet de déduire le rendement hydraulique moyen R de l'arrosage étudié (en négligeant la phase de récession) :

$$R = \text{Volume d'eau infiltré} / \text{volume d'eau apporté (Vinf / Ve)}$$

On peut aussi déterminer une dose moyenne infiltrée Di donnée par les formules (selon que l'on exprime Di en l/m ou en mm).

$$Di = \text{volume d'eau infiltrée} / \text{longueur de raie (l/m)}$$

Où Di = volume d'eau infiltrée / longueur de raie x espacement des raies.

Dans le Tableau 15 sont reprises les valeurs de rendements et de doses moyennes infiltrées pour les irrigations figurant dans le Tab. 14.

L'évaluation des arrosages par la méthode ADELIV et celle plus classique du SCS est faite à partir des diagrammes de la Fig.2 qui portent sur l'évolution des infiltrations cumulées des irrigations des deux campagnes (Fig. 2 a ; b ; c ; d ; e).

Tableau 15 : Estimation sommaire des valeurs de rendements hydrauliques et de doses délivrées

Campagnes	Dates irrigation	Raies	Rdt (%)	Dose (l/m)	Dose (mm)
1997/1998	28/07	R5	62	32,15	28,65
	13/08	R5	61	32,10	26,75
1999/2000	03/07	R4	81	56,73	47,27
	22/07	R1	85	60,2	50,19
	06/08	R4	76	53,54	44,61

Les caractéristiques des irrigations pour les diagrammes de la Fig 2 sont présentées ci-dessous

a). Campagne d'irrigation 1997/1998

Irrigation N° 2 (28/07), Raie 5 (30 m), $Q_e = 0,97$ l/s, Temps d'irrigation: 27 mn, $V_o = 4,5$ m/mn,

$V_m = 9,5$ m/mn, $L_m = 73$ m

b). Campagne 1997/1998

Irrigation N° 3 (13/08), Raie 5; $Q_e = 0,97$ l/s, Temps d'irrigation: 27 mn, $V_o = 5$ m/mn,

$V_m = 13,7$ m/mn, $L_m = 60$ m

c). Campagne 1999/2000

Irrigation N° 2 (3/7), Raie 4, $Q_e = 1,25$ l/s; Temps d'irrigation (T_c) = 56 mn; $V_o = 3,4$ m/mn,

$V_m = 6,8$ m/mn, $L_m = 155$ m

d). Campagne 1999/2000

Irrigation N° 3; Raie 1, $Q_e = 1,5$ l/s; Temps d'irrigation (t_c) = 47 mn, $V_o = 5,5$ m/mn, $V_m = 12$ m/mn, $L_m = 180$ m

e). Campagne 1999/2000

Irrigation N° 4, Raie 4, $Q_e = 1$ l/s; Temps d'irrigation (t_c) = 70 mn; $V_o = 4$ m/mn, $V_m = 6,3$ m/mn, $L_m = 150$ m

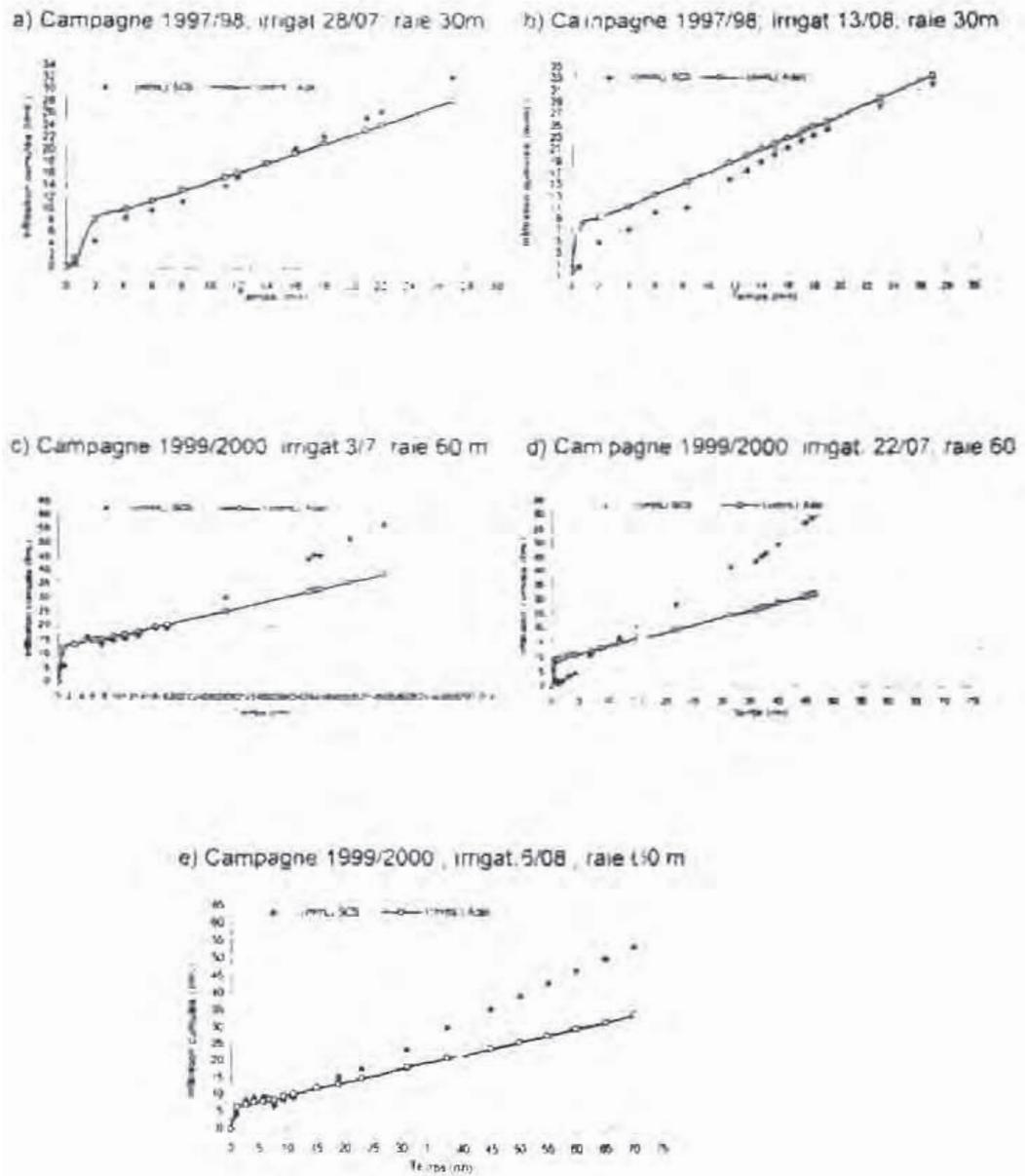


Figure 2 : Comparaison entre, les valeurs d'infiltration cumulée à partir d'ADELIV et SC's

DISCUSSIONS

Les rendements hydrauliques obtenus par les deux méthodes sont acceptables pour les raies de 30 m (50 à 60% représentent un rendement convenable en irrigation gravitaire à la raie). Pour ceux des raies de 60 m, les écarts varient du simple au double entre ADELIV et le SCS. Ce dernier présente des rendements équivalents à ceux des irrigations sous pression, ce qui paraît irréaliste dans les conditions de l'essai. La teneur en argile élevée est à l'origine de nombreuses fentes de retraits dans les raies (10 à 50 cm de profondeur et 1 à 2 cm de largeur) ce qui entraîne des pertes par percolation profonde que nous n'avons pas estimés dans cette approche ainsi qu'un ralentissement de la vitesse du front d'eau dans la raie. Les valeurs d'ADELIV bien que faibles sont plus proches de la réalité.

Pour les doses elles paraissent à l'image des rendements, équilibrées pour les deux méthodes dans le cas des raies de 30 m.

Cette tendance est confortée par les diagrammes (Fig.2) où sont présentées les courbes des infiltrations cumulées pour chaque irrigation selon les 2 modes. On remarque que pour les raies de

60 m, la différence de tendance est assez nette entre la courbe SCS où les infiltrations sont élevées par rapport à ADELIV qui en donne une estimation proche de la réalité

Pour les raies de 30 m, suite aux rendements obtenus, il serait intéressant de pouvoir mener des investigations plus poussées pour aboutir à des combinaisons débit-longueurs de raie (dans la plage des 30 à 60 m) pouvant donner des rendements hydrauliques de l'ordre de 65-70%, en jouant sur le débit en tête (Q_e) pour diminuer soit les pertes en colature ou celles en percolation. L'objectif étant d'apporter une contribution à court terme à l'amélioration du système d'irrigation actuel en Algérie basé sur l'utilisation d'un mode dont nous avons développé les insuffisances en introduction.

Dans une première étape, sans trop bouleverser les habitudes des agriculteurs, faute de moyens d'accompagnement, on pourrait proposer : L'alimentation gravitaire des parcelles à irriguer par des gaines souples ou des conduites en polyéthylène ; l'exploitation de raies courtes de 30 m de long ; la diminution du nombre de séguis de distribution d'eau au sein des parcelles. Dans ces conditions, le planage ne nécessiterait pas de matériel spécifique, celui de l'agriculteur suffirait. La modernisation du gravitaire paraît à court terme incompatible avec les conditions socio-économiques actuelles dans la mesure où cette modernisation entraînerait une réduction d'emplois. Cependant si l'on envisage le long terme, on peut s'interroger quant aux possibilités de maintien de pratiques d'irrigation telles que la

Robta (micro-raies) Le choix d'un système d'irrigation doit résulter du meilleur compromis entre la ressource en eau (qualité et quantité), la main d'œuvre disponible, le sol et sa topographie. Il doit par ailleurs assurer le maintien d'une agriculture durable en permettant de gérer au mieux les risques environnementaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGID, 2000.-** Bilan de la campagne d'irrigation. Agence Nationale de Réalisation et de Gestion des Infrastructures Hydrauliques pour l'Irrigation et le Drainage Direction de la Gestion et de l'Exploitation. Septembre 2000
- ASAE, 1983 -** Design and Operation of Farm Irrigation Systems (Conception et fonctionnement des systèmes d'irrigation à la ferme). 829 p.
- BERTHOME P., 1984 -** Conception et fonctionnement des systèmes d'irrigation de surface ou d'irrigation gravitaire Traduction du chapitre XIII de « Design and Operation of Farm Irrigation Systems » (ASAE, 1983) Cemagref, Division Irrigation, 90p.
- CHABACA M. N., 1983 -** Influence des débits et longueurs de rigoles sur le rendement de la pomme de terre et de la tomate et sur la température du sol au niveau des racines. Thèse de Magister. INA Alger. 85p.
- CHABACA M. N., 2003 -** Modèle d'irrigation gravitaire utilisé actuellement en Algérie. Séminaire Franco-Algérien sur « Les ressources en eau et irrigation des cultures, plus particulièrement les céréales » Projet CMEP INA-Alger et Paris-Grignon. Ghardaïa 1-3 Avril.
- CHABACA M. N., 2004.-** L'irrigation gravitaire par micro-raies en Algérie. Propositions pour une amélioration de la pratique ou une modernisation de la technique. Quelles alternatives? Actes du séminaire Modernisation de l'agriculture irriguée. Rabat 19-23 Avril 2004. Projet INCO-WADEMED
- MAILHOL J.C., 2001.-** Contribution à l'amélioration des pratiques d'irrigation à la raie par une modélisation simplifiée à l'échelle de la parcelle et de la saison. Thèse de Doctorat Université de Montpellier I. 275p.
- PERENNES J. J., 1990.-** L'eau, les paysans et l'Etat. La question hydraulique dans les pays du Maghreb. Thèse de Doctorat Université des Sciences Sociales. Grenoble. 670p.
- RENAULT D., 1987 -** ADELIV. Une méthode d'évaluation simplifiée en irrigation à la raie basée sur l'analyse de la décroissance linéaire de la vitesse d'avancement. ENGREF 30p.

- RGA, 2003.-** Recensement Général de l'Agriculture. Direction des Statistiques agricoles et des systèmes d'information Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural 123p
- SALEM A., 2003 -** L'eau en Algérie : quelle politique pour l'avenir ? Communication au Conseil de la Nation. Alger 26 Mai.
- YACOUBI S., MOUMEN M., BEKRAOUI A., KHIAT D., NAJIH A., 1999.-** Economie de l'eau d'irrigation Transfert de technologie en agriculture. Bulletin mensuel de liaison du PNTTA. IAV Hassan II. Rabat. Juillet. N° 58.

EVALUATION DE LA DURABILITE DES EXPLOITATIONS BOVINES LAITIERES DE LA WILAYA DE TIZI-OUZOU

GHOZLANE F.⁽¹⁾, YAKHLEF H.⁽¹⁾, ALLANE M.⁽¹⁾, BOUZIDA S.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Institut National Agronomique, Département de zootechnie, El-Harrach Alger, 16200.

R E S U M E

La notion de durabilité est pluridimensionnelle, elle englobe à la fois des objectifs écologiques, sociaux et économiques. Son évaluation a fait l'objet de plusieurs travaux, ainsi plusieurs méthodes ont été mises au point, parmi celles-ci la méthode IDEA qui combine trois échelles : agro écologique, socio-territoriale et économique.

Un essai d'application de méthode a été réalisé durant l'année 2004-2005 dans 49 exploitations de la wilaya de Tizi-ouzou. Il nous a permis d'évaluer, à travers 37 indicateurs, la durabilité agroécologique et socio-territoriale.

Cette étude nous a aussi permis de relever et d'apprécier l'opportunité d'application de chacun des indicateurs et de tester la faisabilité de la méthode dans les conditions algériennes.

Mots clés : Développement, Durabilité, Agriculture durable, Exploitation laitière, Agro écologie

م ل خ ص

تتطلب مسألة تقييم ديمومة المستثمرات الزراعية، مؤشرات. تعتبر طريقة IDEA (مؤشرات الديمومة في المستثمرات الزراعية) الطريقة التي تجمع ثلاث مستويات: الزراعي البيئي، الاجتماعي الجغرافي و الاقتصادي.

لقد سمحت لنا محاولة تطبيق هذه الطريقة في بعض المستثمرات الزراعية المنتجة للحليب الموجودة بولاية تيزي وزو و التي يبلغ عددها 39 بتقييم ديمومتها عبر 37 مؤشر على المستوى الزراعي البيئي والمستوى الاجتماعي الجغرافي و سمحت لنا أيضا بتقييم نقاط الضعف و القوة فيها و امتحان جدواها في الحيز الجزائري

كلمات مفتاح : التنمية المستدامة، الاستدامة الزراعية، المستثمرات الزراعية، تيزي وزو.

EVALUATION OF THE SUSTAINABILITY OF DAIRY COW FARMS OF THE WILAYA OF TIZI-OUZOU

ABSTRACT

The issue of evaluation and sustainability of farming systems requires indicators. The IDEA method combines, for that purpose three scales (agro ecological, socio territorial and economical). A trial of this method during 2004-2005 in 49 farms, in the department of Tizi-Ouzou, allowed us to asses, through 37 indicators, their sustainability using the agro-ecological and socio-territorial scales. It allowed us to identify their strength and weaknesses and to test the feasibility of the method in the Algerian context.

Key words : sustainable development, sustainable agriculture, farming system, agro ecology.

