



TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EN AGRICULTURE

MAMVA/DERD

● N° 21 ● Juin 1996 ●

IAV Hassan II

Pertes en Grains à la Récolte des Céréales au Maroc

L'objectif de cette étude est l'évaluation des pertes en grains à la récolte des céréales au Maroc et la détermination des causes et facteurs responsables de ces pertes, en vue de proposer un plan d'action pour la réduction des pertes en grains à la récolte. L'étude a concerné aussi bien la récolte mécanique que manuelle du blé tendre, du blé dur et de l'orge dans les zones de Meknès, Taounate, El Kelâa, Settat, Sidi Kacem, Kénitra, Ifrane et Tadla. Au total 633 enquêtes ont été réalisées sur la récolte mécanique, et 369 enquêtes sur la récolte manuelle. Pour la récolte mécanique, la moyenne des pertes en grains des trois céréales, pondérée sur l'ensemble des régions, est de 3,69% du rendement réel, soit 100 Kg/ha. Le niveau de pertes le plus élevé a été observé dans la zone d'El Kelâa (5,21%) et le niveau le plus faible dans le périmètre irrigué du Tadla (2,05%). Les pertes par espèce de céréale sont de 5,31% pour l'orge, de 3,02% pour le blé tendre et de 2,53% pour le blé dur. De toutes les catégories des pertes, celles relatives à la barre de coupe sont les plus importantes (2,02%). Pour la récolte manuelle, la moyenne pondérée des pertes globale sur l'ensemble des zones et des espèces est de 5,14%, soit 120 Kg/ha. Les pertes globales les plus faibles ont été notées dans la zone d'Ifrane (2,45%) et les plus élevées dans la zone de Meknès. La décomposition des pertes globales de la récolte manuelle indique que les pertes à la moisson constituent la majorité des pertes (2,32%), suivies par les pertes au nettoyage (1,75% ou 41 Kg/ha), ensuite viennent les pertes de pré-récolte (0,89%), et enfin les pertes au battage (0,47%).

INTRODUCTION

Les céréales occupent une place prédominante dans l'agriculture marocaine. A cet effet, plusieurs efforts ont été déployés et beaucoup de moyens ont été mis en oeuvre par le MAMVA pour augmenter la production en vue de réaliser dans les meilleurs délais l'objectif tant souhaité qu'est l'autosuffisance.

Ainsi, malgré la grande variabilité du climat que connaît notre pays, et bien qu'une bonne partie du territoire marocain se trouve sous des climats défavorables (pluviométrie faible et mal répartie), nous avons assisté au fil des 50 dernières années à une augmentation notable des rendements et de la production du blé et de l'orge.

En parallèle à l'augmentation de la production, la mécanisation des opérations culturales de la culture des céréales s'est développée de façon spectaculaire, et notamment la mécanisation de la récolte qui est en cours de généralisation dans toutes les régions du pays où le relief, l'accès et la taille des parcelles permettent l'utilisation des moissonneuses-batteuses.

Sur les parcelles récoltées mécaniquement, plusieurs observations montrent que dans bon nombre de cas, il y a des pertes en grains au moment de la récolte. Ces pertes peuvent se constater déjà lors du passage de la moissonneuse-batteuse, mais surtout à travers les repousses d'automne, qui dans plusieurs cas laissent croire que la parcelle a été semée, alors que ce n'est rien d'autre que le résultat d'une récolte mal faite qui a abouti à des pertes en grains très importantes.

Les données sur les pertes de récolte sont rares et varient largement d'une source à

l'autre. Ainsi, au MAMVA, on considère que la somme des pertes à la récolte et des pertes au stockage équivaut à 3% de la production des trois principales céréales (Blé dur, blé tendre et orge). En se basant sur cette estimation, les quantités moyennes perdues annuellement entre 1969 et 1985 seraient de l'ordre de 381.882 qx pour le blé dur, 544.647 qx pour le blé tendre et 593.470 qx pour l'orge, soit un total de 1.520.000 qx en moyenne par an pour les trois céréales.

C'est dans ces conditions que la Direction de la Production Végétale du MAMVA, a décidé de lancer une étude nationale sur l'évaluation des pertes en grains à la récolte des céréales au Maroc, dans le but de quantifier ces pertes, et de déterminer leurs causes, en vue de mettre en place un plan d'action pour réduire les pertes en grains à la récolte des céréales.

RÉCOLTE MÉCANIQUE

Niveaux et variations des pertes

La moyenne des pertes en grain à la récolte mécanique des trois céréales, blé tendre (BT), blé dur (BD) et orge, au niveau de 7 régions au Maroc, est de 3,19% du rendement réel, soit 90 Kg/ha. La variabilité des résultats des pertes globales (PG) montre que 31% des agriculteurs avaient enregistré des niveaux de pertes inférieurs à 2%, alors que 28% des agriculteurs avaient enregistré des pertes comprises entre 4 et 6%, et 12% des agriculteurs avaient des pertes situées entre 6 et 8% du rendement réel de la parcelle.

