

**ETUDE DES PERTES EN GRAIN DE CEREALES ET DE LA QUALITE
DE TRAVAIL D'UNE MOISSONNEUSE- BATTEUSE « AXIAL-FLOW »
DANS LES ZONES SAHARIENNES.**

KACI F.

Institut National Agronomique - El Harrach - Alger

Résumé : la moissonneuse-batteuse AXIAL-FLOW, fabriquée par la firme américaine Case-I H , a été longtemps utilisée au niveau de la ferme pilote de Gassi-Touil en zone saharienne. Nous avons suivi son évolution sur plusieurs campagnes afin de déterminer les pertes en grain et la qualité de travail , et donc de proposer des réglages adéquats.

Les réglages ont porté essentiellement sur la variation des vitesses d'avancement et des vitesses de rotation du batteur.

Mots clés : moissonneuse-batteuse AXIAL-FLOW, perte en grain, vitesse d'avancement, vitesse du batteur, qualité du travail.

**TRY OUT A COMBINE-HARVESTER AXIAL-FLOW IN ORDER
TO DETERMINE GRAIN LOSSES AND DAMAGE
IN THE ALGERIAN SAHARA**

Abstract : The combine-harvester AXIAL-FLOW, from american Case-I H, was often used in the Algerian Sahara precisely in the Gassi-Touil farmhouse. We have studied the movement of this machine to determine grain losses and damage in order to recommend adequat combinations between the threshing control and the machine speeds.

Key words : combine-harvester AXIAL-FLOW, grain losses, grain damage, speed machine, speed thresher.

INTRODUCTION

La maîtrise du fonctionnement des machines utilisées en agriculture et leur adaptation sont l'atout majeur pour une bonne réussite des travaux agricoles. Souvent, les conseils donnés par les constructeurs quant aux réglages des différents éléments des machines s'avèrent non adéquats aux conditions réelles d'utilisation (LEFLURY et STONE, 1983 ; MEM-MUSZAKI, 1981). Ceci est d'autant plus vrai dans les zones sahariennes où les conditions, notamment climatiques, sont très différentes de celles du Nord du pays.

L'intérêt de ce travail réside dans l'adaptation d'une moissonneuse-batteuse nouvellement utilisée en Algérie « l'Axial-Flow », machine non conventionnelle, aux conditions souvent très sèches du grain à la récolte.

MATERIEL ET METHODES

Les essais se sont déroulés dans la région de Ouargla, précisément dans la ferme pilote dénommée « Gassi-Touil ». Cette ferme s'étale sur une superficie de 912 hectares en irrigué dont 30% des eaux possèdent un taux de salinité supérieur à 5 g/l ; l'irrigation se fait par des centres pivots de 52 hectares chacun.

1. Matériel

1. 1. Matériel de récolte

La machine utilisée lors de cette récolte de céréales est la moissonneuse-batteuse à battage axial de marque « Case International 1660 » dont les caractéristiques principales sont :

- Largeur de coupe	7,70 m
- Rotor et cage	
. diamètre et longueur	0,61 - 2,82 m
. nombre de pales de l'engrenneur	03
. régime	280 – 650 tr/mn 530 – 1260 tr/mn
-Contre-batteur	
. angle d'enroulement	143°
. surface totale	0,92 m ²
. surface totale calculée pour céréales	3,68 m ²
	21
-Grilles de séparation	
. nombre et type	0,3 – lisses
. surface totale des grilles	0,60 m ²
. surface de séparation cage	0,62 m ²
. surface totale calculée céréales	8,56 m ²

-Grilles de nettoyage

. Coffre de nettoyage	sous-pression
. Surface totale sous l'action du vent	4,14 m ²

-Ventilateur

. Vitesse	380 à 1200 tr/mn
-----------	------------------

1. 2. Matériel végétal

Deux variétés de blé ont été récoltées ; il s'agit du blé dur (Mexicali) et du blé tendre (C.Cinia) sur deux parcelles de 2 hectares chacune.