1. INTRODUCTION

Le rapport publié en 1987 par la commission mondiale pour l'environnement et le développement (CMED, 1987) définit le concept du développement durable comme un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire les leurs. Cette définition est communément admise sur toute la planète. La notion de durabilité est pluridimensionnelle puisqu'elle englobe à la fois des objectifs écologiques, sociaux et économiques. C'est dans ce contexte général que plusieurs méthodes d'évaluation de la durabilité des exploitations agricoles ont été proposées par plusieurs auteurs. Parmi celles-ci, la méthode des indicateurs de la durabilité des exploitations agricoles (IDEA), VILAIN, 2000 a montré sa pertinence technique et son intérêt pédagogique dans de nombreux pays (France, Belgique, Brésil... etc.). C'est pour tester l'application de cette méthode dans le contexte de l'agriculture algérienne que cette étude a été entreprise avec comme objectif l'évaluation de la durabilité agricole de quelques exploitations laitières de la wilaya de Tizi-Ouzou.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Choix de la zone et de l'échantillon d'étude

Cette étude a été effectuée durant l'exercice 2004-2005 dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Le choix de cette wilaya a été motivé essentiellement par sa vocation laitière (3,13% de la production nationale) et l'importance de son cheptel bovin (4,36% de l'effectif national).

Le zonage, réalisé sur la base des informations collectées au niveau des services agricoles de la wilaya et des centres de collectes du lait a abouti au choix de 6 communes cibles : Azzazga, Fréha, Mekla, Timzirt, Aghrib et Tizi-Rached. Le choix de ces communes est motivé par l'importance de l'agriculture dans l'activité économique d'une part, et d'autre part par l'importance de l'effectif bovin (Tableau 1).

L'enquête a porté sur 49 exploitations choisies sur la base de leur vocation (élevage bovin laitier), du nombre de vaches (supérieur ou égal à 10), de la possession de l'agrément d'élevage, de l'adhésion au réseau de collecte du lait et de la disponibilité et de la coopération des éleveurs.

Tableau 1 : Effectifs bovin par commune enquêtée (DSA, 2003)

Commune	Vaches	Total bovin	%
Azazga	5656	10666	15,68
Freha	3309	5354	7,87
Timizart	2240	3787	5,57
Mekla	2211	3585	5,27
Aghribs	1640	2784	4,09
Tizi Rached	1040	1726	2,54
Total wilaya	37400	68000	100

2.2. La grille IDEA

La grille IDEA comporte trois échelles, chacune d'elles est subdivisée en trois composantes regroupant elles mêmes différents indicateurs. L'attribution des points de durabilité se fait indicateur par indicateur (Tableau2). Cette grille permet de déterminer une note pour chaque composante conduisant pour chaque échelle à une note de durabilité comprise entre 0 et 100.

2.3. Les enquêtes

Le questionnaire qui comporte des questions à modalités qualitatives et quantitatives porte sur les échelles agro écologiques et socio territoriales. L'analyse de l'échelle économique n'a pu être évaluée car le calcul de ses indicateurs nécessite d'une part la disponibilité des données comptables des trois dernières années lesquelles lorsqu'elles existent sont rarement divulguées par les éleveurs et, d'autre part, en raison de l'inexistence de certaines normes (quotas, contrat territorial d'exploitation,...).

2.4. Traitement des données

La grille de calcul de la méthode IDEA a été utilisée pour l'attribution des scores à chaque indicateur.

Le bilan apparent de l'azote est déterminé annuellement et résulte de la différence entre les entrées de l'azote (engrais, aliments et animaux

Tableau 2 : Les échelles de durabilité agro écologique et socio territoriale et leurs composantes

	Composante	N°	Indicateurs	Valeur maximale
Echelle de durabilité agro écologique	Diversité (33 points)	A1	Diversité animale	15
		A2	Diversité des cultures annuelles	15
		A3	Diversité des cultures pérennes	15
		A4	Races menacées	5
	Organisation de l'espace (34 points)	A5	Assolement	10
		A6	Dimension des parcelles	8
		A7	Surface de régulation écologique	12
		A8	Patrimoine naturel	2
		A9	Chargement	5
		A10	Surfaces fourragères	3
	Pratiques agricoles (33 points)	A11	Fertilisation	12
		A12	Effluents	4
		A13	Pesticides	12
		A14	Bien être animal	3
		A15	Protection des sols	3
		A16	Irrigation	3
		A17	Energie	3
Echelle de durabilité socio territoriale	Qualité des produits et des territoires (33 points)	B1	Qualité des aliments	8
		B2	Patrimoine bâti et paysage	7
		B3	Accessibilité de l'espace	4
		B4	Implication sociale	10
	Emploi Et services (33 points)	B5	Filières courtes	5
		B6	Services, pluriactivité	5
		B7	Contribution à l'emploi	11
		B8	Travail collectif	9
		B9	Prévisibilité prévue	3
	Ethique et développement humain (34 points)	B10	Contribution à l'équilibre alimentaire	11
		B11	Formation	7
		B12	Intensité de travail	7
		B13	Qualité de vie	6
		B14	Isolement	3

achetés, effluents importés, fixation atmosphérique...) et les sorties (produits végétaux et animaux, effluents exportés), SIMON ET et CORRE, 1992.

Le bilan énergétique est calculé par la formule rapportée par VILAIN, 2000 :

$$\text{EFH (Equivalent Fioul par Hectare)} = \Sigma (\text{Fioul} + \text{N} + \text{KWh} + \text{Gaz}) / (47 \times \text{SAU})$$

Avec

1Kg de fioul = 47 MJ; 1 unité d'azote = 56 MJ; 1KWh = 9.5 MJ; 1Kg de gaz = 51MJ

Le traitement des données brutes recueillies a été réalisé grâce à un tableur (Excel ,2003).

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Caractérisation des exploitations

Les superficies agricoles utiles (SAU) des exploitations enquêtées varient entre 1,5 et 110 ha avec une moyenne de 24,95 ha. 18 % des exploitations possèdent moins de 10 ha et dont 80 % de la SAU est réservée aux cultures fourragères. La surface fourragère principale (SFP) varie de 1,5 à 65 ha avec une moyenne pour l'ensemble de l'échantillon de 20,39 ha.

L'effectif des vaches laitières qui varie de 10 à 34 têtes se traduit par un chargement qui oscille entre 0,3 et 9,36 UGB/ha avec une moyenne de 1,8 UGB/ha.

Les moyennes obtenues dans la wilaya de Tizi-ouzou confirment d'une manière globale les résultats déjà obtenus par KHEFFACH et KESSOUAR, 1999. Elles sont par contre légèrement inférieures à celles obtenues par BEKHOUCHE et al, 2004 en Mitidja. Ces moyennes montrent néanmoins une très grande disparité dans la distribution du patrimoine foncier et une faible diversification de la sole fourragère qui n'est représentée que par la vesce-avoine et dans une moindre mesure la luzerne. Cette disparité n'est pas spécifique à la région étudiée puisqu'elle a été également signalée par SRAIRI et al, 2003 au Maroc et par CHATELIER et JACQUERIE, 2004 en France.

Enfin, pour 63,3% des exploitations enquêtées, le système de production dominant est l'élevage - fourrages. Le système élevage - polyculture avec 28,6 % des exploitations occupe la deuxième place. Le système élevage – arboriculture – fourrages est pour sa part peu fréquent.

3.2. Analyse descriptive des indicateurs de durabilité

3.2.1. L'échelle de durabilité agro écologique

Cette échelle permet d'analyser les systèmes de production du point de vue de leur durabilité agro écologique. Elle donne un avis sur la façon dont le capital nature (eau, sol, biodiversité, air ... etc.) de l'exploitation est géré par le système de production à court et à moyen terme.

Les notes des composantes de cette échelle permettent de tracer le radar de la durabilité agro écologique dont la lecture (Figure1) montre que la composante diversité des productions est celle qui a la plus grande notation (25,98/33). Ce résultat est à mettre en relation d'une part, avec l'existence d'autres espèces animales (ovins, caprins) souvent de races différentes dans la même unité et d'autre part, avec la présence d'au moins trois espèces végétales.

Les composantes pratiques agricoles et organisation de l'espace obtiennent respectivement les notes de 21,02/33 et 20,22/34. L'addition de ces trois composantes aboutit à la valeur finale de 67,22 sur 100 points pour cette échelle.

La valeur de la durabilité agro écologique varie de 44 à 87 points. A l'exception de 4 exploitations, la figure 2 montre que toutes les autres exploitations dépassent les 50 points ce qui témoigne de leur durabilité écologique.

Une analyse approfondie des 4 exploitations dont les notations sont inférieures à 50 laisse apparaître que leur faible durabilité serait liée essentiellement à un chargement trop élevé (supérieur à 4 UGB/ha), à une faible diversité des cultures pérennes et à un bilan azoté apparent très élevé (supérieur à 100 kg de N/ha/an).

Les résultats obtenus montrent que les indicateurs A5 (Assolement), A7 (Surface de régulation écologique), A10 (Surfaces fourragères), A11 (Fertilisation), A12 (Effluents), A15 (Protection des sols) et A17 (Energie) sont pertinents et adaptés au contexte de l'élevage bovin laitier en Algérie. En revanche, il semble que l'application des autres indicateurs de la même échelle est discutable. Ainsi:

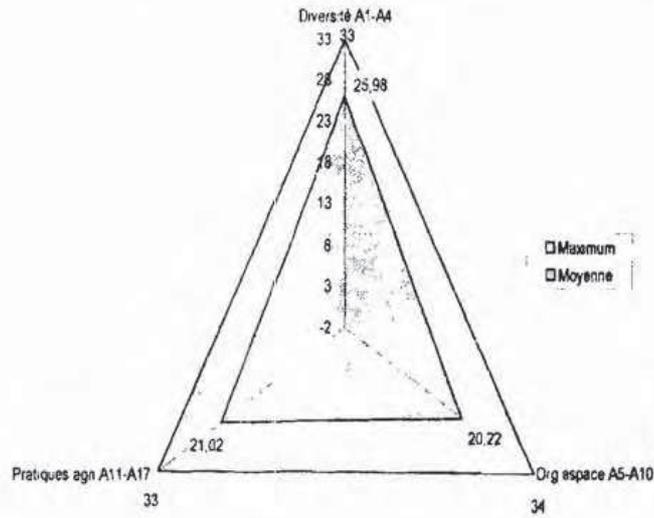


Figure 1 : Valeurs maximales et valeurs moyennes calculées de la durabilité Agro écologique

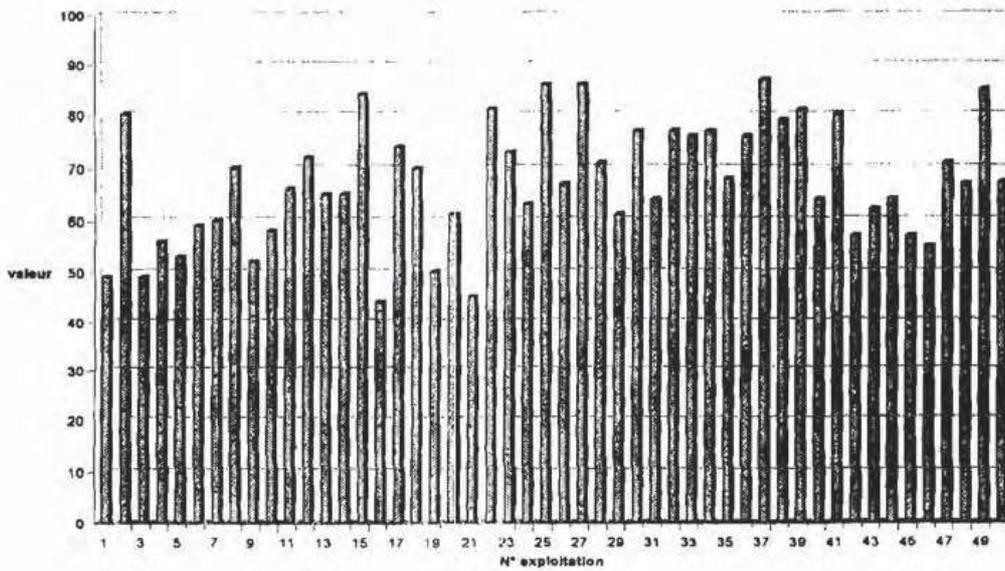


Figure 2 : Valeurs de la durabilité agro écologique pour l'ensemble des exploitations

- Pour l'indicateur A6 (dimension des parcelles), la méthode IDEA semble pénaliser les grandes dimensions en raison de leur sensibilité à l'érosion sans tenir compte du relief,
- L'indicateur A8 (Patrimoine naturel) n'est pas applicable pour le moment au contexte algérien dans la mesure où les éleveurs ne disposent pas de cahiers de charges,
- Le chargement (A9) devrait être revu pour tenir compte de la productivité fourragère/hectare de la région d'étude,
- Les pesticides (A13) sont très coûteux en Algérie et par conséquent très peu utilisés; cet indicateur n'est pas sensible dans notre contexte d'étude,
- Les critères proposés pour l'évaluation du bien être animal (A14) sont insuffisants et ne reflètent pas suffisamment les conditions d'épanouissement de l'animal. De ce fait, l'intégration d'autres critères comme l'état sanitaire des animaux, leur alimentation ...etc. serait appropriée,
- L'absence d'irrigation (A16) est encouragée par la méthode IDEA alors que cette pratique est indispensable en Algérie puisque les précipitations sont très insuffisantes et mal réparties.

3.2.2. L'échelle de durabilité socio territoriale

Cette échelle cherche à évaluer la qualité de vie de l'agriculteur et le poids des services marchands rendus au territoire et à la société. D'autres indicateurs comme la pérennité prévue, l'intensité du travail et le sentiment d'isolement sont également pris en compte. L'autoévaluation est d'après VILAIN, 2000 la seule façon simple d'évaluer les variables qui n'ont aucune norme officielle de « socialement équitable ».

La représentation graphique de cette échelle montre qu'aucune composante n'a atteint la moitié du score maximale possible puisque les notations s'établissent à 9,94, 10,96 et 15,16 respectivement pour la composante qualité des produits, emploi et services, éthique et développement (figure 3).

