



Formation Innovante Céréales

Manuel technique 4

Stratégies gagnantes : récolte, stockage, rentabilité, production de semences et durabilité des céréales face aux changements climatiques

1ère Edition





Mis en œuvre par

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit [GIZ] GmbH

En partenariat avec



MANUEL TECHNIQUE 4

Stratégies gagnantes : récolte, stockage, rentabilité, production de semences et durabilité des céréales face aux changements climatiques



Janvier 2025

1ère édition



Liste des abréviations

Arvalis	Institut Technique Agricole – France
AVFA	Agence de la Vulgarisation et de la Formation Agricoles
BNG	Banque Nationale des Gènes
CMA	Comptoir Multiservices Agricoles
COCENORD	Collecte Céréalière du Nord
CRAAQ	Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec
DGACTA	Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles
DGPA	Direction Générale de la Production Agricole
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FDF	Formation des formateurs
FDP	Formation des producteurs
FIC	Formation Innovante Céréales
FIKD	Forum Ibn Khaldoun pour le Développement
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GSB	Grands Silos de Béja
ICARDA	The International Center for Agricultural Research in the Dry Areas
INGC	Institut National des Grandes Cultures
IRESA	L'Institution de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur Agricoles
MARHPM	Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche
MF	Maître formateur
OC	Office des Céréales
ONAGRI	Observatoire National de l'Agriculture
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
ProSol	Protection et Réhabilitation des Sols dégradés en Tunisie



Préface

Ce manuel a été élaboré dans le cadre du projet « Protection et Réhabilitation des sols dégradés en Tunisie » (ProSol), mandaté par le Ministère Fédéral Allemand de la Coopération Économique et du Développement (BMZ). Le projet est mis en œuvre par la GIZ en collaboration avec la Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles (DGACTA), sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche (MARHP).

La composante « Formation Innovante sur les bonnes pratiques agricoles dans la filière des céréales en Tunisie » (FIC), pilotée par le bureau international GFA Consulting Group GmbH, reflète une collaboration étroite entre les secteurs public et privé dans la filière céréalière, aboutissant à une standardisation des approches pour renforcer la durabilité du secteur.

L'objectif principal est de fournir aux formateurs et techniciens du secteur céréalière des outils pratiques et validés pour accompagner efficacement les céréaliculteurs. Le présent document aborde la quatrième partie de cette série de manuels qui se concentre sur la récolte, le stockage, la rentabilité, la production de semences et la durabilité des céréales face aux changements climatiques, en intégrant des bonnes pratiques agricoles adaptées et éprouvées à l'échelle nationale. Les contenus utilisent des méthodes pédagogiques basées sur des techniques de communication et d'animation adaptées à la formation des adultes.

Ce manuel a été développé grâce à la contribution d'un pool d'experts et de maîtres formateurs issus d'institutions professionnelles telles que l'AVFA, l'INGC, le CMA, la GSB et la COCENORD. Leur expertise a permis de concevoir une série de manuels techniques couvrant toutes les étapes, de l'installation à la commercialisation des cultures céréalières.

L'équipe du projet exprime sa profonde gratitude à l'ensemble des partenaires et intervenants, notamment la DGPA, l'AVFA, la DGACTA, l'INGC, le CMA, la GSB et la COCENORD. Leur collaboration a été essentielle à la réalisation de ce manuel, qui deviendra un outil précieux pour le renforcement des compétences des producteurs de céréales en Tunisie.



Table des matières



PRÉFACE	3
STRUCTURE ET OBJECTIFS DU MANUEL	8
PRÉPARATION DU MATÉRIEL DE LA RÉCOLTE ET DES LIEUX DE STOCKAGE	9
1. Préparation du matériel de la récolte et des lieux de stockage	10
1.1. Préparation du matériel de la récolte	10
1.1.1. Réglage de la moissonneuse batteuse pour réduire les pertes en grains	10
1.1.2. Conseils et astuces	14
1.1.3. Pertes en grain à la récolte mécanique des céréales	14
1.2. Préparation des lieux de stockage	17
1.2.1. Risques liés à un mauvais stockage des céréales	17
1.2.2. Etapes à surveiller pour un bon stockage	24
RÉCOLTE ET TRANSPORT	27
2. Récolte et transport	28
2.1. Humidité du grain	28
2.1.1. Teneur en eau inférieure ou égale au seuil de stabilisation	28
2.1.2. Teneur en eau comprise entre le seuil de stabilisation et les normes commerciales d'humidité	28
2.1.3. Teneur en eau supérieure d'un point aux normes commerciales	29
2.1.4. Teneur en eau supérieure à 16%	29
2.1.5. Mesure de l'humidité	29
2.2. Battage	29
2.2.1. Période de récolte	29
2.2.2. Un champ propre	30
2.2.3. Réglage de la moissonneuse batteuse	31
2.3. Transport	31
2.3.1. Les différents types de transport	31
2.3.2. Recommandations de bonnes pratiques d'hygiène relatives aux opérations de transport	33