2. Méthodes

Pour la fiabilité des résultats et afin d'éviter l'effet de bordure ainsi que l'hétérogénéité du rendement due à l'irrigation, les prélèvements des échantillons sont pris, selon les parcours, soit au centre de la parcelle, soit à la périphérie. Après la mise en charge de la machine, sur une distance de 100 m, une bâche se déroule pour récupérer l'andin derrière la machine sur une distance de 30 m environ pour l'évaluation des pertes ; durant le même temps, un opérateur prélève un échantillon de grain à la sortie de la vis de remplissage de la trémie pour analyser la qualité du travail.

Pour diminuer les pertes , et conformément aux travaux de KLINNER (1979) et de NYBORG (1964), la hauteur de coupe a été limitée.

Les combinaisons de réglage réalisées lors des essais sont données dans le tableau 1. La parcelle 1 concerne le blé dur, et la parcelle 2 concerne le blé tendre.

Tableau 1 : combinaisons de réglages réalisés lors des essais sur les deux parcelles.

Parcours	Vitesse d'avancement (Va) en Km / h		Vitesse de rotation du batteur (Vb) en tour /mn					
	Parcelle N° 1	Parcelle N° 2	Vb1 700	Vb2 800	Vb3 900	Vb4 1000	Vb5 1100	Vb6 1200
A	Va1 = 1.5	Va1 = 2.2	+	+				
B	Va2= 2.6	Va2= 3.0		+	+			
C	Va3=3.2	Va3= 3.6			+	+		
D	Va4= 4.3	Va4= 4.5				+	+	
E	Va5=5.2	Va5= 5.15					+	+

RESULTATS

Le tableau 2 présente quelques paramètres importants concernant les cultures de blé dur et de blé tendre.

Tableau 2 : paramètres des cultures de blé dur et de blé tendre

Paramètres	Blé dur (Mexicali)	Blé tendre (C. Linia)
rendement (qx/ha)	35.5	20
nombre d'épis au m ²	424	370
nombre de grains par épi	22	18
rapport massique paille/grain	1.6	1.7
poids de mille grains (g)	38	30
hauteur moyenne des tiges(cm)	53.2	42
humidité du grain (%)	9	8
humidité de la paille (%)	8	7

On constate que le taux d'humidité est très faible (8 à 9%) et que la température journalière à l'époque de la récolte dépasse souvent les 30°C.

Dans les tableaux 3 et 4 sont présentées les deux moyennes retenues pour les paramètres contrôlés à savoir le taux de perte, le taux de casse et le taux d'impureté

Tableau 3 : Résultats expérimentaux des paramètres contrôlés de la parcelle 1.

Parcours	Facteurs variables		Paramètres contrôlés			
	Combinaisons de vitesses		Nombre d'échantillons	Taux de perte (%)	Taux de casse (%)	Taux d'impureté (%)
	Vitesses d'avancement (Va)	Vitesses de rotation (Vb)				
A	Va1	Vb1	5	0.23	1.8	4.0
	Va1	Vb2	5	0.31	1.4	3.2
B	Va2	Vb2	5	0.50	1.1	3.0
	Va2	Vb3	5	0.47	1.1	3.0
C	Va3	Vb3	5	1.0	0.9	2.0
	Va3	Vb4	5	1.87	0.6	1.0
D	Va4	Vb4	5	0.98	0.8	0.8
	Va4	Vb5	5	0.85	0.8	0.8
E	Va5	Vb5	5	0.85	0.7	0.7
	Va5	Vb6	5	1.18	0.7	0.8

Tableau 4 : Résultats expérimentaux des paramètres contrôlés de la parcelle 2.

Parcours	Facteurs variables		Paramètres contrôlés			
	Combinaisons de vitesses		Nombre d'échantillons	Taux de perte (%)	Taux de casse (%)	Taux d'impureté (%)
	Vitesses d'avancement	Vitesses de rotation				
A	Va1	Vb1	5	2.8	2.1	7.1
	Va1	Vb2	5	2.3	3.7	5.3
B	Va2	Vb2	5	1.7	2.1	4.8
	Va2	Vb3	5	1.2	2.0	3.7
C	Va3	Vb3	5	1.2	1.7	2.6
	Va3	Vb4	5	0.8	1.6	2.2
D	Va4	Vb4	5	0.9	1.0	2.0
	Va4	Vb5	5	2.0	0.8	0.9
E	Va5	Vb5	5	0.9	0.3	3.0
	Va5	Vb6	5	1.0	0.2	3.0

DISCUSSION

Comparativement aux normes internationales dont les limites admissibles de pertes et de qualité de travail sont :

- .le taux de perte de grain doit être inférieur à 1% ,
- .le taux de casse de grain de semence doit être inférieur à 1 % ,
- .le taux de casse de grain de consommation doit être inférieur à 2 % ,
- .le taux d'impureté doit être inférieur ou égal à 2 % .