Les pertes globales ci-dessus mentionnées (PG) comprennent les pertes de pré-récolte (PPR) et les pertes dues à la moissonneuse-batteuse (Pmac) au cours de l'opéra-

SOMMAIRE

n° 21

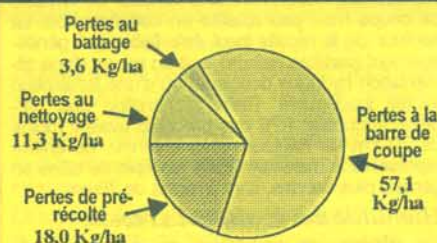
RÉCOLTE ET STOCKAGE

- Pertes en grains à la récolte des céréales au Maroc.....p.1
- Stockage souterrain des graines de céréales et de légumineuses en "Matmora" améliorée.....p.3

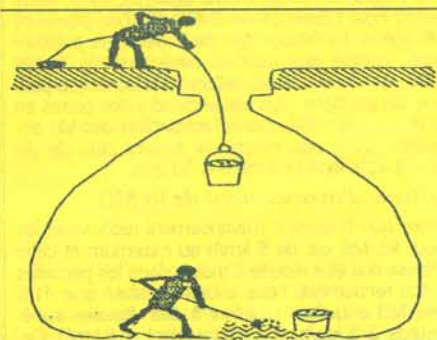
tion récolte avec respectivement 2,6% et 0,64% du rendement réel.

L'analyse des pertes dues à la MB (moissonneuse-batteuse) constituées par la somme des pertes à la barre de coupe (PBC), des pertes au battage (PB) et des pertes au nettoyage (PSC), révèle que ce sont les PBC qui dominent largement. Ces pertes ont été estimées à 2,02% du rendement réel, et contribuent à 79,7% des Pmac. Les pertes au battage (PB) sont faibles (5,1% des Pmac) et celles dues au processus du nettoyage de la récolte (PSC) représentent 15,7% des pertes dues à la MB (Figure 1).

Figure 1: Distribution des pertes globales à la récolte mécanique par catégorie de pertes



La variation d'une zone à l'autre s'est révélée statistiquement très hautement significative. Le niveau des pertes globales en grains le plus élevé a été observé dans la zone aride d'El Kelâa (5,21%) associé au taux de participation des PPR aux pertes globales, relativement le plus faible (10% des PG). Le plus faible pourcentage de pertes a été mesuré chez les céréales irriguées dans le périmètre du Tadla (2,05%). Dans cette zone, on note que les céréales



ont enregistré des niveaux élevés de pertes de pré-récolte (50% des pertes globales).

L'analyse statistique a révélé des différences hautement significatives entre espèces pour les pertes globales. L'orge s'est révélée l'espèce qui occasionne relativement le plus de pertes en grains (5,31%) comparées aux pertes obtenues chez le BT (3,02%) et chez le BD (2,35%).

La distinction entre espèces n'est nettement observée qu'en comparant le BT et le BD d'une part et l'orge d'autre part sur la base des PB et PSC. En effet, on a pu constater que l'orge accuse relativement le moins de pertes au battage (2,2% des Pmac) et présente le plus de pertes au nettoyage (22,5% des Pmac).

Quelque soit l'espèce, on a pu dégager que ce sont les pertes dues à la MB qui prédominent dans les PG avec des taux allant jusqu'à 86% des PG chez l'orge, et pas moins de 67% des PG chez le BD. A l'analyse de cette partie des pertes, il est à souligner que ce sont les PBC qui dominent en représentant plus des 3/4 des pertes pour toutes les espèces.

Causes et facteurs responsables des pertes en grains à la récolte mécanique

Pour déterminer les causes et les facteurs responsables des pertes en grains à la récolte mécanique, nous avons procédé aux analyses statistiques appropriées dont notamment l'analyse factorielle des correspondances. Ces analyses nous ont permis de mettre en évidence un certain nombre de facteurs ci-dessous exposés:

La verse

Les parcelles où la culture est versée engendrent des pertes de pré-récolte et des pertes à la barre de coupe, et par conséquent des pertes globales importantes. Dans l'échantillon enquêté, 14% des parcelles avaient un fort degré de verse et par conséquent des PPR et des PBC très importantes. Environ 43% des parcelles avaient un degré de verse faible à moyen et autant avaient un port de la culture parfaitement droit.

Hauteur de la récolte

Les parcelles où la hauteur de la récolte est faible peuvent engendrer des pertes à la barre de coupe importantes, notamment si la hauteur de la barre de coupe n'est pas ajustée en conséquence. La hauteur de la récolte peut être faible soit génétiquement (variétés naines), soit en raison d'une alimentation hydrique déficiente ou d'une fertilisation azotée inadéquate. Dans l'échantillon des parcelles enquêtées, 10% des parcelles avaient moins de 70 cm de hauteur. Bien entendu, ce chiffre représente le maximum mais les épis de talles en général plus courtes, sont à moins de 70 cm.