PRODUCTION DE SEMENCES FERMIÈRES DE QUALITÉ	34
3. Production de semences fermières de qualité	35
3.1. Exigences de la production de semences	36
3.1.1. Les précédents culturaux	36
3.1.2. La bande d'isolation	36
3.1.3. L'épuration des parcelles	36
3.1.4. Les maladies	36
3.1.5. Sélection	36
3.1.6. Battage, nettoyage, tri, stockage	37
3.1.7. Test de germination	37
3.2. Difficultés techniques particulières	37
DÉTERMINATION DE LA RENTABILITÉ	38
4. Détermination de la rentabilité	39
4.1. Enregistrement des charges et de la recette	39
4.1.1 Enregistrement des différents types de charges	41
4.1.2 Enregistrement des recettes	42
4.2. Calcul des marges	43
4.2.1. La marge brute	43
4.2.2. La marge nette	43



Liste des tableaux

Tableau 1 :	Vitesse adéquate de ventilation	11
Tableau 2 :	Les principaux paramètres à prendre en compte	13
Tableau 3 :	Réglages indicatifs pour le battage du blé	13
Tableau 4 :	Pertes au stockage des principales céréales en Tunisie 2014-2019 (1000 tonnes)	17
Tableau 5 :	Insectes les plus fréquents rencontrés sur les produits stockés	22
Tableau 6 :	Tableau d'augmentation de l'humidité des grains en fonction de l'humidité relative du silo jusqu'à l'équilibre	28
Tableau 7 :	Fiche de calcul des charges variables pour une culture de céréales	41
Tableau 8 :	Fiche de calcul des charges fixes pour une culture de céréales	42
Tableau 9 :	Fiche de calcul de la valeur de production pour une culture de céréales	43

Liste des photos

Photo 1 :	Grains propres et intacts	10
Photo 2 :	Perte sur la largeur de coupe	11
Photo 3 :	Perte sous l'andain	11
Photo 4 :	Réglage du rabatteur	11
Photo 5 :	Réglage de la vis d'alimentation	12
Photo 6 :	Réglage batteur et contre batteur	12
Photo 7 :	Réglage de l'ouverture des grilles	12
Photo 8 :	Surmâturation des blés	14
Photo 9 :	Verse de blé	14
Photo 10 :	Pertes à la coupe dues aux mauvaises herbes à la récolte	15
Photo 11 :	Bourrage due aux mauvaises herbes lors de la récolte	15
Photo 12 :	Évaluation des pertes à la récolte	16
Photo 13 :	Mauvais stockage de grains	18
Photo 14 :	Graines germées	19
Photo 15 :	Graines fermentées	19
Photo 16 :	Graines desséchées	19
Photo 17 :	Graines moisies	20
Photo 18 :	Attaque de rongeurs sur céréales stockés	21
Photo 19 :	Stockage des céréales à plat dans des hangars	24
Photo 20 :	Stockage de céréales en sac de jute	24
Photo 21 :	Silos en Métal	25
Photo 22 :	Silos en béton	25
Photo 23 :	Humidimètre	29



Liste des figures

Figure 1 : Principe de fonctionnement d'une moissonneuse batteuse	10
Figure 2 : Les Réglages à titre indicatif de la moissonneuse batteuse	13
Figure 3 : Causes des pertes au niveau de la barre de coupe d'une moissonneuse batteuse	15
Figure 4 : Evaluation des pertes à la récolte	16
Figure 5 : Diagramme de conservation du grain	17
Figure 6 : Ecosystème d'un grain stocké	18
Figure 7 : Charançon de blé (Forme cachée à gauche, forme libre à droite)	22
Figure 8 : Etapes à surveiller pour un bon stockage	24
Figure 9 : Courbe d'équilibre d'humidité air-grain	28
Figure 10 : Le processus du transport de la récolte	31
Figure 11 : Processus d'adaptation et de sélection des variétés aux conditions locales	35
Figure 12 : Composantes d'un système de production	39
Figure 13 : Composantes du coût de production	40
Figure 14 : Les différents types de charges	40
Figure 15 : Les charges directes et les charges indirectes	41

Structure et objectifs du manuel

► Sujet 1 : Préparation du matériel de la récolte et des lieux de stockage	P.9
► Sujet 2 : Récolte et transport	P.27
► Sujet 3 : Production de semences fermières de qualité	P.34
► Sujet 4 : Détermination de la rentabilité	P.38