L'examen de la figure 4 laisse apparaître que les valeurs de la durabilité socio territoriale varient de 24 à 49 points avec une moyenne de 36,06/100 pour l'ensemble de l'échantillon, ce qui montre qu'aucune exploitation n'est équitable socialement. Cette situation pourrait s'expliquer par l'absence d'une agriculture biologique, de labels et de démarche de

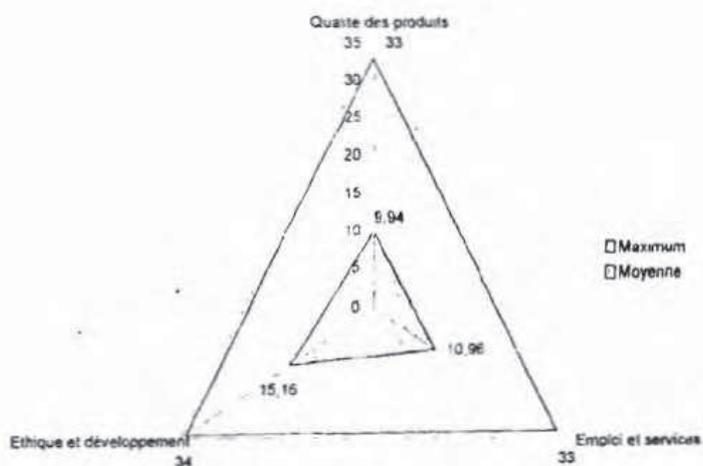


Figure 3 : Valeurs maximales et valeurs moyennes calculées de la durabilité Socio territoriale

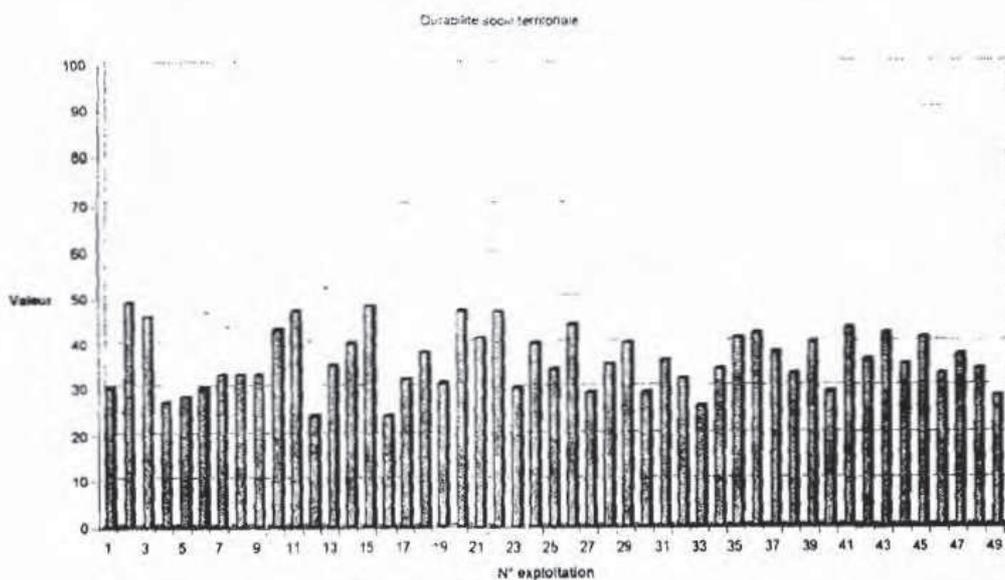


Figure 4 : Valeurs de la durabilité socio territoriale pour l'ensemble des exploitations

traçabilité, la non implication sociale des éleveurs, l'existence d'un taux d'importation d'aliments très élevé, l'absence de formation des éleveurs et enfin une charge de travail très élevée.

Les résultats obtenus laissent penser que les attentes exprimées par les éleveurs sont différentes d'une commune à l'autre. Les résultats de BEKHOUCHE, 2004 en Mitidja, de BIR et BENEDIR, 2005 dans la région de Sétif et de GUILLAUMIN et al, 2004 en Ile et Vilaine (France) confirment la complexité des relations sociales et des normes qui diffèrent non seulement d'une zone à une autre mais aussi d'un pays à l'autre. Les demandes des éleveurs peuvent parfois être contradictoires et peuvent émaner d'acteurs différents ou révéler une contradiction dans le discours et les actions d'un même acteur. Malgré ces limites, ce type d'étude à l'échelle socio territoriale est un premier jalon de départ pour approcher les attentes locales et pour réfléchir au positionnement et à l'équilibre des exploitations.

4. CONCLUSION

A la lumière des résultats obtenus, il apparaît que seuls les indicateurs de la composante diversité des productions, les indicateurs assolement (A5), zones de régulation écologique (A7), gestion des surfaces fourragères (A10) de la composante organisation de l'espace ainsi que les indicateurs fertilisation (A11), traitement des effluents (A12), protection des sols (A15) et dépendance énergétique (A17) de la composante pratiques agricoles semblent applicables dans le contexte de l'élevage bovin laitier en Algérie.

Pour l'échelle socio territoriale, à l'exception des indicateurs accessibilité de l'espace (B3), valorisation par filière courte (B5), pérennité prévue (B9), contribution à l'équilibre alimentaire mondial (B10), qualité de vie (B13) et isolement (B14) qui ont démontré leur adaptabilité, tous les autres critères sont à reconsidérer en raison de la complexité des relations sociales et des normes fort différentes d'un pays à un autre.

NOTES TAXONOMIQUES ET CARYOLOGIQUES DE DEUX ESPECES DU GENRE: *Scilla* (*Hyacinthaceae*) DE L'OUEST-ALGEROIS

HAMOUCHE Y.⁽¹⁾, AMIROUCHE R.⁽¹⁾ et AMIROUCHE N.⁽¹⁻²⁾

¹ - Laboratoire de Biologie et Physiologie des Organismes, Equipe de Taxonomie, Physiologie et Microbiologie végétales. USTHB, Faculté des Sciences Biologiques, BP n° 32 El-Alia, Bab-Ezzouar, 16110 Alger.

² - Auteur pour la correspondance, fax : +213 (0)21 24 72 17, e-mail : namirouche@hotmail.com

RESUME

Des analyses cytotaxonomiques de deux espèces polymorphes automnales, *Scilla autumnalis* L. *sensu lato* et *S. lingulata* Poir (Hyacinthaceae), ont été effectuées sur six populations échantillonnées dans différents biotopes du littoral ouest-algérois. Une concentration exceptionnelle de plusieurs nombres chromosomiques a été mise en évidence dans le groupe *autumnalis* : $2n=8$, $2n=14$, $2n=18$ et $2n=42$. Dans le groupe *lingulata*, un seul nombre chromosomique $2n=8$ a été rencontré. Ces nombres chromosomiques sont nouveaux pour la flore d'Algérie.

Mots clés : *Asparagales*, *Hyacinthaceae*, *Scilla autumnalis*, *Scilla lingulata*, Algérie, polyploïdie, biodiversité, endémisme.

ABSTRACT

Cytotaxonomic studies of two polymorphic species, *Scilla autumnalis* L. *sensu lato* and *S. lingulata* Poir (Hyacinthaceae), were carried out on six populations sampled in various biotopes on the west-coast of Algiers. Several chromosomal numbers were found in the *autumnalis* group: $2n=8$, $2n=14$, $2n=18$ and $2n=42$. In the *lingulata* group only one chromosomal number $2n=8$ was found. These chromosomal numbers are new for the Algerian flora.

Key words : *Asparagales*, *Hyacinthaceae*, *Scilla autumnalis*, *Scilla lingulata*, Algeria, polyploidy, biodiversity, endemism.

1. INTRODUCTION

Les espèces du genre *Scilla*, sont des géophytes à bulbe de la famille des Hyacinthaceae. Anciennement classées comme *Scilloideae* (*Liliaceae* – Liliales, *sensu* Cronquist), elles font désormais partie des *Hyacinthaceae* Agardh., ordre des Asparagales (POISSER et SPETA, 1999; APG, 2003). Des travaux récents sur le genre *Scilla* ont souligné la position discutable de nombreux taxons dont certains sont à large distribution tandis que d'autres sont cryptiques ou endémiques.

Ce genre constitue un modèle très singulier avec une importante dysploïdie allant de $x=4$ pour *Scilla obtusifolia* et *Scilla persica* à $x=11$ pour *Scilla atropana* (SPETA, 1979; BORGES, 1970; GREILHUBER *et al.*, 1981). Ces nombres de bases génèrent d'importantes séries polyploïdes.

En Europe, *S. autumnalis*, montre une différenciation d'au moins 10 cytotypes (AINSWORTH *et al.*, 1983; VAUGHAN *et al.*, 1997) avec une variation de la quantité d'ADN, un nombre de base variable ($x = 5$, $x=6$ et $x=7$) et différents niveaux de ploïdie.

Ce travail porte sur une étude caryologique de deux espèces automnales de la région d'Alger avec une attention particulière à *Scilla autumnalis* L. *sensu lato* = *Prospero autumnalis* (L.) Salisb., décrite comme une méditerranéenne très polymorphe, et *Scilla lingulata* Poiret = *Hyacinthoides lingulata* (Poiret) Salisbury, décrite comme endémique en Afrique du Nord.

2. MATERIEL ET METHODES

Les échantillons ont été prélevés, entre septembre et octobre 2002, sur six sites le long du littoral Ouest-algérois entre Ouled Fayet, dans la banlieue d'Alger, et le Mont Chenoua dans la région de Tipaza. Nous donnons ci dessous leurs principales caractéristiques :

1. **Ouled Fayet** : Formation ouverte sur un talus argilo-marneux à dominance de *Scilla peruviana*, *Urginea maritima*, *Bellevalia mauritanica*, *Muscari comosum*, *Asphodelus microcarpus* (sur la route entre Dely Ibrahim et Ouled Fayet);
2. **Bouchaoui** : Clairière dans la forêt de pin d'Alep du domaine de Bouchaoui sur sol sablonneux ;

3. **Strouéli** : Sous bois de la forêt de pin d'Alep du Village Africain (Sidi Ferruch) sur sol sablonneux ;
4. **Kouali** : En bordure de sentier dans la forêt de pin d'Alep surplombant l'anse de Kouali et le complexe touristique de Tipaza Village sur sol caillouteux ;
5. **Tipaza I** : A l'entrée de la nécropole orientale des Ruines romaines sur les replats caillouteux à sol calcaire ;
6. **Tipaza II** : Sur les replats des ruines de la Sainte Salsa et en bordure de falaises maritimes, dans les buissons d'un maquis bas à *Pinus halepensis* avec *Olea europea*, *Pistacia lentiscus*, *Thymelea hirsuta*, *Micromeria fontanesii*, *Asparagus albus*, *Chamaerops humilis*, *Urginea maritima*.

Deux principaux taxons de scilles automnales (Hyacinthaceae Agarth ; Asparagales) ont été décrits sur ces sites, parfois en situation de sympatrie :

- *Scilla autumnalis* L. *sensu lato* = *Prospero autumnale* (L.) Salisb. *sensu lato* ;
- *Scilla lingulata* Poiret = *Hyacinthoides lingulata* (Poiret) Sališ.

Les déterminations ont été effectuées sur la base des diagnoses des flores de BATTANDIER et TRABUT (1902), MAIRE (1958) et QUEZEL et SANTA (1962) ainsi qu'à partir de consultations de spécimens de l'Herbier général de l'INA*. La position du genre *Scilla* dans la famille des Hyacinthaceae et l'ordre des Asparagales, relève de la nouvelle systématique des Angiospermes (PFOSSER et SPETA, 1999 ; APG, 2003). Les nouveaux genres actuellement admis sont ici cités comme synonymes (SPETA, 1998, 2000).

Les dénombrements chromosomiques ont été effectués sur des mitoses de méristèmes racinaires. Le protocole expérimental est adapté d'après la méthode du Feulgen (JAHIER *et al.*, 1992). Le pré-traitement est réalisé dans une solution aqueuse saturée d' α -bromonaphtalène. Après fixation dans l'éthanol-acide acétique (3:1) puis hydrolyse acide dans HCl 1N à 60°C pendant 10 minutes, les racines sont colorées au réactif de Schiff. L'établissement des idiogrammes et le calcul des indices d'asymétrie sont effectués selon LEVAN *et al.*, (1964) et ROMERO (1986).

* Institut National Agronomique

3. RESULTATS

Les nombres chromosomiques, les formules caryotypiques et les indices d'asymétrie sont donnés dans le tableau 1.

- *Scilla lingulata* Poiret = *Hyacinthoides lingulata* (Poiret) Salisb.
Ces échantillons ont été rencontrés dans trois sites forestiers sur sol sablonneux (Elouchaoui, Staouéli, Kouali). Un seul cytotype diploïde à $2n = 8$ y a été dénombré. Il est constitué d'une paire de chromosomes submétacentriques et de trois paires subtélocentriques (Figure 1a). Ils sont sensiblement de même taille avec une valeur moyenne de $2.56 \mu\text{m}$ et un indice de symétrie interchromosomique faible, $A_2=0.22$. Par contre, l'indice d'asymétrie intrachromosomique est important, $A_1 = 0.70$.
- *Scilla autumnalis* L. *sensu lato* = *Prospero autumnale* (L.) Salisb. *sensu lato*

Les plantes correspondant au groupe *autumnalis* sont très polymorphes et les déterminations infraspécifiques délicates. Plusieurs nombres chromosomiques sont mis en évidence dans ce groupe: $2n = 8$, $2n = 14$, $2n = 18$ et $2n = 42$ (Tableau 1).

Cytotype $2n = 8$

Ce cytotype concerne des individus d'une seule population (Tipaza II). Le caryogramme présente de grands chromosomes dont la longueur moyenne est de $7.28 \mu\text{m}$ (Figure 1b). La différenciation interchromosomique est faible ($A_2 = 0.18$), expression d'un seul type de chromosome subtélocentrique. Ce caryotype est fortement asymétrique avec $A_1 = 0.81$.

Cytotype $2n = 14$

Ce nombre diploïde a été trouvé dans deux populations, Tipaza I et Staouéli. Le caryotype est constitué d'une paire de chromosomes métacentriques, une paire submétacentrique et cinq paires subtélocentriques (Figure 1c). La longueur moyenne des chromosomes est de $3.87 \mu\text{m}$. La troisième et la quatrième paire sont subtélocentriques et pourvues de satellites. L'indice d'asymétrie intrachromosomique est relativement moyen ($A_1 = 0.51$).

Cytotype $2n = 18$

Ce nombre caractérise des individus de la population de Tipaza II. Le caryotype est singulier, il est constitué de cinq paires de chromosomes de petite taille et de quatre paires de chromosomes de grande taille (Figure 1d). Les chromosomes de petite taille sont tous métacentriques, leur longueur moyenne est de $3.13 \mu\text{m}$. Les grands chromosomes présentent une paire submétacentrique et trois paires subtélocentriques avec une longueur moyenne de $7.67 \mu\text{m}$. Le taux d'asymétrie interchromosomique est élevé, $A_2 = 0.33$.

Cytotype $2n = 42$

Il concerne des échantillons de deux populations, Ouled Fayet et Tipaza I. Il est constitué de douze paires de chromosomes métacentriques et neuf paires subtélocentriques (Figure 1e). La longueur moyenne des chromosomes est de $3.48 \mu\text{m}$. L'indice d'asymétrie intra chromosomique A_1 est de 0.63. La différenciation interchromosomique est faible, $A_2 = 0.10$.

Tableau 1 : Nombre chromosomique, niveau de ploïdie et formule caryotypique de six populations de *Scilla lingulata* et *S. autumnalis* s.l. de la région d'Alger.