Humidité des grains à la récolte

En général ce paramètre ne pose pas de problème dans la majorité des parcelles enquêtées puisque nous avons remarqué que l'humidité des grains à la récolte est inférieure à 14%, l'humidité recommandée pour la récolte. Cependant, dans un certain nombre de situations, la récolte s'est faite à des humidités du grain supérieures à 15% et cela a engendré des pertes au battage importantes et donc des pertes globales aussi importantes.

Âge de la moissonneuse-batteuse

Les moissonneuses-batteuses âgées ont très souvent un certain nombre d'organes défaillants, mal réglés, et parfois même absents. Ainsi, nous avons noté l'absence de diviseurs chez plusieurs MB âgées. Le facteur âge de la MB a été positivement corrélé aux quatre catégories de pertes (PBC, PB, PN, PG). Nous retiendrons donc que plus une MB est âgée, plus elle engendre des pertes en grains importantes. Dans l'échantillon des MB enquêtées, 22% des machines avaient plus de dix ans et 42% avaient entre 6 et 10 ans.

Vitesse d'avancement de la MB

Alors que la vitesse d'avancement recommandée pour les MB est de 5 km/h au maximum et cette vitesse doit être réduite à moins dans les parcelles à fort rendement, nous avons constaté que 41% des MB enquêtées roulaient à des vitesses supérieures à 5 km/h, et 17% roulaient à 8 km/h. Ce

facteur a été à l'origine de PBC, PB et de PSC importantes, et par conséquent il a contribué à augmenter les pertes globales. Les vitesses d'avancement importantes sont pratiquées par les entrepreneurs de MB qui cherchent à réaliser le maximum d'hectares par jour et par saison. D'ailleurs, la norme du nombre d'hectares récoltés par an et par MB est de 640 ha, nous avons constaté que 42% des MB font plus de 800 ha/an.

Etat des tamis

Il va sans dire que plus les tamis sont encrassés, plus les pertes au battage et au nettoyage sont importantes. Dans l'échantillon enquêté, seulement 40% des MB avaient des tamis propres remplissant normalement leur rôle. Le reste avait des tamis peu à très encrassés.

RÉCOLTE MANUELLE

Niveau et variations des pertes

La moyenne des pertes globales à la récolte manuelle sur l'ensemble des zones et des espèces étudiées est de 5,42% du rendement réel, soit 127 kg/ha. La variabilité des résultats des pertes globales montre que 42% des agriculteurs avaient des niveaux de pertes inférieurs à 2%, alors que 19,5% des agriculteurs ont enregistré des pertes supérieures à 6%.

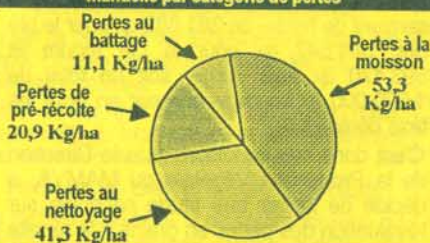
Par ailleurs, les pertes en grains ont enregistré de grandes variations selon les zones. Ainsi nous avons trouvé les pertes globales les plus faibles dans la zone d'Ifrane avec 2,45% du rendement réel, et les pertes globales les plus élevées dans la zone de Meknès (9,13%).

Dans l'ensemble, le niveau des pertes globales dépasse le seuil de 5,5% du rendement réel dans trois zones: Meknès (9,13%), Settat (8,48%) et Sidi Kacem (5,80%). Dans les autres zones, le niveau des pertes reste inférieur à 4,50% du rendement réel: EL Kelâa (4,39%), Kénitra (3,52%), Taounate (3,37%) et Ifrane (2,45%).

Par ailleurs, nous n'avons pas noté de différence significative entre les pertes globales moyennes de chacune des espèces étudiées (BT, BD et orge). Par contre au sein de chaque espèce il y a de grandes différences variétales.

Les pertes globales sont le résultat cumulé de quatre catégories de pertes (Figure 2).

Figure 2: Distribution des pertes globales à la récolte manuelle par catégorie de pertes



La première catégorie est constituée par les pertes de pré-récolte (PPR) qui sont en général faibles et ne représentent en moyenne que 21 kg/ha, soit 0,89% du rendement réel. Les zones de Kénitra et de Sidi Kacem sont celles où on a enregistré le niveau le plus élevé pour cette catégorie de pertes (1,55 et 2,37% respectivement). Par ailleurs, les 3 espèces étudiées ne se sont pas différenciées entre elles pour cette catégorie de pertes.