Objectifs du module

 Connaissances à assimiler : Les participants devraient prendre conscience	► Des réglages nécessaires de la moissonneuse batteuse ► De la gestion des pertes ► De la préparation des lieux de stockage ► De la protection des stocks contre les maladies et ravageurs ► De l'opération de la récolte ► Des méthodes de transport de la récolte ► Des étapes de production des semences fermières ► Des charges et les recettes générées par une culture de céréales ► Des coûts et des marges de production
	► Les bons réglages à adopter afin d'éviter les pertes ► Le processus idéal de stockage afin de conserver correctement la récolte ► L'identification des maladies et ravageurs associés au stockage et moyens de lutte
 Compétences à développer : Les participants devraient apprendre et adopter	► Les conditions à respecter pour une bonne récolte ► Les techniques de transport de la récolte ► Les étapes de la production des semences fermières ► Les conditions à respecter pour produire des semences fermières de qualité ► Les coûts des différentes opérations inhérentes à la culture de céréales ► Le calcul des charges et des recettes ► Le calcul du coût de production ► L'analyse de la marge brute
	► Adopter et maîtriser les bonnes pratiques de réglage de la moissonneuse batteuse, la gestion des pertes de récolte et de stockage d'une culture de céréales ► Maîtriser les méthodes de calcul des coûts et l'estimation des marges ► Être informés et ouverts aux nouvelles techniques proposées
 Attitude à promouvoir : Les producteurs devraient	

Préparation du matériel de la récolte et des lieux de stockage

Objectifs spécifiques



Connaissances à assimiler :

Les participants devraient

prendre conscience

- Des réglages nécessaires de la moissonneuse batteuse
- De la gestion des pertes
- De la préparation des lieux de stockage
- De la protection des stocks contre les maladies et ravageurs



Compétences à développer :

Les participants devraient apprendre et adopter

- Les bons réglages à adopter afin d'éviter les pertes
- Le processus idéal de stockage afin de conserver correctement la récolte
- L'identification des maladies et ravageurs associés au stockage et moyens de lutte

1. PRÉPARATION DU MATÉRIEL DE LA RÉCOLTE ET DES LIEUX DE STOCKAGE

1.1. PRÉPARATION DU MATÉRIEL DE LA RÉCOLTE

Avant de procéder au battage, il est essentiel de vérifier que la moissonneuse-batteuse est en parfait état, en assurant la précision, l'intégrité et la régularité du fonctionnement de tous ses composants. Cela inclut la plate-forme de coupe, les organes de battage et de tri (organes de séparation), ainsi que les dispositifs de nettoyage des grains (organes de nettoyage).

Pour garantir ces conditions, les premiers réglages de la machine doivent être basés sur les instructions générales indiquées dans le manuel d'utilisation et d'entretien fourni par le fabricant. Ces ajustements nécessitent toujours quelques adaptations en fonction des conditions de récolte et de l'état de la culture (densité de culture, pourcentage d'humidité dans le grain, présence de mauvaises herbes, parasites...) ainsi que des

spécifications de la parcelle (niveau et sens de la pente, présence de pierres gênantes) ...

1.1.1 Réglage de la moissonneuse batteuse pour réduire les pertes en grains

C'est une opération essentielle pour limiter les pertes et assurer une bonne qualité des grains récoltés. Le réglage est important pour atteindre certains objectifs :

- Obtention de grains propres et intacts dans la trémie : les impuretés diminuent le poids spécifique (le poids en kg de 100 litres, pour le blé = 80), et affectent le prix de vente de la récolte.
- Diminution des pertes de grains : pertes sur la largeur de la coupe, pertes sous l'andain, grains non battus...



Photo1 : Grains propres et intacts

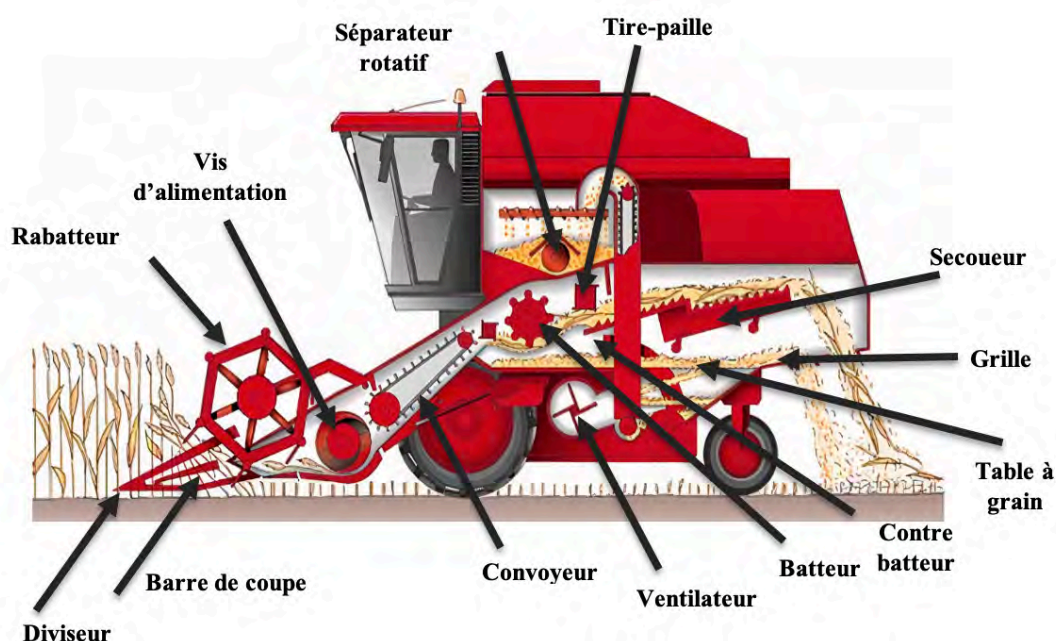


Figure 1 : Principe de fonctionnement d'une moissonneuse batteuse



Photo 2 : Perte sur la largeur de coupe



Photo 3 : Perte sous l'andain

- Le dépassement du stade de maturité se traduit par une chute du taux d'humidité (de l'ordre de 14 à 16%), ainsi que du poids spécifique.