Taxon	2n	Formule caryotypique	Asymétrie		Lt = $\bar{x} \pm \text{Es}$	Localités
			A ₁	A ₂		
<i>S. lingulata</i>	8	1sm + 3 st	0.70	0.22	2.56 ± 0.43	Kouali, Bouchaoui, Staouéli
	8	4 st	0.81	0.18	7.28 ± 1.33	Tipaza II
	14	1m+1sm+3st+2 st ^s	0.51	0.15	3.89 ± 0.62	Staouéli, Tipaza I
<i>S. autumnalis</i> s.l.	18	5 m + 1 sm + 3 st	0.49	0.33	5.17 ± 1.68	Tipaza II
	42	12 sm + 9 st	0.63	0.10	3.48 ± 0.35	Ouled Fayet, Tipaza I

A = Indice d'asymétrie intrachromosomique (A₁) et interchromosomique (A₂).
Lt = longueur moyenne d'un chromosome et erreur standard (Es)

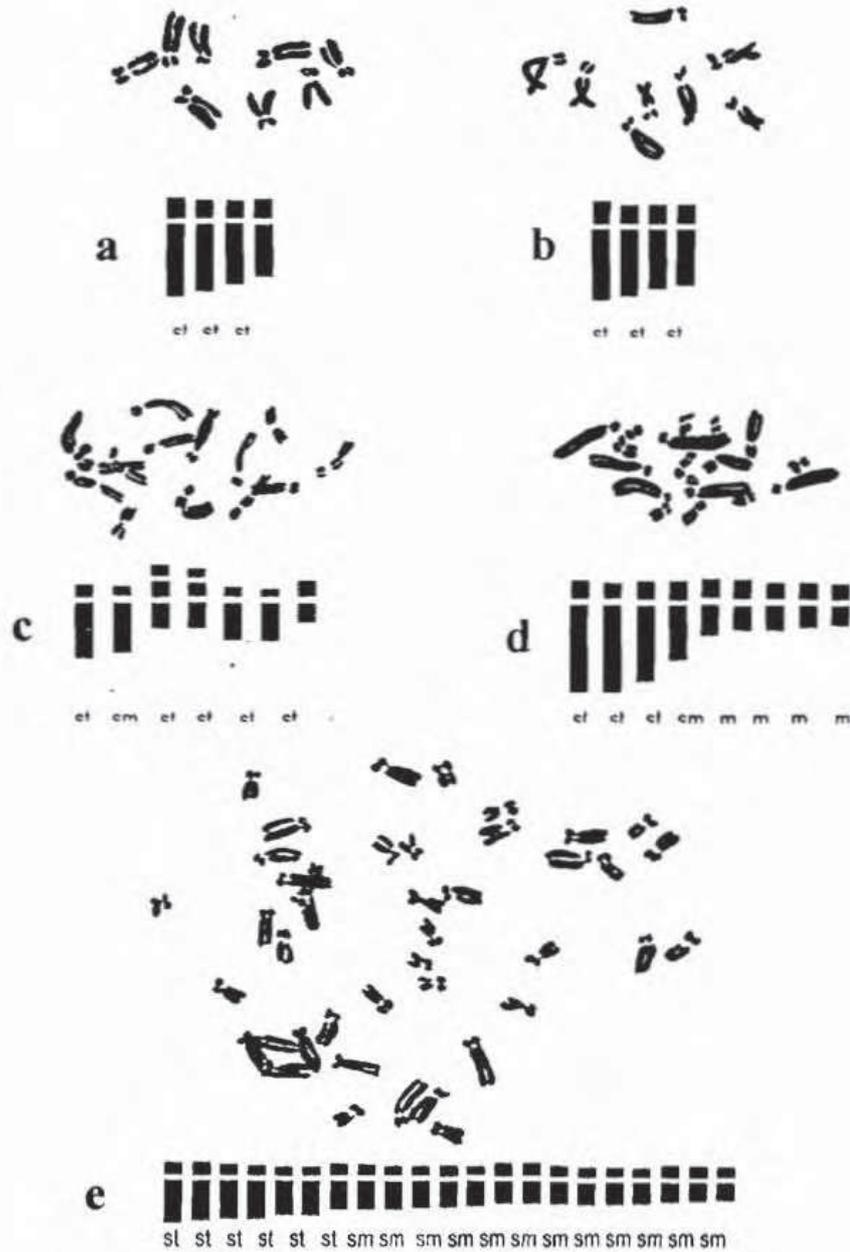


Figure 1 : Métaphases somatiques et idiogrammes de *Scilla lingulata*, **a** - $2n=8$ (Bouchaoui) et de *S. autumnalis* s.l., **b** - $2n=8$ (Tipaza II); **c** - $2n=14$ (Staouéli); **d** - $2n=18$ (Tipaza II); **e** - $2n=42$ (Ouled Fayet). La barre représente 1 μm .

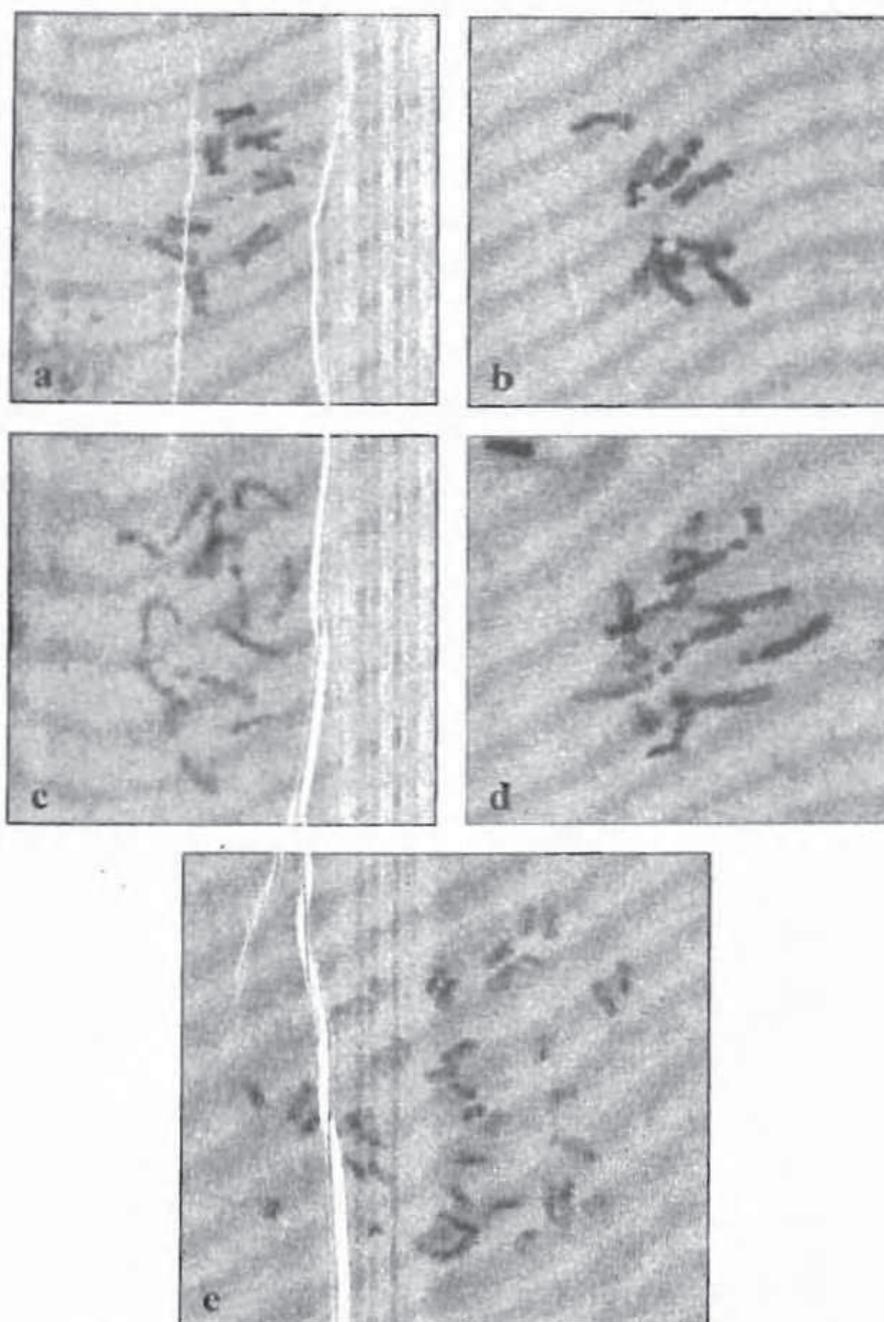


Figure 2 Photographies de métaphases somatiques de *Scilla lingulata* 2n=8 (a) et *S. autumnalis* s.l., 2n=8 (b) ; 2n=14 (c) ; 2n=18 (d) ; 2n=42 (e). La barre indique 5 μ m

4. DISCUSSION

Les données cytologiques concernant *S. lingulata* rapportent un seul cytotype à $2n = 16$, apparemment diploïde (SATO, 1942; SPETA, 1979; CORSI *et al.*, 1996). Ce nombre a été également cité par FIORINI et RAFFAELLI (1996) chez des échantillons de Tunisie. Les formules caryotypiques sont à $x = 8$ avec présence d'une paire à satellite.

Le nombre $2n = 2x = 8$ que nous avons trouvé dans les sites forestiers de Bouchaoui, Staouéli et Kouali, est donc nouveau pour la flore algérienne.

Chez *Scilla autumnalis*, les nombres chromosomiques cités dans la littérature font référence à trois niveaux de ploïdie, $2n=2x=14$, $2n=4x=28$ et $2n=6x=42$ (BATTAGLIA, 1957, 1964; HONG, 1982). Ces polyploïdes sont cités dans les flores européenne et méditerranéenne en Grande Bretagne, Grèce, Italie, Portugal, Sardaigne, Turquie, Tunisie et Maroc (BATTAGLIA, 1957, 1964; CORSI *et al.*, 1996). Des individus hypoaneuploïdes à $2n = 6x = 41$ ont été signalés en Tunisie et en Grèce (HONG, 1982). Peu d'études ont porté sur des échantillons algériens hormis une référence mentionnant des cytotypes diploïdes à $2n = 14$ provenant de Annaba (BATTAGLIA, 1964).

Le nombre $2n=2x=14$, rencontré à Tipaza I et dans la forêt de Staouéli, ainsi que le nombre $2n=6x=42$ trouvé à Ouled Fayet et Tipaza I, correspondraient au niveau diploïde et hexaploïde de *S. autumnalis* s.l. Les formules caryotypiques sont dans l'ensemble conformes à ceux de la littérature. Nous n'avons pas rencontré de tétraploïdes $2n=4x=28$ dans la zone d'échantillonnage.

Par contre, les nombres $2n=8$ et $2n=18$ sont rapportés pour la première fois dans la flore d'Algérie.

En ce qui concerne le nombre $2n=8$, trouvé dans le site de Tipaza II, il pourrait s'agir d'un nouveau nombre de base $x=4$ 'endémique' à notre territoire. En effet, le groupe *autumnalis* présente en Europe une remarquable dysploïdie et un fort taux d'endémisme des génotypes avec $x=7$ principalement dans les régions septentrionales, $x=6$ et $x=5$ dans les régions méridionales respectivement en Crète et en Libye (VAUGHAN *et al.*, 1997; LAVANIA, 2002).

Quant au cytotype $2n=18$, il peut avoir comme origine une hybridation interspécifique, événement déjà suggéré par SPETA (1979) pour expliquer l'origine de *Scilla gorganica* ($2n=18$). En outre, des possibilités d'hybridation entre *S. autumnalis* ssp. *fallax* (Steinh.) Batt. et *S. obtusifolia* Poiret, ont été évoquées par MAIRE (1958). Quant à BATTANDIER et

TRABUT (1902), ils ont souligné la forte similitude entre *S. autumnalis* var. *fallax* Steinheil et *S. obtusifolia* Desf. En effet, une situation de sympatrie existerait bien dans la forêt de Sidi Ferruch et dans le site voisin de la forêt de Zéralda où, aux deux précédents taxons, s'ajoute *S. numidica* Poirlet (= *S. parviflora* Desf.), taxon également voisin du groupe *autumnalis* (Herbier DUBUIS, 1948; *in*: Herbier de l'INA). Ce taxon serait ici dans son extrême limite occidentale et ne devrait pas dépasser Cherchell (QUEZEL et SANTA, 1962). Ces situations de sympatrie entre *autumnalis*, *obtusifolia* et *numidica* favoriseraient l'émergence de génotypes nouveaux endémiques.

CONCLUSION

En dépit d'une aire d'échantillonnage réduite, notre étude révèle une concentration exceptionnellement élevée de plusieurs cytotypes dont certains sont nouveaux pour la flore algérienne. Du point de vue morphologique, des ambiguïtés et confusions persistantes ne rendent pas aisées l'identification spécifique et infraspécifique dans le genre *Scilla*. Nous mêmes, avons mis en évidence, dans cette zone d'étude, une multitude de formes intermédiaires (données non publiées). Cette région, à l'ouest d'Alger, avec ses divers biotopes, notamment les forêts littorales de pin d'Alep, le Sahel et les falaises maritimes, bien étudiée par les anciens botanistes, constitue une zone de transition et un lieu d'échange et de spéciation.

Parmi les espèces à protéger, celles du genre *Scilla* sont considérées comme des modèles pouvant permettre d'aborder les problèmes de conservation dans le cas des organismes présentant simultanément, des divergences chromosomiques et des variations morphologiques non corrélées (LAVANIA, 2002). Dans ce contexte, les études caryosystématiques infraspécifiques jouent un rôle déterminant dans l'évaluation de la biodiversité et la délimitation des groupes de populations à conserver.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AINSWORTH C.C., HORTON D.M., PARKER J.S., 1983.-** Chromosome variation and evolution in *Scilla autumnalis*. In *Kew chromosome Conference II*. Brandham P.E. & Bennett M.D., Eds. 261-268, Allen & Unwin London.
- APG II, 2003.-** Classification of orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141 : 399-436.
- BATTAGLIA E., 1957.-** *Scilla autumnalis* L.: Boitipi 2n, 4n, 6n. e loro distribuzione geografica. *Caryologia* 10 : 75-95.
- BATTAGLIA E., 1964.-** *Scilla autumnalis* L.: neovi reperti di boitipi caryologici 2n, 4n, 6n. *Caryologia* 17 : 557-565.
- BATTANDIER J.A., TRABUT L., 1902.-** Flore analytique et synoptique de l'Algérie et de la Tunisie. Vve Giralt Edition, Alger, 460 p.
- BORGEN L., 1970.-** Chromosome numbers of *Macaronesian* flowering plants. *Nytt. Mag. Bot.* 17: 145-161.
- CORSI G., GARBARÌ F., GHELARDI A., 1996.-** Reports. in *Mediterranean chromosome number reports*; Kamari G., Felber F. & Garbari F., eds. *Flora Mediterranea* 6 : 249-262.
- FIORINI G., RAFFAELLI M., 1996.-** Reports. in *Mediterranean chromosome number reports*; Kamari G., Felber F. & Garbari F., eds. *Flora Mediterranea* 6 : 278-288.
- GREILHUBER J., DEUMLING B., SPETA F., 1981.-** Evolutionary aspects of chromosome banding. Hétérocromatin, Satellite DNA and Genome size in *Scilla* (*Lilaceae*). *Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd.*, 94: 249-266.
- HONG Y., 1982.-** Cytotype variation and polyploidy in *Scilla autumnalis* L. (*Liliaceae*). *Hereditas* 97: 227-235.
- JAHIER J., CHEVRE A.M., DELOURME R., EBER F., TANGUY A.M. 1992.-** Techniques de cytogénétique végétale. Edition. INRA. Paris. France.
- LAVANIA U.C., 2002.-** Chromosome diversity in population: Defining conservation units and their micro-identification through genomic in situ painting. *Current Science*, 83 (2): 127-127.
- LEVAN A., FREDÀ K., SANDBERG A. A., 1964.-** Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52: 201-220.