La deuxième catégorie est constituée par les pertes à la moisson (PM). Le niveau moyen des PM sur l'ensemble des zones et des espèces a été de 2,32% (53 Kg/ha). Cette catégorie de pertes est celle qui forme la grande partie des pertes globales. Les PM de l'orge (2,51%) sont supérieures à celles du blé tendre (1,88%). Au sein de chaque espèce on note aussi des différences variétales importantes pour cette catégorie de pertes.

La troisième catégorie de pertes est constituée par les pertes au battage (PB). Pour toute les zones, les espèces et les variétés, les PB ont été les plus faibles de toutes les catégories de pertes. Elles ne représentent en moyenne que 0,47% du rendement réel, soit 11 Kg/ha. Nous avons noté des différences entre zones, espèces et variétés mais ces différences ne concernent de toutes les façons que de très faibles quantités.

La dernière catégorie de pertes est constituée par les pertes au nettoyage (PN). Cette catégorie occasionne des pertes en grains moyennes de l'ordre de 41 kg/ha, soit 1,75% du rendement réel. Après les PM, les pertes au nettoyage constituent la deuxième composante des pertes globales la plus importante, puisque les PN constituent 32% des PG.

Causes et facteurs responsables des pertes en grains à la récolte manuelle

Pour déterminer les causes et les facteurs responsables des pertes en grain à la récolte manuelle, nous avons procédé aux analyses statistiques appropriées dont notamment l'analyse factorielle des correspondances. Ces analyses nous ont permis de mettre en évidence les facteurs suivants:

La verse

Les parcelles où la culture est versée engendrent des pertes de pré-récolte et des pertes à la moisson importantes et par conséquent des pertes globales aussi importantes. Dans l'échantillon des parcelles enquêtées, près de 70% des parcelles avaient un port droit de la culture et 30% étaient peu ou très versées.

Hauteur de la récolte

La hauteur de la récolte agit en interaction avec la verse. Les résultats obtenus ont montré que les parcelles ayant plus de 80 cm de hauteur représentent 49% et celles ayant plus de 1m représentent 16%. Ceci est lié aux conditions pluviométriques particulièrement favorables de la campagne 93-94. De même, la hauteur de la récolte a été positivement corrélée aux 2 catégories de pertes, soit les PPR et les PM.

Infestation par les mauvaises herbes

Ce facteur, en plus de son effet négatif sur le rendement, s'avère contribuer significativement à l'augmentation des PM et donc des pertes globales. Notre enquête a montré que les parcelles propres représentaient environ 29%, les parcelles peu infestées 56% et les parcelles très infestées 15% de l'ensemble. Par ailleurs, la nature des mauvaises herbes joue aussi un rôle dans la mesure où les espèces à épines sont les plus problématiques pour le moissonneur et engendrent davantage de pertes.

Humidité du grain au battage

Nous estimons que pour un battage adéquat avec les animaux, l'humidité du grain dans l'épi au moment du battage doit être inférieure à 10%. Dans l'échantillon des cours de battage enquêtés, 70% des agriculteurs procèdent au battage à des humidités inférieures à 10% et 28% des agriculteurs battent leur récolte alors que l'humidité dans le grain est supérieure à 10%, ce qui est à l'origine d'un mauvais battage des épis, des pertes au battage élevées et donc des pertes globales élevées.

Nature de la main d'oeuvre

Il s'est avéré que l'utilisation de la main d'oeuvre salariée, aussi bien pour la moisson que pour le battage, engendre des pertes plus importantes à la moisson et au battage que la main d'oeuvre familiale. Au niveau des enquêtes réalisées, nous avons trouvé 22% de chantiers composés de main d'oeuvre familiale et 45% comprennent à la fois la main d'oeuvre familiale et salariée.

Nombre d'animaux au battage

Le processus de battage serait plus efficace si les agriculteurs utilisaient plus de 4 animaux à la fois sur la cour de battage. En effet, notre étude a révélé que moins il y a d'animaux sur la cour de battage, plus les pertes au battage sont importantes. Les résultats obtenus montrent que 3% des cours de battage comprennent 3 à 4 animaux et 61% des agriculteurs utilisent 5 à 6 animaux.

Vitesse du vent

Nous pouvons retenir qu'une vitesse excessive du vent lors du nettoyage engendre plus de pertes au nettoyage et donc de pertes globales. Ainsi, l'agriculteur doit attendre une vitesse du vent convenable pour procéder au nettoyage.

COMPARAISON DE LA RÉCOLTE MÉCANIQUE ET MANUELLE

Le tableau 1 présente les pertes enregistrées pour les deux modes de récolte et pour chacune des trois espèces étudiées.

Tableau 1: Comparaison des niveaux des pertes globales pour la récolte mécanique et manuelle

Espèce	Récolte manuelle		Récolte mécanique	
	Kg/ha	%	Kg/ha	%
Blé tendre	129,9	4,98	94,9	3,02
Blé dur	116,3	5,37	63,6	2,53
Orge	132,1	5,87	111,3	5,31
Moy. gén.	126,8	5,42	89,9	3,19

Dans l'ensemble, la récolte mécanique occasionne des pertes en grains (PG) de 3,19% et qui sont inférieures aux pertes engendrées par la récolte mécanique (5,42%).