Le réglage de la moissonneuse-batteuse concerne la coupe, le réglage des grilles, en passant par la vitesse de rotation du batteur et le serrage du contre-batteur. Le réglage de la coupe est important pour une bonne moisson.

♦ Réglage du rabatteur

La vitesse périphérique du rabatteur doit être majorée de 10 à 20 % par rapport à la vitesse d'avancement de la machine, et il doit tourner légèrement plus vite (de 2 à 3 %) que la vis d'alimentation. Les doigts doivent rester en position verticale ou inclinée vers l'avant afin de permettre aux dents de se débarrasser de la récolte coupée, et pour éviter que la vis ne projette des grains hors de la table de coupe, réduisant ainsi les pertes au sol.



Photo 4 : Réglage du rabatteur

Tableau 1 : Les principaux paramètres à prendre en compte

La vitesse de rotation du rabatteur.	L'écartement batteur/contre-batteur.
La position horizontale du rabatteur par rapport à la barre de coupe.	La vitesse du ventilateur.
La position verticale du rabatteur par rapport à la hauteur de la récolte.	L'ouverture des volets d'entrée d'air à l'amont du ventilateur.
L'inclinaison des griffes du rabatteur pour la prise de récolte versée.	L'ouverture de la grille supérieure.
La hauteur de la barre de coupe.	L'ouverture de la grille inférieure.
La vitesse de rotation du batteur.	La vitesse d'avancement de la machine.

♦ Réglage de la vis d'alimentation

La vitesse périphérique doit être d'environ 3 à 6 km/h. L'espacement entre la vis d'alimentation et le fond de la table de coupe doit être supérieur à 3 cm pour favoriser la circulation de la récolte et réduire les pertes de grains.

Si la vitesse de la vis d'alimentation dépasse la recommandation :

- Il y aura concentration du flux de paille au centre de la machine.
- L'égrenage augmentera.
- Le risque de bourrage sera amplifié.
- Le phénomène d'enroulement autour de la vis d'alimentation augmentera.
- Il y aura davantage de pertes et de casse de grains sous l'effet du choc entre la vis et sa loge.



Photo 5 : Réglage de la vis d'alimentation

♦ Réglage au niveau du bac à pierres

Le bac à pierres sert à évacuer les pierres qui sont collectées avec la récolte dans la machine. Cependant, il peut créer un bourrage du flux de récolte et entraver son passage. Si les parcelles à récolter ne contiennent pas de pierres, il est possible de placer une tôle sur le bac à pierres pour réduire le risque de bourrage.

♦ La vitesse de rotation du batteur

C'est un facteur crucial qui influence l'efficacité de la séparation des grains. Le batteur doit avoir une vitesse de battage de 800 à 900 tours/minute en fonction de l'humidité de la paille et du grain. La vitesse de rotation doit atteindre

jusqu'à 1000 tours/minute pendant le matin et le soir et diminuer pendant le jour pour éviter la casse des grains.

Le battage du blé exige une vitesse périphérique du batteur de l'ordre de 25 mètre/seconde, la rotation du batteur (tours/minute) sera de 900 tours/minute.

♦ Réglage au niveau du contre batteur

Le couple batteur et contre-batteur a pour fonction de battre les épis et de faire circuler la paille. Le réglage de la distance entre le batteur et le contre-batteur à l'entrée et à la sortie est différent : la première distance doit être égale au diamètre de l'épi, tandis que la deuxième doit être égale au diamètre du grain.

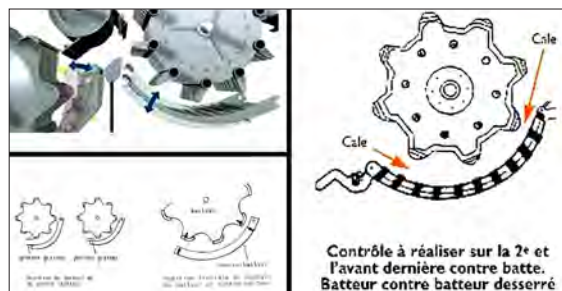


Photo 6 : Réglage batteur et contre batteur

♦ Réglage de l'écartement des secoueurs

Il est important de régler correctement l'écartement des secoueurs pour nettoyer efficacement le grain et éviter les pertes.