- LEITCH I. J., BENNETT M. D., 1997.-** Polyploidy in Angiosperms. *Trends in Plant Sciences* 2 (12): 470- 476.
- MAIRE R., 1958.-** Flore de l'Afrique du Nord. Edition Le chevalier, Paris. Vol V. pp : 148-150.
- PFOSSER M., SPETA F., 1999.-** Phylogenetics of *Hyacinthaceae* based on plastid DNA sequences. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 86 : 852-875.
- QUEZEL P., SANTA S., 1962.-** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Edition du CNRS Paris. 2 vol. 1170 p.
- ROMERO C.Z., 1986.-** A new method for estimating karyotype asymmetry. *Taxon* 35: 526-530.
- SÂTO D., 1942.-** Karyotype alteration and phylogeny in *Liliaceae* and allied families. *Jap. Jour. Bot.* 12(1-2) : 57-161.
- SPETA F., 1979.-** Karyological investigations in *Scilla* in regard to their importance for taxonomy. *Webbia* 34 (1) : 419-431.
- SPETA, F., 1998.-** Systematische Analyse der Gattung *Scilla* L. s. l. (*Hyacinthaceae*). *Phyton* (Horn) 38: 1-141.
- SPETA, F., 2000.-** Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Prospero* Salisb. (*Hyacinthaceae*) auf der griechischen Insel Kreta. *Linzer Biol. Beitr.*, 32 : 1323-1326
- VAUGHAN H.E., TAYLOR S., PARKER J.S., 1997.-** The ten cytological races of the *Scilla autumnalis* species complex. *Heredity* 73 : 371-379.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier vivement **M. Beloued A.**, conservateur de l'Herbier général de l'I.N.A., pour son aide et sa disponibilité.

ETUDE DU COMPORTEMENT DE LA VARIÉTÉ DE BLE DUR AMÉLIORÉE TASSILI CONDUITE EN SEC ET EN IRRIGUÉ VIS À VIS DE LA VARIABILITÉ DE LA PLUVIOMETRIE INTERANNUELLE ET L'EFFICACITÉ D'UTILISATION DE L'EAU

Dr MERABET B. A.⁽¹⁾ et BOUTIBA A.⁽²⁾

⁽¹⁾ Institut National Agronomique, El-Harrach, Alger, Algérie

⁽²⁾ Université Hassiba Ben Bouali Chlef, Algérie.

R E S U M E

Durant trois années successives, la variété de blé dur améliorée Tassili a été soumise à différents régimes hydriques par le biais de l'irrigation. Nous avons utilisé la méthode du bilan hydrique *in situ* pour quantifier la consommation en eau (ETR) et traduire par la suite les efficacités d'utilisation de l'eau grâce aux mesures de biomasse au niveau des différents traitements.

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.

Avec un accroissement de l'EUE de l'ordre de 30 à 50% en irrigué par rapport au pluvial, la valorisation de l'eau par l'irrigation de complément est importante.

Avec un matériel végétal adapté, 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.

SUMMARY

During three years successive, the variety of durum wheat improved Tassili was subjected to various hydrous modes by the means of the irrigation. We used the method of the hydrous assessment in situ to quantify water consumption (ETR) and to translate thereafter efficiencies of the use of water thanks to measurements of biomass on the level of the various treatments.

Rain control leads to poor yield in grains and a strong interannual variability of the outputs which vary between 15 and 30 q/ha.

With an increase in efficiency of water (EUE) about 30 to 50% in irrigated compared to rain, the valorization of water by the complementary irrigation is significant.

With an adapted vegetable material, the complementary irrigation in this area made it possible to strongly improve the levels of outputs obtained and to reduce the interannual variability of the outputs

INTRODUCTION

Pour la production végétale algérienne, l'eau constitue une contrainte pour 76% de la SAU. La céréaliculture est concentrée dans les régions comprises entre les isohyètes 300 et 600 mm. Le rendement moyen annuel des céréales calculé pour une séquence de 5 ans et pour deux périodes séparées de plus d'un siècle (1871-1875 et 1991-1995) est toujours compris entre 6 et 8 q/ha (SLATYER, 1974; MA, 1996). L'Algérie subit le même problème que les autres pays de l'Afrique du Nord qui l'oblige, lors des années de sécheresse, à importer de grandes quantités de céréales (MORANCHO, 2000). Cette situation fait de l'Algérie le huitième importateur de céréales dans le monde et le premier importateur en blé dur (SEMIANI, 1997).

En régions à climats méditerranéens, les blés sont cultivés le plus souvent de la fin de l'automne (selon la date du début des pluies) à la fin du printemps, de la fin avril à la mi-juillet selon la latitude et l'aridité du climat (BALDY, 1986).

Pour le blé, le déficit hydrique climatique, qui est généralement de l'ordre de 200 à 300 mm entre mars et avril, se situe entre le stade montaison et le stade grain laiteux, il affecte l'élaboration du rendement de la culture (FELIACHI *et al.*, 2001).

L'irrigation de complément permet de se prémunir des aléas climatiques, et d'obtenir des rendements relativement stables dans le temps, avec des produits présentant une qualité appréciable et constante (BALDY, 1986b).

La valorisation des eaux de pluie par des irrigations de complément est souvent importante (le rendement moyen peut augmenter de 12 à 35 q/ha), mais il est nécessaire d'utiliser des variétés adaptées. En effet, des variétés qui ont une résistance remarquable à la sécheresse ont souvent un potentiel de rendement faible, l'irrigation de complément n'améliore pas substantiellement leur performance. Inversement des blés créés pour être cultivés à l'irrigation souffriront considérablement d'un épisode de sécheresse et ne peuvent donc bien valoriser l'irrigation de complément (BALDY, 1986b).

Pour apprécier la productivité de l'eau d'irrigation, il est nécessaire de mesurer l'efficience d'utilisation de l'eau (EUE) qui est le rapport entre la production à l'eau consommée durant le cycle cultural (ETR) (BOSS, 1980; VILAIN, 1997).

Le recours au bilan hydrique pédologique du sol permet l'estimation de l'évapotranspiration réelle (ETR) qui, par définition, dépend du niveau d'évapotranspiration potentielle (ETP), de l'humidité du sol, et de la régulation stomatique (TUZET et PERRIER, 1998).

L'objectif de ce travail est de présenter les résultats obtenus pendant trois campagnes de mesures successives (1989/92) sur le comportement de la variété de blé dur améliorée Tassili vis à vis de la variabilité pluviométrique interannuelle d'une part et vis à vis de l'irrigation par l'intermédiaire de l'efficacité d'utilisation de l'eau (EUE), d'autre part.

MATERIEL ET METHODES

Les essais sont réalisés en plein champ dans la plaine alluviale semi-aride du Cheliff (longitude Greenwich 1° 20' E, latitude N 36 ° 12', altitude 102 m).

Le matériel végétal utilisé est la variété améliorée Tassili (ex. Mexicali), connue pour son haut potentiel de rendement en irrigué, c'est une variété à paille courte sensible aux gelées.

Les essais se sont déroulés sur une période de trois années (1989 – 1990, 1990 – 1991 et 1991-92) sur une parcelle relativement homogène de 2000 m². Les analyses de l'échantillon moyen (mélange de 9 sondages répartis selon les diagonales) représentatif de l'horizon de surface (horizon 0–40 cm) sont effectuées selon la méthode internationale pour la granulométrie, la méthode au cylindre pour la densité apparente, la méthode des puits pour la conductivité hydraulique, et l'extrait de pâte saturée pour la conductivité électrique.

Les résultats obtenus montrent que la texture est limono - argileuse (35 % d'argile, 44 % de limon et 21 % de sable), la densité apparente est de 1.3, la conductivité hydraulique saturée est de 2.5 cm/h, la conductivité électrique est de 2 dS/m. Ce sol est peu évolué d'apport alluvial (LEGOUPIL, 197).

Le dispositif utilisé est le bloc aléatoire complet avec 04 traitements hydriques et 03 répétitions. La parcelle élémentaire est de 40 m², les parcelles élémentaires sont séparées de 1m, et les blocs sont séparés de 2 m.

Les semis ont été réalisés à la mi-décembre avec une densité de 120 kg/ha. Les apports d'engrais ont été de 150 kg/ha d'azote, 40 kg /ha de phosphore et 35 kg /ha de potasse. Le travail du sol a consisté en un

déchaumage en été, un labour profond en septembre, et un recroisement avec un cover crop 16/32 en octobre. Le lit de semence est réalisé par un cultivateur à dents associé à une barre niveleuse. Trois désherbages, dont un chimique, ont été effectués au cours du cycle de la culture.

Les traitements adoptés sont le traitement pluvial (TO), le traitement avec un apport unique de 50 mm à l'épiaison (TE), le traitement avec deux apports de deux doses de 50 mm respectivement à l'épiaison et à la floraison (TF), et le traitement correspondant à une conduite en régime hydrique potentiel (TM). La dose de 50 mm a été retenue sur la base de la réserve facilement utilisable (RFU) de ce type de sol (LEGOUPIL, 1970).

Les apports d'eau sont effectués par aspersion à l'aide d'une canalisation mobile alimentée par un forage de 10 l/s sous une pression moyenne de 3 HPa. L'eau d'irrigation utilisée présente une conductivité électrique (C.E.) de 2,1 dS/m et un taux d'adsorption du sodium (SAR) de 2,0. Selon l'U.S.S.L. (1954) cette eau est de qualité moyenne, elle peut être utilisée pour l'irrigation à condition qu'il y ait un drainage naturel.

Un arrosage a été donné au semis sur l'ensemble de l'essai pour établir la culture sur un sol au voisinage de la capacité au champ et favoriser la germination.

Un tube d'accès à la sonde à neutrons (sonde à neutrons 503 hydroprobe, tubes verticaux de 1m de longueur, avec étalonnage gravimétrique et comptage standard dans l'eau avant chaque usage) est installé par parcelle élémentaire pour mesurer la teneur en eau et établir le profil hydrique périodiquement, en particulier avant et après une irrigation.

Les paramètres climatiques sont mesurés pendant la durée des essais au niveau de la station climatique de la zone d'étude. L'évapotranspiration réelle (ETR) ou consommation en eau de la culture est déduite de l'équation simplifiée du bilan hydrique suivante :

$$ETR = P + I - \Delta Q$$

avec :

ΔQ : variation de stock d'eau dans le sol pour un intervalle de temps donné,

P : pluies cumulées pour le même intervalle de temps

I : apports par irrigation

La demande climatique en eau (ETP) est calculée par la méthode de Penman modifiée (FAO) qui fournit les résultats les plus satisfaisants pour estimer l'effet du climat sur les besoins en eau des cultures (DOORENBOS et PRUIT, 1975).

Les mesures de rendement en grain et en paille ont été effectuées à partir de 03 placettes de 1 m² représentatives de chaque parcelle élémentaire.

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Situation pluviométrique durant les campagnes étudiées

La figure 1 présente les données pluviométriques mensuelles pour les trois années d'étude.

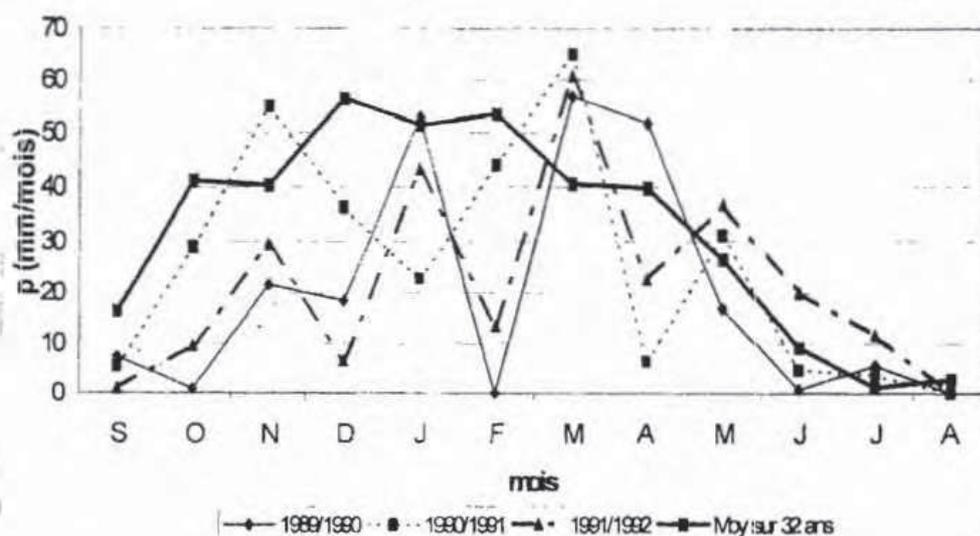


Figure 1 : pluviométrie des trois campagnes de mesure et la moyenne sur 32 ans

La région de Chlef est caractérisée par un climat semi-aride, un régime irrégulier caractérise les précipitations. Les mois les plus froids sont janvier et février avec des relevés extrême de 0.8°C, il gèle en moyenne 27 jours par année, et on note en moyenne annuelle 38 jours de sirocco.

L'analyse effectuée durant chaque campagne révèle que les précipitations annuelles enregistrées demeurent inférieures à la moyenne calculée sur 32 ans et qui est de 380 mm. La variabilité interannuelle est très remarquable, les analyses fréquentielle montrent que les précipitations enregistrées ont des périodes de retour de 9 ans sur 10 pour 1989-1990 (233 mm), et d'une année sur deux pour 1990-1991 (303 mm).

2. Bilan offre – demande en eau

L'évaluation des déficits climatiques absolus (ETM - ETR) ainsi que l'indice de satisfaction (ETR/ETM) enregistrés selon les régimes hydriques sur les deux campagnes sont indiqués dans le tableau 1.

Sur l'ensemble du cycle, les besoins en eau (ETM) des cultivars de blé sont indiqués par les valeurs des ETR, mesurées *in situ*, du traitement TM. Ces besoins se situent entre 341 et 408 mm.

Quelle que soit l'année, les besoins en eau exprimés par la variété cultivée sont nettement supérieurs aux totaux pluviométriques enregistrés sur l'ensemble du cycle végétatif.

En conduite pluviale (TO), les écarts ETM-ETR sont très élevés et les manques équivalent toujours à plus de 60% des pluies enregistrées lors du cycle végétatif de la culture. Par ailleurs, la pluviométrie efficace ou la quantité d'eau effectivement stockée dans la zone racinaire et qui a servi à l'ETR, ne représente en réalité que 60 à 70% des totaux enregistrés.

L'indice de satisfaction des besoins en eau (ETR/ETM) assuré par les pluies varie selon la variété entre 42 et 45 %. A Meknes (MAROC), qui est une région relativement plus favorisée par les pluies (531 mm en moyenne), l'ETR moyenne estimée sur une séquence de 30 ans (1951-1989) ne représente que 55.1% de l'ETM du blé en pluvial (FILALI, 1991).

Les irrigations effectuées sous esquisse (TE qui correspond à un apport de 50 mm à l'épiaison, et TF qui correspond à deux apports avec 50 mm à l'épiaison et 50 mm à la floraison) améliorent très sensiblement l'indice de satisfaction des besoins, en effet, pour le traitement TF il avoisine les 68 %.