Pour les deux modes de récolte, les pertes occasionnées lors de la coupe des tiges, soit les pertes à la moisson et à la barre de coupe, sont les plus importantes de toutes les catégories de pertes. La deuxième catégorie la plus importante est constituée par les pertes au nettoyage pour la récolte manuelle et par les pertes de pré-récolte pour la récolte mécanique.

Pour les deux modes de récolte, nous avons enregistré des différences importantes entre régions. Ainsi, les pertes globales les plus faibles sont enregistrées au niveau de la zone d'Ifrane pour la récolte manuelle, et au niveau de la zone du Tadla pour la récolte mécanique. Dans la zone d'Ifrane, représentant les régions de montagne, la récolte manuelle est prépondérante; si bien que les agriculteurs ont une grande qualification et une grande maîtrise des différentes opérations de récolte faisant que les pertes en grains sont faibles. Dans la zone du Tadla, les céréales sont irriguées gravitairement par billons, ceci oblige les moissonneuses-batteuses à rouler à des vitesses très faibles; en conséquence une grande partie des pertes (PBC, PB, PSC) qui augmentent avec la vitesse de la MB sont réduites.

Pour la récolte manuelle nous n'avons pas trouvé de différence entre espèces, alors que pour la récolte mécanique, le blé dur occasionne moins de pertes que le blé tendre, et les pertes engendrées par l'orge dépassent largement ceux du blé tendre et du blé dur. De même, les pertes globales varient largement entre variétés dans les deux modes de récolte.

GÉNÉRALISATION DES RÉSULTATS OBTENUS A L'ENSEMBLE DU MAROC

La généralisation des résultats obtenus à l'ensemble du Maroc a été faite en procédant à une pondération des pourcentages de pertes par la production moyenne de chacune des zones agro-climatiques.

Cette pondération a été faite par mode de récolte, par espèce et pour le total des trois espèces, et les deux modes de récolte confondus. Ainsi on apporte une correction à chaque pourcentage de pertes en le rattachant à la production moyenne de la zone dans laquelle il a été obtenu. Les résultats des pourcentages de pertes globales (PG) pondérés ont été consignés dans le Tableau 2.

On constate que le classement relatif des espèces, des modes de récolte et des zones n'a pas changé par rapport à ce qui a été exposé précédemment. Cependant, les pourcentages de pertes en valeur absolue ont varié.

Au cas où l'on cherche à faire des projections et des prévisions, on doit utiliser les résultats du tableau 2, duquel on peut retenir les points suivants:

● Les pertes globales à l'échelle nationale, pour les trois céréales et les deux modes de récolte confondus s'élevaient à 4,2% du rendement réel, constituant le potentiel avant la récolte (sans pertes).

● La récolte manuelle a occasionné relativement plus de pertes (5,14%) que la récolte mécanique (3,69%), à l'exception des zones de montagne où

la récolte manuelle est prédominante et semble être bien maîtrisée, n'occasionnant en moyenne que 2% des pertes.

● L'orge est l'espèce dont la récolte occasionne le plus de pertes (5,20%) suivie par le blé tendre (3,68%) et enfin le blé dur (3,25%). Ce classement se retrouve aussi bien lors de la récolte mécanique que manuelle, ainsi que sur l'ensemble des zones agroclimatiques.

Par ailleurs, notons que si le pourcentage de pertes globales peut paraître relativement réduit (4,20%), en termes de quantités il équivaut par exemple pour l'année 1993-94 à plus de 4 millions de quintaux, soit près d'un milliard de dirhams, ce qui est très appréciable.

Enfin notons que la présente étude, en plus de son apport scientifique, a permis d'apporter des informations précieuses sur l'ensemble du processus de récolte mécanique et manuelle, notamment l'évaluation des pertes en quantité et en pourcentage de la production. Ces informations vont servir d'une part à ajuster les prévisions du pays pour l'approvisionnement en céréales, et élaborer un plan d'action pour la réduction des pertes en grains à la récolte.

Le plan d'action élaboré pour la réduction des pertes en grains à la récolte au Maroc est axé sur l'organisation d'un séminaire national sur le thème, la formation de vulgarisateurs, la sensibilisation des agriculteurs et des propriétaires des moissonneuses-batteuses, l'instauration de la visite technique des moissonneuses-batteuses, l'encouragement à l'utilisation des batteuses à poste fixe, et l'élaboration de fiches techniques sur la récolte des céréales.