♦ Réglage de l'ouverture des grilles

L'ouverture des grilles doit être ajustée avec précision pour permettre une séparation effi-



Photo 7 : Réglage de l'ouverture des grilles

cace des grains et des débris. Pour le blé, une ouverture de 10 à 20 mm est généralement recommandée pour obtenir les meilleurs résultats. Cette ouverture sépare les grains de blé des débris et des impuretés, ce qui permet d'obtenir un produit final de qualité supérieure.

♦ Réglages du système de ventilation

Le système de ventilation permet de répartir l'air vers les grilles supérieures et inférieures, ainsi qu'au-dessus de la grille supérieure pour nettoyer le grain pendant sa chute à la sortie de la table de préparation. Il s'agit d'ajuster l'orientation du vent avec les volets situés en aval du ventilateur, et d'ajuster le débit d'air en fonction de la taille et du poids des grains.

Tableau 2 : Débit d'air adéquat pour blé et orge

Culture	Vitesse du ventilateur (tour/min)
Blé	600
Orge	325

♦ Réglages indicatifs

Les réglages effectués avant la moisson jouent un rôle essentiel dans la qualité de la récolte et les performances de la machine. Il est primordial de bien régler la machine pour optimiser les rendements, réduire le gaspillage, et préserver la qualité des grains. Une moissonneuse-batteuse bien réglée permet également d'économiser du carburant, d'augmenter la durée de vie de la machine, et de gagner du temps pendant la moisson.

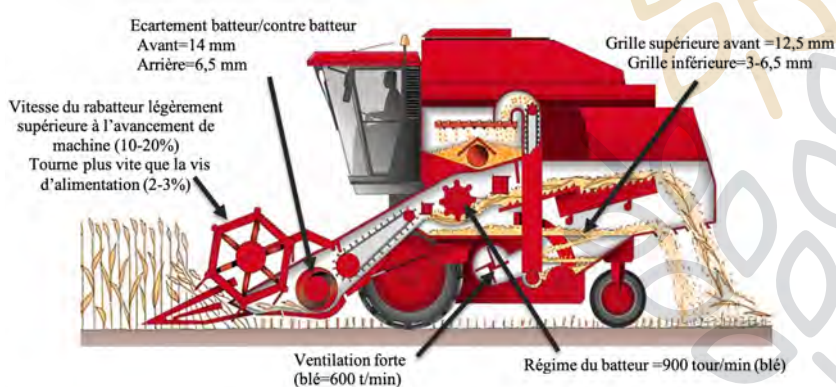


Figure 2 : Les Réglages à titre indicatif de la moissonneuse batteuse

Tableau 3 : Réglages indicatifs pour le battage du blé

Grain	Vitesse du rabatteur	Régime batteur (tr/mn)	Ecartements contre batteurs(mm)		Grille (mm)		Ventilation	Réglage
			Av	Ar	Sup	Inf		
Blé	Moyenne	900	14	6.5	12.5-19	3-6.5	600	
Orge	Moyenne	900-1000	14	8	12.6-19	6-12	325	

♦ La démarche de réglage de la moissonneuse pour un bon respect du grain

Cette démarche vise à garantir la qualité du grain. Voici les questions à se poser avant de régler la machine :

- Au départ, réglage en sous-battage ?
 - * Contre batteur un peu plus écarté.
 - * Régime batteur un peu inférieur.
 - * Grilles plus ouvertes.
- 1^{ère} étape : présence d'imbattus dans les épis ?
 - * Si oui, serrez le batteur.
 - * Si non, passez à la 2^{ème} étape.
- 2^{ème} étape : présence de grains cassés dans la trémie ?
 - * Si oui, diminuez le régime batteur.
 - * Si non, passez à la 3^{ème} étape.
- 3^{ème} étape : présence de pertes aux grilles ?

- * Si oui ouvrez un peu plus les grilles ou diminuer un peu les vents.
- * Si non passer à la 4^{ème} étape.
- 4^{ème} étape : le grain est-il propre en trémie ?
 - * Si non, fermez la grille inférieure.

1.1.2 Conseils et astuces

- Il est crucial d'identifier l'origine des pertes afin de mettre en place les mesures appropriées (pertes au niveau de l'unité de récolte, des organes de battage du caisson de nettoyage ou des pertes d'avant moisson).
- Pour garantir une répartition homogène de la matière sur le caisson de nettoyage, des ajustements au niveau des diviseurs des vis d'alimentation sont nécessaires pour assurer un équilibre optimal.
- Lorsque les conditions de battage sont sèches et favorables, il est possible qu'une surcharge de grain se produise du côté droit du caisson de nettoyage. Pour remédier à cela, il est essentiel de vérifier que le diviseur droit de la vis d'alimentation est complètement relevé. Si nécessaire, l'ajout de plaques d'obturation du côté droit du contre-batteur peut être effectué pour réduire la charge en paille. Il est également crucial de s'assurer que la grille à ôtons est suffisamment ouverte pendant le fonctionnement.
- Les variétés difficiles à battre exigent une configuration plus rigoureuse des organes de battage, avec des écartements de contre-batteur pouvant descendre jusqu'à 5mm, des contre batteurs et des plaques d'obturation.
- Une paille verte et humide rend le battage plus difficile.
- La teneur en humidité de la plante augmente de manière ascendante, ce qui signifie que la hauteur des chaumes exerce une influence significative sur le débit de céréales.
- Lorsque les rendements sont faibles, l'utilisation de largeurs d'unité de récolte et de vitesses de déplacement plus élevées est né-

cessaire pour maintenir la capacité de la machine et assurer un battage efficace.