Tableau 1 : Evolution du déficit climatique absolu (ETM- ETR) et de l'indice de consommation (ETR/ETM) par régime hydrique durant trois campagnes

Campagne 1989/90				
Traitements	T0	TE	TF	TM
Apports (mm)	0	50	100	160
ETR (mm)	143	185	233	341
ETM- ETR (mm)	198	156	108	0
ETR/ETM	0,42	0,54	0,68	1
Campagne 1990/91				
Traitements	T0	TE	TF	TM
Apports (mm)	0	50	100	120
ETR (mm)	175	207	256	409
ETM- ETR (mm)	233	202	153	0
ETR/ETM	0,43	0,51	0,63	1
campagne1991/92				
Traitements	T0	TE	TF	TM
Apports (mm)	0	50	100	140
ETR (mm)	146	184	223	367
ETM- ETR (mm)	221	183	144	0
ETR/ETM	0,4	0,5	0,61	1

3. L'influence de la variabilité climatique interannuelle

Pour étudier l'influence de la variabilité climatique interannuelle, une analyse des résultats obtenus avec la variété Tassili durant les trois campagnes de mesures est réalisée (1989-90, 1990-91, 1991-92. Le tableau 2 résume les principaux résultats obtenus.

En culture pluviale, la variabilité des rendements sur trois années est très élevée, elle est de l'ordre de 42 % à 49% pour la production de grains, et de 35% à 52 % pour la production de paille.

Tableau 2 : Les résultats relatifs aux rendements et aux EUE en paille et en grains pendant les trois campagnes

Campagne	1989/90				1980/91				1991/92			
P (mm)	233				303				256			
Traitements	T0	TE	TF	TM	T0	TE	TF	TM	T0	TE	TF	TM
Rdt en paille (q/ha)	16,1	29,2	36,1	47,8	24,6	42,6	51	56,8	11,9	28,3	37,2	51,2
Rdt en grains (q/ha)	17,3	28,9	40,1	57,1	29,8	37,3	48,5	59	15	22,5	37,4	47,2
EUEp (kg/m)	1,1	1,6	1,6	1,4	1,4	2,1	2	1,4	0,8	1,5	1,7	1,4
EUEg (kg/m)	1,2 a	1,6 b	1,7 b	1,7 b	1,7 a	1,8 a	1,9 a	1,4 b	1 a	1,2 b	1,7 c	1,3 b

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

Avec l'application des stratégies d'irrigation mise en place et l'effet d'augmentation des rendements qui s'en suit, la variabilité interannuelle de la production diminue, elle est de l'ordre de 22 % pour la production des grains.

Les rendements en paille obtenus sont plus faibles en conduite pluviale. Le rendement le plus élevé est produit lors de la campagne agricole 1990-91, qui est relativement plus humide que les deux autres campagnes qui produisent des rendements en paille comparables.

Les rendements en grains varient en fonction des traitements et des campagnes. La campagne 1990-91 produit également le rendement le plus élevé ; la conduite pluviale lors de cette campagne donne un rendement sensiblement plus élevé que celui obtenu avec une irrigation de complément de 50 mm lors de la campagne 1991-92. Pendant les 3 campagnes, le traitement TF correspondant à deux apports de 50 mm chacun aboutit à des rendements plus élevés que ceux obtenus avec le traitement TE correspondant à un apport unique de 50 mm. La conduite en régime hydrique potentiel produit des rendements plus importants que ceux obtenus avec la conduite pluviale et avec les conduites intermédiaires TE et TF.

4. les efficacités d'utilisation de l'eau

Concernant les efficacités de l'utilisation de l'eau, elles varient selon les traitements et les campagnes agricoles. Les meilleures efficacités sont obtenues lors de la campagne agricole 1990-91. Pour la production des grains, le traitement TF aboutit aux meilleures efficacités de l'utilisation de l'eau. Par contre, pour la production de paille, les traitements TF et TE aboutissent à des résultats comparables.

CONCLUSION

En conduite pluviale en zone semi-aride, le caractère aléatoire du rendement en blé a été observé durant trois années consécutives

Ce suivi montre 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. 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 47 et 59 q/ha.

En conduite pluviale, l'efficacité d'utilisation de l'eau est très dépendante des événements pluvieux. L'efficacité d'utilisation de l'eau s'améliore au fur et à mesure qu'on comble par l'irrigation le déficit hydrique potentiel. Cette variété répond donc favorablement à tout apport d'eau. Avec un accroissement de l'EUE de l'ordre de 30 à 50% en irrigué par rapport au pluvial, la valorisation de l'eau par l'irrigation de complément est importante.

Avec un matériel végétal adapté, la conduite de l'irrigation sous esquisse 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.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALDY Ch., 1986.-** L'agrométéorologie et le développement agricole des régions arides et semi-arides. INRA Ed. coll. Agrométéorologie: 76-80.
- BALDY Ch., 1988.-** Comportement des blés dans les climats méditerranéens. *Ecologia Mediterranea*; tome III. Fas 3-4 :73-88
- BOS M.G., 1980.-** "Standards Irrigation Efficiencies of ICID", *Journal of the Am. Soc. Of Civil Engineers*, 104 (2), 18-26.
- DOORENBOS J. et PRUIT W.O., 1975.-** Les besoins en eau des cultures. *Bull. FAO d'irrigation et de drainage* 33, Rome, 201-209.
- FELIACHI K., AMEROUN R., KHALDOUN A, 2001.-** Impact de la sécheresse sur la production des céréales cultivées dans le Nord de l'Algérie. *Céréaliculture* n° 35, ITGC, 28-34.
- FILALI B.A., 1991.-** Irrigation des céréales : une méthode d'analyse. Cas de la région de Meknes, Maroc. *MEDIT* ; 1-2: 24-29.
- LEGOUPIL J.C., 1972.-** Evolution de la salure du sol sous irrigation. Résultats expérimentaux. INRA, Alger, 73p.
- Ministère de l'Agriculture, 1996.-** Statistiques agricoles, série A.
- MORANCHO J., 2000.-** Production et commercialisation du blé dur dans le monde . Option méditerranéennes. Série A : Séminaires méditerranéennes, N° 40 : 29-34.
- SEMIANI M., 1997.-** Etudes de l'effet du stress hydrique sur quelques processus physiologiques et de croissance de deux variétés de blé tendre (*Triticum aestivum* L.). *Recherche Agronomique, revue semestrielle*, N°0 :23-32.
- SLATYER R.O., 1974.-** The effect of internal water status on plant growth development and yield. *Proceeding for the UPSALA Symposium UNESCO*.
- TUZET A. et PERRIER A., 1998.-** Les besoins en eau des cultures : analyse et applications in: TIERCELIN J B, TEC&DOC. *Traité d'irrigation*. Paris, Lavoisier. 147-172.
- U.S.Salinity Laboratory, 1954.-** Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. U.S.D.A., N°60 : 160p.

- VACHAUD G., DANCETTE C., SONKO S., THONY J.L., 1978.-** "Méthodes de caractérisation hydrodynamique in situ d'un sol non saturé. Application de caractéristiques hydrodynamique in situ d'un sol non saturé. Application à deux types de sols du Sénégal en vue de la détermination des termes du bilan hydrique", *Ann. Agr.*, 29 (1) : 1-36.
- VILAIN M., 1997.-** "Les composantes de la production végétale". TEC&DOC, Lavoisier, Vol. 1 : 335-390.

EFFET DE L'ALLONGEMENT DU REPOS POST-PARTUM SUR LA FERTILITE DES VACHES MONTBELIARDES DANS LES HAUTES PLAINES DE L'EST ALGERIEN

MOUFFOK Ch.⁽¹⁾, MADANI T.⁽²⁾, YAKHLEF H.⁽¹⁾

⁽¹⁾ département de Zootechnie, INA El Harrach, 16200 Alger

⁽²⁾ Département d'Agronomie, Fac. des Sc., Univ. FERHAT ABBAS,

Sétif Email : c.mouffok@ina.dz

madani2000dz@yahoo.fr

h.yakhlef@ina.dz

RESUME

Le présent travail étudie la variabilité des performances de reproduction, plus particulièrement l'effet du repos post-partum sur la fertilité des femelles de la race bovine Montbéliarde dans les conditions d'élevage des hautes plaines semi arides de l'Est algérien. Les résultats obtenus montrent l'importance des conditions du milieu et des pratiques de reproduction sur la fertilité des femelles. La fertilité est plus élevée en situation fourragère plus favorable et chez les femelles nées localement, qui semblent développer plus d'aptitudes de reproduction dans nos conditions d'élevage que les animaux importés de France au stade génisse. Par ailleurs, dans toutes les situations d'élevage et pour l'ensemble des types d'animaux nés localement ou importés, les recommandations pour une maîtrise optimale des performances de reproduction exigent le respect d'un délai de repos post-partum compris entre 45 et 90 jours.

ملخص

اثر امتداد مدة الراحة ما بعد الولادة على خصوبة ابقار الحلوب في الهضاب العليا بالشرق الجزائري Montbéliarde

هذا العمل يدرس تغيرات قدرة التكاثر، خاصة تأثير مرحلة ما بعد الولادة على خصوبة إناث البقر الحلوب من سلالة (Montbéliarde) في شروط التربية في الهضاب العليا الشبه الجافة في الشرق الجزائري.

النتائج المحصل عليها تبين أهمية محيط التربية و تقنيات التكاثر على خصوبة الإناث.

الخصوبة المرتفعة في الأوساط متوفرة العلف و عند الإناث المولودة محليا التي تتطور أكثر إمكانيات التكاثر في شروطنا للتربة مقارنة بالأبقار المستوردة من فرنسا في مرحلة العجلة.

من جهة أخرى، و في كل حالات التربية و لجميع أنواع الحيوانات المولودة محليا أو المستوردة. النصائح للتحكم الأحسن لقدرات التكاثر تستجوب احترام مهلة راحة ما بعد الولادة التي تتراوح ما بين 45 و 90 يوما.

SUMMARY

Our study aims at analyzing reproduction performances variability, mainly the effect of postpartum reproductive break on Montbéliarde breed fertility, reared in Eastern part of Algerian semi arid high plains. Results show the effect of environment conditions and reproductive practices on females' fertility. Fertility is higher when forage yield is favorable, and when replacement heifers are born and reared under local livestock conditions. Thus, locally born heifers seem to be more adapted than those imported from France. Moreover, to optimize reproduction performances in all local breeding conditions and for all animal types, locally born or imported, required recommendations pinpoint an optimal postpartum break between 45 and 90 days.

INTRODUCTION

Maîtriser la reproduction est indispensable pour une meilleure rentabilité des élevages bovins. Cela consiste à bien détecter les chaleurs, maîtriser l'environnement, mais aussi optimiser le moment de mise en reproduction. En effet, parmi les facteurs qui affectent les performances de reproduction à l'échelle locale et régionale, celles relatives à l'environnement tels que le climat et l'altitude, agissent sur la nature et la disponibilité des ressources alimentaire. Dans ces conditions, il est indispensable d'analyser le comportement reproductif des animaux et cerner les facteurs qui l'affectent afin de mieux préciser les améliorations à introduire et établir des références à l'échelle régionale. Par ailleurs, la variabilité des performances reproductives est liée aussi à la diversité des pratiques de reproduction des éleveurs, qui méritent d'être connues afin de mieux cerner leurs effets sur les performances et préciser les recommandations nécessaires à une meilleure maîtrise de la reproduction bovine.

Cette contribution vise à déterminer les variables affectant l'intervalle entre le vêlage et la fécondation et leurs effets sur la fertilité en situation semi-aride algérienne afin de déterminer l'intervalle optimal dans les conditions de production des hautes plaines de l'Est algérien.

MATERIELS ET METHODES

Lieu de l'étude

Le présent travail a été réalisé dans la région de Sétif, vastes hautes plaines intérieures situées au Nord Est algérien. Cette région couvre 4,5% de la SAU de l'Algérie et regroupe plus de 10% de l'effectif bovin national. La région est relativement plate et l'altitude varie de 800 à 1300 mètres. Le climat est de type semi aride continental et les précipitations moyennes diminuent du Nord au Sud de 600 à 200 mm/an.

Système d'élevage pratiqué

Le travail a été conduit dans 4 fermes pilotes situées sur un gradient exprimant la progression de l'aridité du milieu : deux en étage semi aride supérieur (400 à 600 mm/an) et deux en étage semi-aride inférieur (200 à 400 mm/an). L'effectif bovin varie selon la ferme de 40 à 80 femelles. Les reproductrices pâturent dans les prairies naturelles au printemps, dans les chaumes en été et sont en stabulation durant l'arrière saison, en automne et en hiver, période durant laquelle elles reçoivent du foin de prairie ou de

fourrage cultivé tel que l'avoine. La complémentation est pratiquée de la fin de l'été jusqu'au début printemps ; celle-ci est constituée de son de blé, de grains de maïs ou de mélange composé selon la disponibilité des matières premières. L'ensilage est pratiqué dans deux fermes et distribué en fin d'hiver. La pratique de la saillie naturelle domine dans toutes les fermes alors que l'insémination artificielle concerne une partie du cheptel d'une seule ferme.

Données de l'étude

Les données recueillies concernent les informations de fertilité relatives à la carrière de 452 vaches. Ces données concernent 16 campagnes successives et caractérisent deux paramètres de fertilité : l'intervalle entre le vêlage et la première saillie (IVPS) ou repos post-partum et l'indice coïtal (IC) ou nombre de saillies par fécondation. Pour chaque paramètre, nous avons retenu les facteurs de variations suivants : (i) la saison de reproduction (4 saisons), (ii) la génération animale (4 selon que la femelle est importée au stade génisse ou issue des trois générations successives nées en Algérie), (iii) le rang de mise bas à l'échelle individu (6 parités).

Analyse des données

En premier lieu, les données ont été soumises à une analyse descriptive (moyenne, coefficient de variation, répartition en classe), puis à une analyse plus détaillée. Celle-ci a concerné l'effet de certains facteurs de l'environnement et ceux liés à l'animal sur la variabilité de la fertilité. Enfin, nous avons testé l'impact des différentes périodes de repos post-partum sur l'indice coïtal selon le modèle linéaire générale, procédure SPSS, défini comme suit :

Model 1 :

$$Y_{ijkl} = \mu + F_i + S_j + G_k + P_l + (IFSGP)_{ijkl} + e_{ijkl}$$

Où :

Y_{ijkl} = le paramètre de fertilité (IVPS et IC) ;

μ = la moyenne de la population ;

F_i = l'effet moyen de la ferme ;

S_j = l'effet moyen de la saison de vêlage ;

G_k = l'effet moyen de la génération animale ;

P_l = l'effet moyen de la parité ;

$(IFSGP)_{ijkl}$ = l'effet des interactions d'ordre 2 ;

e_{ijkl} = l'erreur résiduelle aléatoire associée à l'observation Y_{ijkl} .

Les fermes sont au nombre de 4 ; la saison de vêlage est définie comme suit : printemps (Mars à Mai), été (Juin à Août), automne (Septembre à Novembre) et hiver (Décembre à Février). La génération animale est composée de 4 types définis comme suit : la génération une (G1) représente les vaches importées au stade génisse, la génération deux (G2) est constituée de femelles nées et élevées localement issues des mères importées, la génération trois (G3) est issue de vaches dont les mères sont issues de la G2 et la génération quatre (G4) est constituée de femelles nées localement dont les mères sont issues de la G3.

Le rang de mise bas ou parité comporte 6 événements ou plus, classés comme suit : 1^{ère}, 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème}, 6^{ème} et plus.

Model 2 :

$$Y_i = \mu + PP_i + e_i$$

Où :

Y_i = représente l'indice coïtal ;

μ = la moyenne de la population ;

PP_i = l'effet moyen de la période de repos post-partum ;

e_i = l'erreur résiduelle aléatoire associée à l'observation Y_i .