Par A. CHAFAI ELALAOUI,
A. BENTASSIL et M. EL CMEKKAOUI
Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès

Tableau 2: Généralisation des résultats des pertes globales aux zones agroclimatiques et à l'échelle nationale (en % dur rendement réel)

Zone Agro-climatique ¹⁾	Espèce	Mode de récolte		Méc+man pondérée ²⁾
		Mécanique	Manuel	
ZF	BT	3,06	5,40	3,55
	BD	2,94	4,61	3,44
	Orge	5,20	6,68	5,64
	Moyenne	3,49	5,43	4,00
ZI	BT	2,13	8,64	3,24
	BD	2,30	8,35	2,87
	Orge	6,44	8,38	6,96
	Moyenne	3,81	8,06	4,68
ZDM	BT	6,03	3,29	5,14
	BD	4,02	3,07	3,72
	Orge	5,31	5,04	5,13
	Moyenne	5,22	4,67	4,92
ZDO	BT	6,03	3,29	4,14
	BD	4,02	3,07	3,42
	Orge	5,31	5,04	5,10
	Moyenne	5,26	4,52	4,70
ZM	BT	3,04	1,27	2,33
	BD	2,92	2,09	2,50
	Orge	3,18	2,11	2,59
	Moyenne	3,05	2,00	2,51
Moyenne ³⁾	BT	3,81	3,46	3,68
	BD	3,30	3,19	3,25
	Orge	5,11	5,29	5,20
Moyenne générale		3,69	5,14	4,20

¹⁾ZF= zone favorable, ZI= zone intermédiaire, ZDM= zone défavorable méridionale, ZDO= zone défavorable orientale, ZM= zone de montagne. ²⁾ Pondérée en fonction de la production moyenne de chaque espèce. ³⁾ Moyenne nationale pondérée.

Source: CHAFAI ALAOUI, BENTASSIL et EL MEKKAOUI (1995). Pertes en grains à la récolte des céréales au Maroc. 180 pp. Chafai Alaoui Ali (Ed.). ISBN 9981.909.00.9. Etude financée par la Direction de la Production Végétale.

Stockage Souterrain des Récoltes de Céréales et de Légumineuses Amélioration de la Technique Traditionnelle

Introduction

La technique de stockage des céréales et des légumineuses dans les entrepôts souterrains "Matmoras" est assez répandue au Maroc. Cependant, ce type de stockage est parfois compromis par les pertes importantes qu'il peut occasionner. Différentes recherches ont été menées pour identifier les moyens judicieux d'amélioration des conditions de stockage souterrain de denrées alimentaires.

La "Matmora" est un local souterrain, sous forme sphérotronicque, creusé généralement à l'entrée de la maison ou à proximité. C'est le système de stockage le plus ancestral et le mieux connu dans le milieu rural marocain.

A l'échelle nationale, ce système de stockage offre une capacité totale estimée à 10 millions de quintaux. Une enquête a été réalisée au Saïs et a révélé que ce mode de stockage cède la place à d'autres techniques, notamment les "Sellas", les fûts et les pièces à usage multiple. Selon les agriculteurs, l'abandon progressif du système de stockage souterrain est attribué aux difficultés qu'il présente lors de la vidange, et aussi aux pertes qui peuvent résulter de la non étanchéité du système.

Les améliorations des conditions de stockage souterrain par revêtement plastique ont déjà été mises en évidence dans l'étude menée par l'IAV Hassan II dans la Chaouia sur la conservation du blé dur.

Creusement

Le creusement se fait manuellement à l'aide d'une pioche, une pelle pour le dégagement du sol, un marteau et des barreaux de fer à pointe pour creuser dans les couches dures. Cette opération se fait généralement en été lorsque le sol et le sous-sol sont secs.

Dimensions et capacité

La forme la plus courante est la forme tronconique qui s'élargit au fond. L'entrée, de forme circulaire, est limitée à moins de 60 cm de diamètre afin de faciliter l'obturation. La profondeur varie de 2,5 à 5 m selon la nature du terrain (solide ou meuble, humide ou sec).

La capacité dépend de la quantité à stocker et aussi de la nature du terrain. L'enquête menée en 1981-82 dans le cadre du projet Chaouia a montré que les Matmoras recensées avaient une capacité allant de 40 à 350 quintaux. Les Matmoras de grande capacité sont très appréciées par les agriculteurs.

Mode d'emploi

Le grain est conservé en vrac dans les Matmoras. Le remplissage se fait par gravité à partir de l'entrée de la Matmora. Le matériau utilisé pour le revêtement des surfaces internes est la paille et parfois la paille combinée à des feuilles de plastique clouées l'une à l'autre sur les murs de l'entrepôt. Afin d'éviter l'accumulation de l'eau de pluie à l'entrée d'une Matmora, les agriculteurs construisent un cône en terre au dessus de l'entrée pour évacuer l'eau de ruissellement.

Avantages des Matmoras

Les techniques de stockage souterrain présente plusieurs avantages.

Température basse et constante

Dans un entrepôt souterrain, le produit se trouve à une température constante voisine de 20°C, contre 30°C à 40°C à l'extérieur. Cette stabilité thermique permet d'éviter des migrations d'eau qui peuvent rendre la conservation des grains médiocre.