On peut conclure que pour la récolte de blé dur, seulement 4 combinaisons de vitesses , entre les vitesses d'avancement et les vitesses du batteur (V_a / V_b) sont à retenir à savoir : V_{a_3} / V_{b_3} ; V_{a_4} / V_{b_4} ; V_{a_4} / V_{b_5} ; V_{a_5} / V_{b_5} . Pour la récolte de blé tendre seule la combinaison V_{a_4} / V_{b_4} peut être retenue

A la suite de ces résultats nous avons appliqué la méthode de la similitude et de l'analyse dimensionnelle, outil mathématique très simple, qui nous a permis de mettre en évidence les combinaisons de vitesses optimales, c'est à dire les combinaisons qui limitent les pertes et la qualité de travail aux normes internationales (KAMINSKI et al., 1985). Pour expliquer brièvement la méthode, on considère que :

- le symbole m représente la capacité du batteur exprimée par la masse de récolte qui pénètre dans le mécanisme de battage par unité de temps.
- le symbole P représente la masse d'un paramètre étudié (ici la perte et la qualité du grain) qui se produit pendant un temps t.
- les symboles V_a et V_b représentent les vitesses d'avancement de la machine et les vitesses de rotation du batteur dont les variations influent directement sur la capacité de travail de la machine et donc déterminent le niveau de perte et de qualité de travail. Ainsi on définit la relation suivante :

$$p/m = c (V_a / V_b)^a$$

Cette relation est une équation de la forme $Y = ax$.

Les expressions p/m et V_a / V_b sont des nombres addimensionnels.

Les constantes c et a sont déterminées par la méthode de la régression linéaire par les moindres carrés (tableaux 5 et 6).

Tableau 5 : Equations des paramètres étudiés, parcelle 1

Paramètres étudiés	équations	coefficients de corrélations
pertes	$p/m = 0.20 (V_a / V_b)^{-1.05}$	$r^2 = 0.53$
casses	$p/m = 0.29 (V_a / V_b)^{-0.92}$	$r^2 = 0.66$
impuretés	$p/m = 0.13 (V_a / V_b)^{-1.92}$	$r^2 = 0.71$

Tableau 6 : équations des paramètres étudiés, parcelle 2

paramètres étudiés	équations	coefficients de corrélations
pertes	$p/m = 0.20 (Va - Vb)^{-1.65}$	$r^2 = 0.45$
casses	$p/m = 0.01 (Va - Vb)^{-4.18}$	$r^2 = 0.64$
impuretés	$p/m = 0.29 (Va - Vb)^{-2.04}$	$r^2 = 0.37$

Le rapport Va/Vb nous renseigne sur le comportement des pertes et la qualité de travail, tenant compte de l'action simultanée des deux paramètres du rapport, ce qui donne une image assez proche des conditions réelles de battage de la machine.

L'influence des deux paramètres pris séparément a été étudiée par Mc GHECHAN et GLASBEY (1982) , par contre leur action simultanée a été rarement abordée.

Concernant le blé dur, pour l'obtention d'un taux de pertes inférieur à 1% par une moissonneuse-batteuse « Axial-Flow » dans des conditions de travail similaire, nous devons effectuer les réglages présentés dans le tableau 7.

Tableau 7 : combinaisons de réglages pour des pertes optimales

Vitesse de la machine Va		Vitesse de rotation du batteur Vb	
km/h	m/s	tr /mn	m/s
2.95	0.82	700	22.34
3.38	0.94	800	22.53
3.81	1.06	900	28.73
4.24	1.18	1000	31.92
4.64	1.29	1100	35.11
5.07	1.41	1200	38.10

Ces combinaisons ont été obtenues à partir d'un rapport Va/Vb = 0,037 ; connaissant la valeur de Vb, on déduit la valeur de Va..