Cinq périodes de repos post-partum ont été définies, soient A : repos de moins de 45 jours, B : repos compris entre 46 et 90 jours, C : repos de 91 à 120 jours, D : repos de 121 à 150 jours et E : repos de plus de 150 jours.

RESULTATS ET DISCUSSION

- Fertilité moyenne

Dans les conditions de production des hautes plaines semi-arides, les vaches sont saillies en moyenne 98 jours après le vêlage alors que la fécondation a lieu après 1,43 saillies. Des résultats similaires ont été enregistrés dans le cas des races européennes élevées en Afrique (SRAIRI et BAQASSE 2000, VAN SANH et *al.*, 1997). Comparés aux résultats obtenus dans les pays tempérés, l'IVPS apparaît largement plus long alors que l'indice coïtal est comparable (SIMERL et *al.*, 1992, GILLUND et *al.*, 2001, PRYCE et *al.*, 2001, BERRY et *al.*, 2003, VEERKAMP et *al.*, 2001, GLOVER 2001 et LINDHE 2001).

Dans les hautes plaines, 19 % des saillies ont lieu avant 45 jours après mise bas, 56% avant 90 jours et 25% ont lieu après 120 jours post-partum. Au Canada, HAYES et *al.* (1992) rapportent que peu de vaches

(0,8 %) sont inséminées avant 50 jours post-partum, mais 76% le sont avant 100 jours. Dans nos conditions et en monte naturelle, 77% des fécondations sont obtenues après la première saillie alors que 11% nécessitent trois saillies ou plus. HAYES et *al.* (1992) et BUCKLEY et *al.* (2003) rapportent des réussites à la 1^{ère} insémination artificielle de 60% et 49% respectivement au Canada et en Irlande.

- Facteurs de variation des paramètres de fertilité

On observe un effet significatif des facteurs ferme et génération animale sur la fertilité alors que la saison de vêlage et la parité n'ont pas d'effet (tableau 1). Il existe aussi des variations significatives de l'IC liées aux interactions ferme et génération et de l'IVPS liées aux interactions ferme saison de vêlage et génération saison de vêlage.

Tableau 1 : carrés moyens des paramètres de fertilité

Facteurs	DI	IC	IVPS
Ferme (F)	3	3,85 **	99144,74 ***
Saison de vêlage (SV)	3	1,76 ns	2744,70 ns
Génération (G)	3	1,98 *	15698,37 ***
Parité (P)	5	0,77 ns	5163,10 ns
F*SV	9	1,29 ns	11659,63 ***
F*G	8	2,02 **	3801,98 ns
G*P	15	0,93 ns	3508,16 ns
G*SV	10	0,68 ns	5945,14 *
P*SV	15	1,07 ns	3040,75 ns
Erreur	1181	0,763	2542,36

ns : non significatif ; * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$
 DI : degré de liberté ; IC : indice coïtal ; IVPS : intervalle vêlage première saillie

- Effet de la ferme

Les paramètres de fertilité varient significativement selon la ferme. Les performances les plus élevées sont observées dans les exploitations ne pratiquant que la monte naturelle (F1, F2, F4) alors que la baisse de fertilité

dans la F3 est liée à la pratique de l'insémination artificielle. La variabilité des performances entre fermes s'expliquerait aussi par leur position par rapport au gradient d'aridité qui détermine les disponibilités en ressources alimentaires et l'effet probable du stress thermique sur le comportement reproductif des animaux. La variabilité des performances de fertilité selon la ferme a été bien décrite par BUCKLEY et al. (2003), CHAGUNDA et al. (2004), SILVA et al. (1992). En effet, bien que DOMEQ et al. (1991) attribuent la variabilité entre fermes aux modes d'insémination, à la détection des chaleurs, à l'apparition des signes d'œstrus et aux autres pratiques d'élevage, la région dans laquelle se situe la ferme peut expliquer aussi une part significative de ces variations. Toutefois, si SMITH et al. (2002) et JORDAN (2003) rapportent qu'aux Etats-Unis, les paramètres de fertilité se dégradent du Nord, plus froid (IVPS de 91-94 jours et IC de 2,24 points), au Sud, plus chaud (IVPS de 94-103 jours et IC de 2,49 points), WEIGEL et REKAYA (2000) observent en revanche, dans une étude faite aux Etats-Unis durant la période allant d'avril à septembre des intervalles plus courts au Sud, en Californie qu'au Nord, en Minnesota.

- Effet de la saison de vêlage

Les résultats obtenus montrent une évolution significative de l'IC; moins favorable en automne, celui-ci s'améliore progressivement pour réaliser la performance la plus élevée en été alors que l'IVPS est peu affecté et comparable entre saisons (tableau 02). Un IC plus bas en situation semi-aride en été traduit une faible corrélation entre la fertilité et le stress thermique. Si REKSEN et al. (1999) n'observent pas de différences chez la race Holstein en Norvège, d'autres auteurs rapportent un effet saison sensible sur les paramètres de fertilité (SILVA et al., 1992, COMPOS et al., 1995). Bien que les différences diffèrent en direction et en valeur selon les populations, les pays et les régions, BAGNATO et OLTENACUP (1994) montrent qu'en Italie, les vaches vêlant en saison sèche et chaude réalisent de faibles performances de reproduction, reflétées par un IC élevé et un IVPS plus long. SILVA et al. (1992) rapportent que les intervalles vêlage 1^{ère} saillie sont plus courts en saison froide (89 jours) qu'en saison chaude (96 jours) et attribuent cette tendance au stress thermique.

Selon la figure 1, l'effet saison de vêlage est plus prononcé dans les fermes 3 et 4 dont la variabilité des stocks fourragers est plus prononcée dans l'année, montrant ainsi l'effet de variabilité de l'état corporel sur les performances de reproduction (RUEGG et MILTON, 1995). Une alimentation suffisante favorise la correction du statut énergétique partiellement négative durant la première période post-partum et influe positivement sur les paramètres de fertilité en augmentant la taille des follicules ovulatoires, le nombre des follicules ovariens et la concentration des hormones de

reproduction. (STAPLES et al.1998). Pour DECHOW et al. (2002), LOEFFLER et al. (1999) et DE VRIES et al. (2000), la balance énergétique négative au début de lactation, particulièrement pour les animaux mal nourris en phase de tarissement, conduit l'animal à mobiliser ses réserves corporelles, augmentant ainsi les incidences de désordres métaboliques et affaibli le niveau de fertilité. Pour BENCHARIF et al.(2000), cela est dû aux problèmes de l'involution utérine et au rôle des prostaglandines. Ainsi, ces auteurs rapportent une réduction de l'intervalle entre le vêlage et la 1^{ère} saillie et du nombre de saillies par fécondation avec l'injection de prostaglandine ou ses analogues.

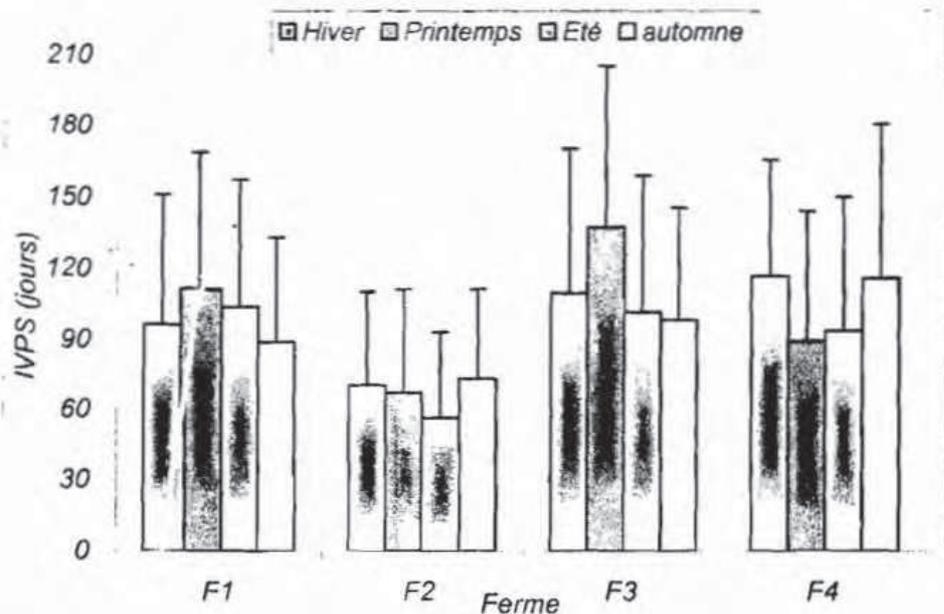


Figure 1 : Variabilité de l'IVPS selon la saison de vêlage dans les 4 fermes.

- Effet de la génération animale

La variable génération animale affecte significativement l'IVPS ($p < 0,001$) et l'IC ($p < 0,05$). L'IC accuse une amélioration significative entre la génération 1 et 3, mais se dégrade sensiblement chez les vaches de la génération 4. En revanche, l'IVPS s'améliore d'une génération à une autre, mais reste comparable entre les générations nées en Algérie et oppose celles-ci et la génération des animaux importés.

Selon la saison de vêlage, l'IVPS est comparable intra génération ; en revanche, les différences entre générations sont plus importantes en saison sèche (Figure 2). Cela semble traduire une aptitude de se reproduire en été en progression de la G1 à la G4. La différence de l'IVPS entre générations passe de 14 jours en hiver à 57 jours en été. Deux facteurs semblent expliquer ce phénomène, le format et la production du lait. FAR (2002) observe une baisse significative de poids mûre de l'animal entre la G1 et la G4 (695 kg vs 632 kg) corrélative à une amélioration de la fertilité. BERRY et al.(2003) montrent que le poids de la vache est négativement corrélé avec l'intervalle vêlage-1^{ère} insémination. L'amélioration de l'IVPS selon la génération peut être expliquée aussi par le niveau de production de lait. Les vaches importées au stade génisse produisent plus du lait que les générations nées localement et manifestent plus de difficultés à revenir en chaleurs. Cela confirme plusieurs travaux dans des régions différentes sur l'effet négatif du niveau de production du lait sur les performances de fertilité (KEARNEY et al.,2004, WASHBURN et al.,2002, BAGNATO et OLTENACU P 1994).

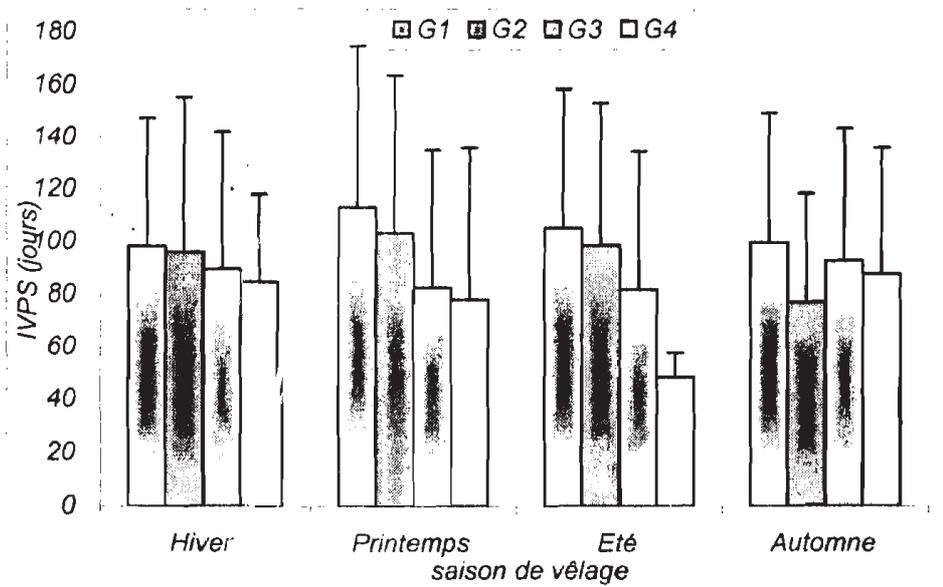


Figure 2 : Variabilité de l'IVPS selon la saison de vêlage et la génération

- Effet de l'ordre de vêlage

Au cours de la carrière des femelles, les paramètres de fertilité sont comparables. Une amélioration continue est observée de la 1^{ère} à la 4^{ème}

mise bas pour l'IVPS et jusqu'à la 5^{ème} mise bas pour l'IC, réalisant un gain de 0.2 points pour l'IC et de 15 jours pour l'IVPS. Ces résultats montrent les difficultés de reproduction en début de carrière chez les animaux encore en croissance et dont la compétition entre fonctions physiologiques est encore forte, il s'en suit une adaptation progressive jusqu'à la 5^{ème} parité suivie d'un début de baisse des performances en fin de carrière. Aux Etats-Unis, BARTON et al.(1996) observe un effet significatif de la parité sur l'IC et non sur l'IVPS alors qu'en Norvège, RESKEN et al. (1999) notent que la parité affecte les deux paramètres.

Tableau 2 : variabilité des paramètres de fertilité selon la ferme, la saison de vêlage, la génération animale et l'ordre de parité.

Facteurs de variation	IC	IVPS (jours)
Ferme		
F1	1,43±0.93 (854) b	100,25±53.08 (565) b
F2	1,33±0.75 (488) a	69,19±40.24 (349) a
F3	1,49±1.00 (224) b	113,36±60.21 (119) c
F4	1,24±0.59 (291) a	102,45±56.78 (231) bc
Saison de vêlage		
Hiver	1,46±0.88 (384) ab	94,17±52.92 (337) a
Printemps	1,42±0.85 (397) ab	95,30±58.12 (353) a
Eté	1,34±0.83 (291) a	94,76±54.41 (262) a
Automne	1,51±0.99 (368) b	88,91±47.92 (312) a
Génération animale		
G1	1,45±0.89 (467) b	103,34±53.29 (323) b
G2	1,38±0.89 (602) ab	93,87±55.08 (417) a
G3	1,31±0.75 (626) a	86,53±52.11 (441) a
G4	1,51±0.98 (130) b	81,45±45.85 (71) a
Ordre de vêlage		
P1	1,48±0,99 (367) b	98,71±54,10 (298) b
P2	1,45±0.95 (315) ab	94,17±52,03 (270) b
P3	1,44±0,92 (250) ab	91,24±54,96 (221) ab
P4	1,46±0,86 (196) ab	83,60±47,84 (169) a
P5	1,29±0,60 (143) a	93,46±62,21 (125) ab
P6+	1,41±0,81 (184) ab	93,86±50,02 (178) ab
Total	1,43±0,99 (1875)	98,28±63,46 (1290)

Lettres différentes sur la même Colonne (a, b, c, d) : différence significative au seuil de $p < 0,05$

Impact de l'allongement de l'IVPS sur l'indice coïtal

La fertilité des vaches est fortement influencée par la durée de repos post-partum (tableau 3). Selon le tableau 4 et la figure 3, la chute de la fertilité (IC > 1,5) est significative dans le cas d'un IVPS court (<45 jours). Pour des IVPS de plus de 45 jours post-partum, la variabilité de l'IC n'est pas significative (0,1 points d'écart). En Irlande, BERRY et al. (2003) signalent une diminution des fécondations à la première insémination dans le cas d'un IVPS court.