Stockage hermétique plus aisé

Le produit est placé dans une atmosphère désoxygénée, ce qui fait qu'aucune vie n'est possible, ceci permet le contrôle des agents déprédateurs grâce au taux élevé de gaz carbonique dans l'entrepôt. D'autre part, du fait même de la profondeur, beaucoup d'agents nuisibles ne peuvent y accéder que par les seules ouvertures prévues pour la manutention des grains. Ces entrepôts sont bien confinés et facilement protégés contre toute agression extérieure.

Maintenance faible et durée de vie élevée

Les entretiens à faire pour assurer une durée de vie élevée sont peu nombreux, puisque la construction n'est pas soumise aux agressions du climat. D'après les agriculteurs enquêtés, la durée de vie d'une Matmora peut dépasser les 40 années.

Utilisation de matériaux locaux

Dans les structures de stockage souterrain, on fait uniquement appel aux matériaux locaux et à un savoir faire local, ce qui permet d'éviter l'importation de technologie dont le coût est de plus en plus élevé. Ceci rend cette technique de stockage plus appropriée pour les petites exploitations agricoles.

Revêtement interne des Matmoras

La plupart des dégâts constatés dans les stocks semblent provenir de l'humidité. C'est en fait l'élément qui soulève les difficultés les plus grandes dans les structures de stockage en vrac et en particulier dans le cas des entrepôts souterrains. En effet, la perméabilité des parois constitue une contrainte qui menace les Matmoras, surtout celles qui se trouvent dans un site humide. L'une des solutions pour faire face à ce problème, est le revêtement des parois par un film plastique étanche. Seulement, il y a lieu de prendre des précautions concernant cette technique. Il est recommandé à ce sujet d'avoir des parois relativement lisses et sans recoins pour réduire le risque de déchirure de la couverture plastique suit aux pressions exercées par la masse de grains stockés. Pour enduire les parois d'une couche de protection, l'argile est le matériau approprié que l'on rencontre en abondance dans presque tous les terrains agricoles. Les agriculteurs y sont habitués, en maîtrisant son utilisation dans divers constructions à caractère rural.

La paille a été pendant longtemps le matériau de revêtement interne des Matmoras le plus utilisé par les agriculteurs. Son utilisation est assez répandue au Maroc.

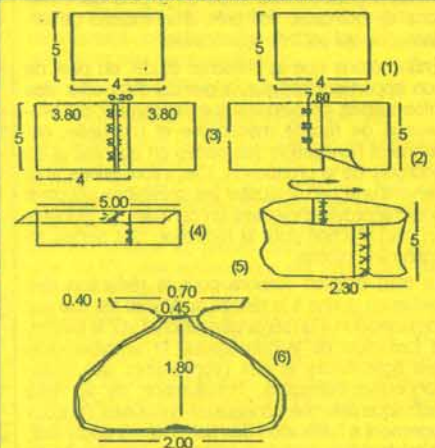
La paille qui est disponible sur les exploitations au moment des moissons est employée pour tapisser la base et les parois des silos souterrains. On l'utilise dans le but de réduire l'accès de l'humidité du sol au grain. Cependant, ce matériau biodégradable ne constitue pas une barrière étanche contre l'humidité et n'assure pas de protection efficace à la durée stockée. Les études menées dans la Chaouia ont montré qu'après 16 mois de stockage, le taux de perte en poids sec du blé dur a atteint 20% pour les entrepôts souterrains revêtus de paille. Ce taux était réduit à 3% avec l'utilisation d'un revêtement en sac de plastique.

Revêtement plastique

La couverture de l'aire d'entreposage doit se faire avec soin afin de réaliser un bon stockage. Le plastique est un produit largement utilisé dans les milieux ruraux et est largement disponible au niveau des marchés locaux. Diverses sortes de feuilles plastiques se trouvent sur le marché: les rouleaux de polyéthylène, dont les épaisseurs des feuilles varient de 0,15 à 0,20 mm, peuvent être utilisées.

La largeur maximale des feuilles plastiques commercialisées est de quatre mètres. Dans le cas d'une Matmora de 2,3 m de diamètre à la base (soit un contour de 7,2 m) et de 2,5 m de profondeur, on pourra opter pour l'utilisation de deux bandes plastiques de 5 m de longueur chacune (4 m de large) qu'on va attacher sous forme d'un cylindre de 5 m de hauteur et de 2,3 m de diamètre (Figure 1).

Figure 1: Etapes de préparation d'un sac de plastique pour le revêtement d'une Matmora de base 2 m et de hauteur 1.80 m



Les deux bandes plastiques sont réunies par une surface de recouvrement de 20 cm de large, renforcée et rendue étanche grâce à un rouleau de ruban adhésif de 5 cm de large.