La présence de paille excessivement sèche et cassante peut entraîner une surcharge du caisson de nettoyage. Afin de réduire ce problème, il est recommandé d'installer des plaques d'obturation, d'élargir l'écartement du contre-batteur, et de ralentir le batteur à un régime où le battage est encore efficace (minimum 800 tr/min).

1.1.3 Pertes en grain à la récolte mécanique des céréales

♦ Pertes de pré-récolte

Les pertes de pré-récolte peuvent découler de divers facteurs liés à la gestion de la culture, tels que les impacts des intempéries, un excès de maturité, le choix de la variété, ainsi que des éléments externes comme la présence de moineaux.

Les problèmes potentiels incluent la prolifération de mauvaises herbes en fin de cycle et le phénomène de verse. Par ailleurs, d'autres causes de pertes résultent des réglages et manipulations de la machine, entraînant la chute de grains ou d'épis au sol ou dans une position intermédiaire, hors de portée de la barre de coupe avant le passage de la moissonneuse-batteuse.

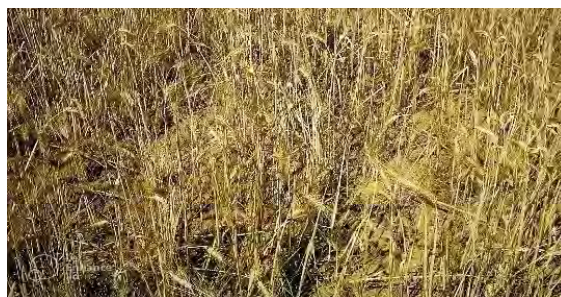


Photo 8 : Surmâturation des blés



Photo 9 : Verse de blé

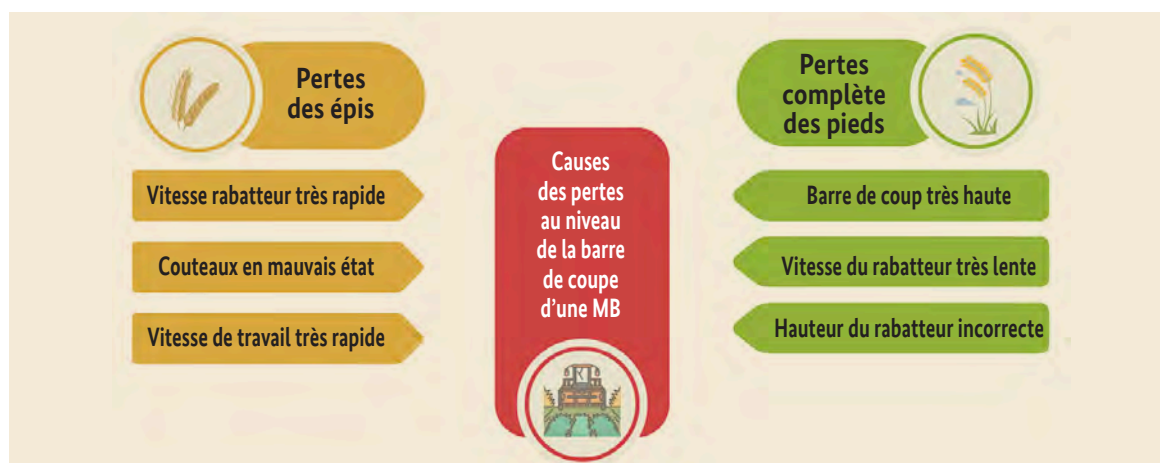


Figure 3 : Causes des pertes au niveau de la barre de coupe d'une moissonneuse batteuse

♦ Pertes à la coupe

Les principales causes de cette perte sont liées à la position et à la vitesse du rabatteur, ainsi qu'à la position de la barre de coupe et à la vitesse d'avancement de la machine. Dans ces conditions, les épis peuvent se retrouver hors de portée de la plateforme de coupe, entraînant ainsi des pertes significatives.

En moyenne, les pertes au niveau de la coupe présentent 75% de la perte totale causée par la machine.

Les pertes dues à la verse sont difficiles à contrôler, seuls les éleveurs d'épis peuvent aider dans certaines mesures. Ces pertes peuvent également provenir des tiges de petites tailles qui ne peuvent pas être coupées en raison de leur faible hauteur. Cette situation est accentuée par

l'état de la surface du sol (mal nivelé, pierreux, présence de mauvaises herbes...), ce qui peut compliquer la recherche d'un compromis entre les différents réglages en raison de la présence de cultures non homogènes et irrégulières.