Pour la qualité de travail , les réglages optimaux sont donnés dans²¹ le tableau 8. Ces combinaisons sont obtenues à partir d'un rapport Va/Vb = 0,030.

Tableau 8 : combinaisons de réglages pour une qualité de travail optimales

Vitesse de la machine Va		Vitesse de rotation du batteur Vb	
km/h	m/s	tr /mn	m/s
2.41	0.67	700	22.34
2.73	0.76	800	22.53
3.09	0.86	900	28.73
3.42	0.95	1000	31.92
3.78	1.05	1100	35.11
4.10	1.14	1200	38.10

Concernant le blé tendre, pour obtenir un taux de pertes admissible, les réglages préconisés sont donnés dans le tableau 9 pour une valeur du rapport $Va/Vb = 0,039$.

Tableau 9 : Combinaisons de réglages pour des pertes optimales

Vitesse de la machine Va		Vitesse de rotation du batteur Vb	
km/h	m/s	tr /mn	m/s
3.13	0.87	700	22.34
3.51	0.99	800	22.53
4.03	1.12	900	28.73
4.48	1.24	1000	31.92
4.92	1.36	1100	35.11
5.37	1.49	1200	38.10

Pour la qualité de travail les réglages optimaux sont donnés dans le tableau 10. Ces combinaisons sont obtenues à partir d'un rapport $Va/Vb = 0,028$.

Tableau 10 : combinaisons de réglages pour une qualité de travail optimale

Vitesse de la machine Va		Vitesse de rotation du batteur Vb	
km/h	m/s	tr /mn	m/s
2.25	0.62	700	22.34
2.57	0.71	800	22.53
2.89	0.80	900	28.73
3.21	0.89	1000	31.92
3.53	0.98	1100	35.11
3.86	1.07	1200	38.10

CONCLUSION

Dans l'ensemble on peut dire que la plupart des auteurs dénoncent la complexité du problème de pertes en grains à la récolte mécanisée.

La capacité réelle de la moissonneuse-batteuse étant étroitement liée à la vitesse d'avancement et à la vitesse de rotation du batteur, plus le volume de la matière absorbée par la machine est important, plus le risque de pertes est important.

La méthode de la similitude et de l'analyse dimensionnelle nous a permis de limiter le nombre d'essai et de connaître les combinaisons de réglage qui limitent les pertes et adaptent la qualité de travail aux normes internationales.

Cette machine convient mieux à nos conditions de récolte de rendements élevés . Ces résultats confirment ceux de FAIRBANKS et al. (1978) qui montrent, dans des conditions comparables, que la moissonneuse-batteuse AXIAL-FLOW permet de réaliser trois fois moins de pertes que la moissonneuse-batteuse à flux tangentiel.

Références

FAIRBANKS G.E. , JOHNSON W.H., SCHROK M.D. - 1978 : Field comparison of rotary and conventional combines in wheat. Revue of transaction of the ASAE N° 78, pp. 15 - 91.

KAMINSKI E., KESRAOUI H., ADJROUDI R. - 1985 : théorie de la similitude et de l'analyse dimensionnelle dans l'expérimentation en machinisme agricole. Cours de méthodologie des essais à l'usage des étudiants - Doc. ployc. I.N.A., Alger

KLINNER W.E. -1979 : reudcing fieldloss in grain harvesting operation. Journal of Agricultural Engineering Research , N° 24 , pp. 23- 27

LEFLURY M.J., STONE G.T. - 1983 : speed control of a combine hervester to maintain specific level of measured threshing grain loss. Journal of Agricultural Engineering Research, N° 28, pp. 39-49

Mc GHECHAN M.B., GLASBEY C.A. - 1982 : benefits of différents forward speed control systems for combine harvesters. Journal fo Agricultural Engineering Research, N° 27, pp. 19-27

MEM-MUSZAKI I. - 1981 : method and apparatus for controlling a harvesting combine. Canadian Agricultural Engineering, N° 23, pp. 83-87

NYBORG E.O. - 1964 : a test procedure for determinig combine capacity . Canadian Agricultural Engineering, N° 6, pp. 79-90