Selon la génération animale, l'effet de la durée de repos post-partum sur l'IC montre deux types d'évolution (Figure 4). Pour les vaches importées et leurs filles nées localement de générations 2 et 3, l'IC enregistre une amélioration au fur et à mesure que la durée de repos post-partum augmente jusqu'à un optimum compris entre 90 et 120 jours au delà duquel la fertilité accuse une chute. En revanche, pour les animaux de la génération 4, le nombre de saillies par fécondation est plus réduit lorsque la vache est inséminée plus tard.

Au cours de leur carrière (Figure 5), les vaches inséminées tôt, ayant une durée de repos post-partum inférieure à 45 jours rencontrent des problèmes de 'repeat breeding' et exigent plus de 1,5 saillies par fécondation (Figure 5). Un IVPS compris entre 45 et 90 jours apparaît comme optimal pour une fertilité correcte dans nos conditions de production. Pour les exploitations pratiquant l'insémination artificielle, BERRY et al.(2003) rapportent que les économies réalisées en réduisant l'IVPS sont perdues à cause des difficultés de réussite de la 1^{ère} insémination

Tableau 3 : carré moyen obtenu à partir de l'analyse de la variance

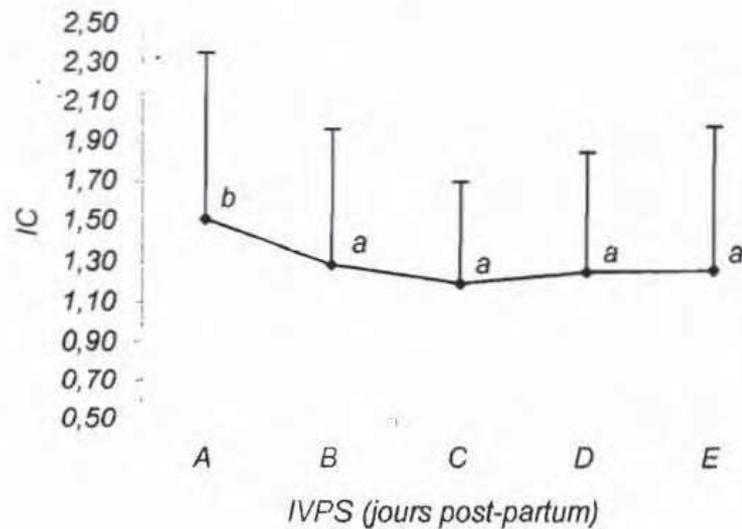
Facteurs	DI	Carrés moyens
IVPS	4	3,304 ***

*** effet significatif à $p < 0.001$

Tableau 4 : variabilité de l'indice coïtal selon la durée de repos post-partum

IVPS (jours)	IC	n
< 45 jours (A)	1,51±0,84 (228)	b
45 à 90 jours (B)	1,29±0,68 (456)	a
90 à 120 jours (C)	1,19±0,51 (223)	a
120 à 150 jours (D)	1,25±0,59 (136)	a
> 150 jours (E)	1,26±0,72 (196)	a

a, b : lettres de différence à $p < 0.05$



a, b : lettres différentes expriment une différence significative au seuil de $p < 0.05$
 A : IVPS < 45j ; B : IVPS 45-90 ; C : IVPS 90-120j ; D : IVPS 120-150j ;
 E : IVPS > à 150j.

Figure 3 : variabilité de l'indice coïtal selon la durée de repos post-partum

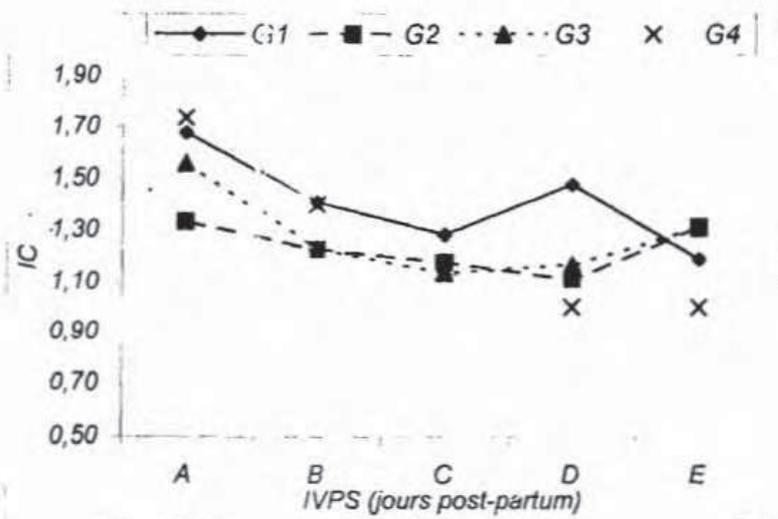


Figure 4 : variabilité de l'indice coûtal selon la durée de repos post-partum et la génération animale

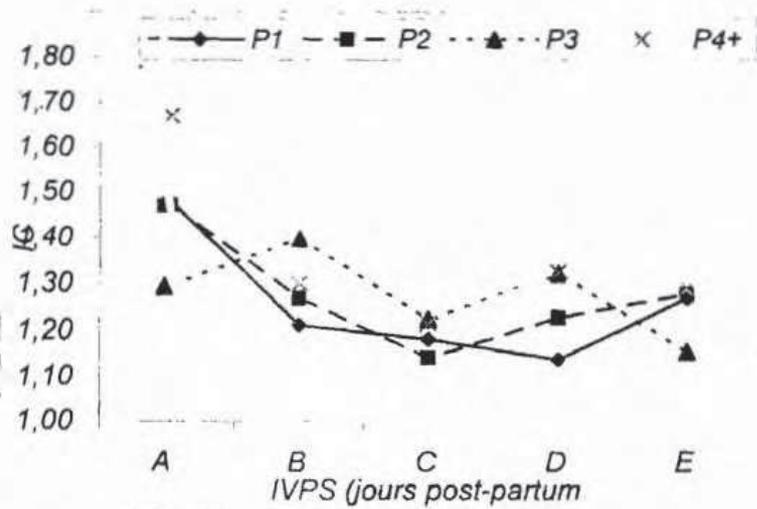


Figure 5 : variabilité de l'indice coûtal selon la durée de repos post-partum et la parité

CONCLUSION

La fertilité des femelles dans la région semi aride dépend non seulement des pratiques de reproduction, de la région d'élevage, de la génération animale mais aussi de la durée de repos post-partum. La fertilité est plus élevée dans les conditions d'utilisation de la monte naturelle, dans les régions à potentialités fourragères plus élevées et pour les femelles nées localement. Toutefois dans nos conditions d'élevage, il est recommandé de pratiquer, quelque soit les conditions d'élevages et le matériel animal utilisé, une mise à la reproduction respectant l'intervalle compris entre 45 et 90 jours post-partum. Cet intervalle représente l'optimum nécessaire à l'obtention d'une fertilité maîtrisée (non retour en chaleur), plus particulièrement dans les conditions de pratique de l'insémination artificielle.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, particulièrement le personnel des fermes pilotes (gérant, ingénieurs et techniciens) qui a mis à notre disposition tous les documents en leur possession.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAGNATO A., OLTENACU P A., 1994.-** Phenotypic Evaluation of Fertility Traits and Their Association with Milk Production of Italian Friesian Cattle. *J Dairy Sci* 77:874-882.
- BARTON B A., ROSARIO., ANDERSON G W., GRINDLE B P., CARROLL D J., 1996.-** Effects of Dietary Crude Protein, Breed, Parity, and Health Status on the Fertility of Dairy Cows. *J Dairy Sci* 79:2225-2236.
- BENCHARIF D., TAINTURIER D., SLAMA H., BRUYAS J F., BATTUT I., FIENI F., 2000.-** Prostaglandines et *post-partum* chez la vache. *Revue Méd. Vét.*, 2000, 151, 5, 401-408.
- BERRY D P., BUCKLEY F., DILLON P., EVANS RD., RATH M., VEERKAMP R F., 2003.-** Genetic Parameters for Body Condition Score, Body Weight, Milk Yield, and Fertility Estimated Using Random Regression Models. *J. Dairy Sci.* 86:3704-3717.
- BUCKLEY F., MEE J., O'SULLIVAN K., EVANS R., BERRY D., DILLON P., 2003.-** Insemination factors affecting the conception rate in seasonal calving Holstein-Friesian cows. *Reprod. Nutr. Dev.* 43: 543-555.
- CAMPOS M S., WILCOX C J., SPREEN T H., 1995.-** Effects of Interrelationships of Production and Reproduction on Net Returns in Florida. *J Dairy Sci* 78:704-709.
- CHAGUNDA M G G., BRUNS E W., WOLLNY C B A., KING H M., 2004.-** Effect of milk yield-based selection on some reproductive traits of Holstein Friesian cows on large-scale dairy farms in Malawi. *Livestock Research for Rural Development* 16 (7).
- DE VRIES M J., VAN DER BEEK S., KAAL-LANSBERGEN L M T E., OUWELTJES W, WILMINK J B M., 1999.-** Modeling of energy balance in early lactation and the effect of energy deficits in early lactation on first detected estrus postpartum in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:1927-1934.
- DECHOW C D., ROGERS G W., CLAY J S., 2002.-** Heritability and Correlations Among Body Condition Score Loss, Body Condition Score, Production and Reproductive Performance. *J. Dairy Sci.* 85:3062-3070.

- DOMECQ J J., R. L. NEBEL R L., M. L. MCGILLIARD M L., PASQUINO A T., 1991.-** Expert System for Evaluation of Reproductive Performance and Management. *J. Dairy Sci.* 74:3446–3453.
- FAR Z., 2002.-** Caractérisation du comportement reproductif et productif de la race bovine Montbéliarde en situation semi aride. Mémoire D'Ingénieur Agronome. INA Alger, 110p.
- GILLUND P., REKSEN O., GROHN Y T., KARLBERG K., 2001.-** Body Condition Related to Ketosis and Reproductive Performance in Norwegian Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 84:1390–1396.
- GLOVER M E., 2001.-** Fertility information: Adviser/vet needs. In *Recording and Evaluation of Fertility Traits in UK Dairy Cattle. Proceedings of a workshop held in Edinburgh. 19th and 20th November 2001.* 15-21.
- HAVES J F., CUE R I., MONARDES H G., 1992.-** Estimates of Repeatability of Reproductive Measures in Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.* 75:1701–1706.
- JORDAN E R., 2003.-** Effects of Heat Stress on Reproduction. *J. Dairy Sci.* 86:(E. Suppl.):E104-E114.
- KEARNEY J F., SCHUTZ M M., BOETTCHER P J., 2004.-** Genotype × Environment Interaction for Grazing vs. Confinement. II. Health and Reproduction Traits. *J. Dairy Sci.* 87:510–516.
- LINDHE B., 2001.-** Experience on recording fertility in Sweden. In *Recording and Evaluation of Fertility Traits in UK Dairy Cattle. Proceedings of a workshop held in Edinburgh. 19th and 20th November 2001.* 35-37.
- LOEFFLER S H., DE VRIES M J, SCHUKKEN Y H., 1999.-** The effects of time of disease occurrence, milk yield, and body condition on fertility of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:2589–2604.
- PRYCE J E., COFFEY M P., SIMM G., 2001.-** The Relationship between Body Condition Score and Reproductive Performance. *J. Dairy Sci.* 84:1508–1515.
- REKSEN O., TVERDAL A., ROPSTAD E., 1999.-** A Comparative Study of Reproductive Performance in Organic and Conventional Dairy Husbandry. *J Dairy Sci* 82:2605–2610.

- RUEGG P L., MILTON R L., 1995.-** Body Condition Scores of Holstein Cows on Prince Edward Island, Canada: Relationships with Yield, Reproductive Performance, and Disease. *J Dairy Sci* 78:552-564.
- SILVA H M., WILCOX C J., THATCHER W W., BECKER R B., MORSE D., 1992.-** Factors Affecting Days Open, Gestation Length, and Calving Interval in Florida Dairy Cattle. *J Dairy Sci* 75:288-293.
- SIMERL N A., WILCOX C J., THATCHER W W., 1992.-** Postpartum Performance of Freshening at Young Ages' Dairy Heifers. *J Dairy Sci* 75:590-595.
- SMITH J W., GILSON W D., ELY L O., 2002.-** Dairy reproduction benchmarks. Cooperative extension service. The University of Georgia College of Agricultural and environmental Sciences.
- SRAÏRI M T., BAQASSE M., 2000.-** Devenir, performances de production et de reproduction de génisses laitières frisonnes pie noires importées au Maroc. *Livestock Research for Rural Development* (12) 3
- STAPLES C R., BURKE J M., THATCHER W W., 1998.-** Influence of Supplemental Fats on Reproductive Tissues and Performance of Lactating Cows. *J Dairy Sci* 81:856-871.
- VAN SANH M., PRESTON T R., LY L V., 1997.-** Effects of restricted suckling versus artificial rearing on performance and fertility of crossbreed F1(Holstein Friesian x Local) cows and calves in Vietnam. *Livestock Research for Rural Development* (9) 4.
- VEERKAMP R F., KOENEN E P C., De JONG G., 2001.-** Genetic Correlations Among Body Condition Score, Yield, and Fertility in First-Parity Cows Estimated by Random Regression Models. *J. Dairy Sci.* 84:2327-2335.
- WASHBURN S P., SILVIA W J., BROWN C H., McDANIEL B T., MCALLISTER A J., 2002.-** Trends in Reproductive Performance in Southeastern Holstein and Jersey DHI Herds. *J. Dairy Sci.* 85:244-251.
- WEIGEL K A., REKAYA R., 2000.-** Genetic Parameters for Reproductive Traits of Holstein Cattle in California and Minnesota. *J. Dairy Sci.* 83:1072-1080.

SOMMAIRE

- AMARA M., GUEDIOURA I., MOUSSSAOUI N.- Analyse de l'application des modèles de Gorjatchkin et de Gee Clough pour l'évaluation de l'effort de résistance à la traction de deux formes de corps de charrues à socs 001
- BOULAHIA K., AÏD F., ABROUS O. et KESRI-BENHASSAINE G.- Etude de l'effet d'un herbicide (Norflurazon) sur la croissance des cals de haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) 015
- BENYOUCEF M.T et BOUZEGAG B.- Résultats d'étude de la qualité de la viande de deux races camelines (Targui et Sahraoui) à Ouargla et Tamanrasset (Algérie) 037
- CHABACA M.N. et MESSAHEL M.- Amélioration de la pratique de l'irrigation gravitaire traditionnelle par micro raies en Algérie 055
- CHOZLANE F., YAKHLEF H., ALLANE M., et BOUZIDA S.- Evaluation de la durabilité des exploitations bovines laitières de la Wilaya de Tizi-Ouzou 083
- HAMOUCHE Y., AMIROUCHE R. et AMIROUCHE N.- Notes taxonomiques et caryologiques de deux espèces du genre *Scilla* (*Hyacinthaceae*) de l'ouest-algerois 95
- MERABET B.A. et BOUTIBA A.- Etude du comportement de la variété de blé dur améliorée Tassiii conduite en sec et irrigué vis-à-vis de la variabilité de la pluviométrie interannuelle et l'efficience d'utilisation de l'eau 107
- MOUFFOK Ch., MADANI T., YAKHLEF H.- Effet de l'allongement du repos post-partum sur la fertilité des vaches montbeliardiennes dans les hautes plaines de l'est Algerien 119