♦ Pertes au battage

Les principales causes de pertes lors du battage sont l'intensité du batteur et l'état du batteur et du contre-batteur. L'intensité du battage dépend de la vitesse du batteur et de l'écartement entre le batteur et le contre-batteur. Une déformation de l'un de ces outils peut entraîner des pertes difficiles à maîtriser par les réglages, telles que des grains cassés ou des épis rejetés dans la paille suite à un battage inadéquat. En moyenne, les pertes au niveau du tri représentent 75 % de la perte totale causée par la machine.

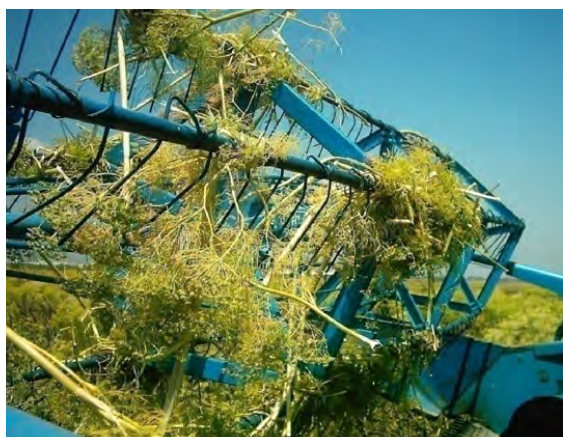


Photo 10 : Pertes à la coupe dues aux mauvaises herbes à la récolte



Photo 11 : Bourrage due aux mauvaises herbes lors de la récolte

♦ Pertes au nettoyage

La déformation des grilles est courante dans les cultures envahies de mauvaises herbes vertes, et également lorsque la ventilation est inappropriée, par exemple une ventilation élevée peut entraîner des pertes de grains dans la paille à l'arrière de la machine. En moyenne, les pertes au niveau du nettoyage représentent 8 % du total des pertes causées par la machine.

♦ Comment réduire les pertes ?

La réussite de l'opération de récolte mécanisée des céréales dépend d'une panoplie de paramètres liés au choix variétal, aux conditions du milieu naturel, à l'itinéraire technique pré-récolte, au degré de maturité au moment de la récolte, à l'état de la machine, aux réglages et au respect de la vitesse optimale.

♦ Evaluation des pertes à la récolte des céréales

L'objectif de l'évaluation des pertes est de situer le niveau de perte par rapports aux normes et juger l'exactitude des réglages opérés sur la machine. Le classement des pertes selon leurs causes oriente l'opérateur vers les éventuels réglages à améliorer.

La détermination du rendement et du rapport grains/paille est faite sur trois placettes de 1m x 1m dans des endroits représentatifs du champ à récolter. Les trois placettes sont récoltées séparément, et les grains sont séparés manuellement de la paille. Les grains et épis sur la placette ou le sol représentent les pertes naturelles.

L'évaluation des pertes par la machine se fait dans une parcelle d'une longueur minimale de 50 mètres. Il existe deux catégories de pertes :

- Les pertes à l'avant de la machine sont constatées sur des placettes de 2m x 1m après le passage de la machine, hors des andains.
- Les pertes à l'arrière sont récupérées en interceptant la paille derrière la machine à l'aide d'une bâche d'au moins 5m x 2m. La pesée des grains récupérés sur une superficie de 1m de l'andain multipliée par la largeur de coupe donne les pertes à l'arrière de la machine.

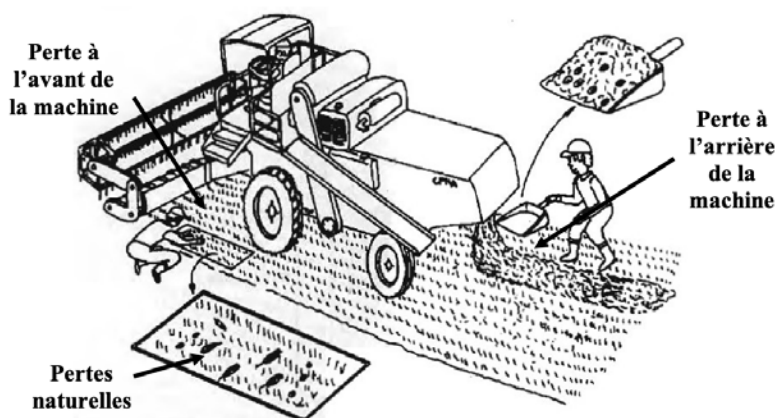


Figure 4 : Evaluation des pertes à la récolte



Photo 12 : Évaluation des pertes à la récolte

1.2. PRÉPARATION DES LIEUX DE STOCKAGE

De la récolte jusqu'à la vente, la phase de stockage des céréales est une étape incontournable et délicate qu'il faut maîtriser pour garantir la qualité des grains. Ceci est important, indépendamment de la destination finale du produit : autoconsommation, vente ou production de semences fermières.