L'extrémité inférieure du cylindre plastique doit être repliée vers l'axe central et serrée par des cordes pour assurer une fermeture étanche du fond de la Matmora.

La couverture (sous forme d'un grand sac) est ainsi installée contre les parois de l'entrepôt alors que la partie supérieure qui excède l'ouverture de la Matmora de presque 1 m servira pour la fermeture après le remplissage.

Remplissage des Matmoras

Le sac de plastique est d'abord introduit dans l'entrepôt. Le grain en vrac est ensuite déversé gravitairement à l'intérieur.

Dans le cas d'un stockage de longue durée, l'herméticité du local permet un contrôle efficace des insectes et des micro-organismes.

Fermeture des entrepôts et abris

La partie supérieure de la couverture plastique qui excède de 1 m le sommet du stock de grains, doit être repliée et serrée pour assurer une bonne herméticité. Le col de la Matmora doit être rempli par la terre pour une bonne étanchéité à l'air et pour assurer une isolation thermique satisfaisante. L'entrée des Matmoras doit être un peu surélevée par rapport au niveau du sol pour éviter la percolation des eaux de ruissellement.

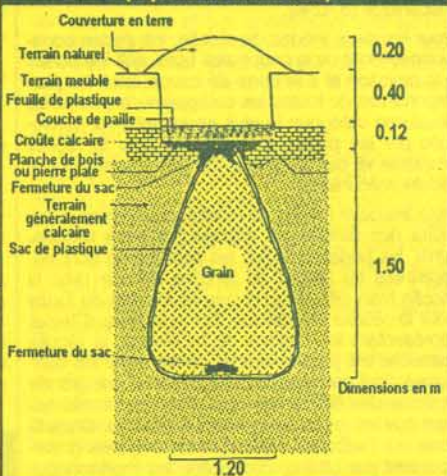
Pour l'édification des couvertures, divers matériaux peuvent être utilisés: béton armé, plaques ondulées, bois, roseaux, argiles, feuilles plastiques, etc.

Comme les charges que ces structures sont destinées à supporter sont faibles, on se contente souvent d'une couverture traditionnelle en bois ou en pierre plate. C'est une technique peu onéreuse et facile dans son édification. Par la suite, on étale une couche de terre argileuse pour colmater les interstices. L'étanchéité est améliorée par la pose d'une feuille de plastique sur la couverture et ses bordures pour protéger l'entrepôt contre l'infiltration des eaux de pluie (Figure 2). Un collecteur de drainage ceinturant le local est nécessaire pour l'évacuation des eaux.

Ouverture des Matmoras

La principale limite de gestion des matmoras réside dans le mode de vidange qui se fait de bas en haut. En plus des difficultés d'extraction des grains, l'ouverture de l'entrepôt fait dégager le CO₂ accumulé à l'intérieur. Comme déjà indiqué, ce gaz contribue au ralentissement de l'activité métabolique des insectes. Ainsi, l'aération peut avoir comme conséquence le redémarrage de leur activité. Il est recommandé à ce sujet de réduire la fréquence d'ouverture des Matmoras et de vider la Matmora dans toute sa totalité si c'est possible, car une Matmora à moitié vide contient un volume d'air plus important qui risque de favoriser le développement des insectes vivant dans la masse des grains stockés.

Figure 2: Vue en coupe d'un silo souterrain (Matmora) pour le stockage des céréales (Capacité 1.8 mètres cube)



Intérêt des entrepôts souterrains

Les études menées sur le stockage souterrain aux niveaux de la température, de l'humidité relative et du taux de gaz carbonique et d'oxygène d'une part, et de l'évolution des caractéristiques du grain stocké d'autre part, permettent de conclure que:

- Le grain bénéficie de l'atténuation des fluctuations thermiques saisonnières en profondeur et aussi de l'étanchéité et de l'herméticité des entrepôts.
- Les ouvertures répétées de la Matmora sont à éviter du fait qu'elles permettent à la respiration du grain et des micro-organismes de reprendre, ce qui entraîne par la suite un réchauffement, une perte de matière sèche et un développement des insectes.
- Le revêtement plastique présente des taux de perte très faibles par rapport au revêtement paille. Le taux de perte de la Matmora revêtue en plastique est de 3%, ce qui est très faible par rapport au taux de perte avec le revêtement en paille (20%). En outre, le sac de plastique peut être réutilisé pour la conservation du grain au delà d'une année. ■

Par El Houssine BARTALI

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

Source: DPV-IAV Hassan II (1994). *Systèmes de stockage: traditionnels, appropriés, alternatifs et modernes. Etude financée par la Direction de la Production Végétale.* Directeur du projet: Dr. El Houssine BARTALI.



Edité par Pr. A. Bamouh (IAV Hassan II) pour le Comité National de Transfert de Technologie en Agriculture (CNTTA), B.P:6446, Rabat-Instituts, Rabat (Maroc), Tél./Fax: 77-80-63/77-81-35