1.2.1 Risques liés à un mauvais stockage des céréales

Parmi les principaux dangers biologiques qui menacent la qualité sanitaire des grains après la récolte, figure le risque d'être soumis aux nuisibles (insectes, oiseaux), ou parasites (moisissures, mycotoxines), qui peuvent altérer leur qualité nutritionnelle.

L'essentiel des pertes lors du stockage est principalement dû au séchage insuffisant, favorisant le développement des moisissures et/ou à un stockage défectueux qui facilite l'attaque

des déprédateurs tels que les insectes ou les rongeurs. Cependant, des pertes peuvent également survenir au cours des autres étapes du système post-récolte : la récolte, le stockage au champ, le transport, le battage, le nettoyage, la manutention et la transformation.

En Tunisie, la perte de la récolte au stockage final est estimée entre 5 % et 15 %. L'application d'une perte de 5 % sur le tonnage (de la récolte au stockage) pour la période 2014-2019 est estimée à 45 mille tonnes.

- Le stockage est assuré en premier lieu par les agriculteurs, principalement par les collecteurs agréés (tels que l'Office des céréales), mais aussi par les meuniers, les stockeurs intermédiaires et les exportateurs. Cependant, si le stockage n'est pas effectué dans le respect de certaines normes et conditions, il ne permet pas une bonne conservation et nuit ainsi à la qualité des graines (perte de poids et de qualité, détérioration des grains, infestation, etc.).

Tableau 4 : Pertes au stockage des principales céréales en Tunisie 2014-2019 (1000 tonnes)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total	Moyenne
Perte minimale à 5% en tonne	54445	34885	34545	40790	38965	65000	268630	44772

Bléor, 2019

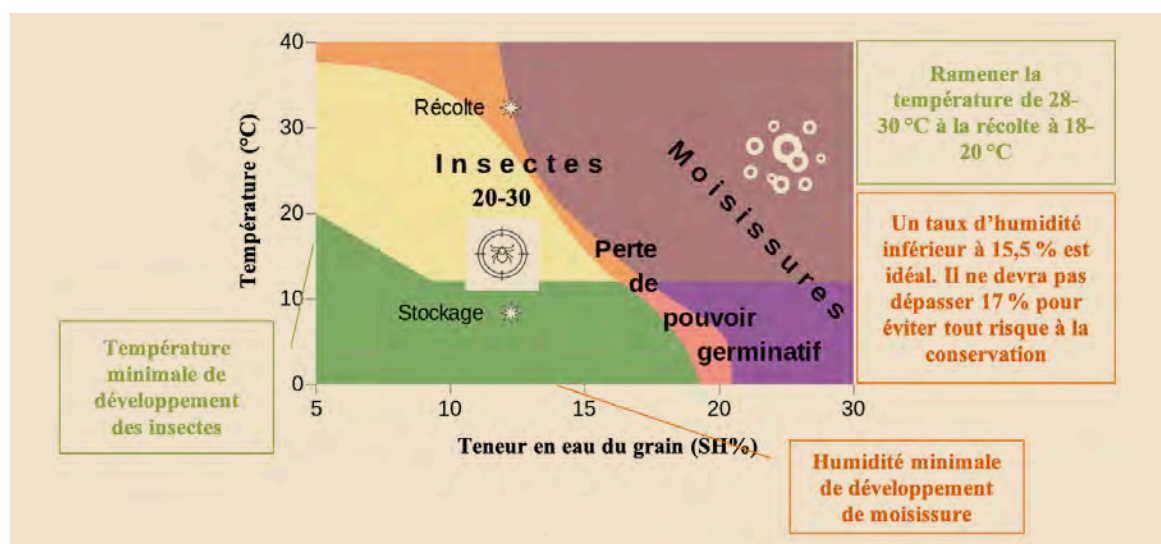


Figure 5 : Diagramme de conservation du grain

- **Pertes lors du stockage à la ferme**

Le stockage à la ferme est privilégié par certains agriculteurs, alors qu'ils vont affronter plusieurs risques, surtout lorsqu'ils ne disposent pas de lieux de stockage adéquats. Toutefois, en l'absence d'un encadrement approprié et d'une formation sur les bonnes pratiques de stockage, des pertes de récolte sont susceptibles d'être enregistrées.

- **Pertes au niveau des silos de repli**

La capacité actuelle de stockage en Tunisie répond seulement à environ 45 % des besoins, ce qui est malheureusement insuffisant. Plusieurs facteurs limitent l'efficacité du stockage, entraînant des pertes regrettables de stocks.

Les silos en béton, nombreux et vieillissants, ne répondent souvent pas aux normes technico-économiques modernes, comme l'affichage de l'humidité, et ne permettent pas la différenciation des céréales selon leur qualité. De plus, les équipements de manipulation des céréales montrent des signes d'usure, devenant progressivement obsolètes.



Figure 6 : Ecosystème d'un grain stocké

Ces contraintes entraînent des pertes lors de la phase de stockage, causées par les activités d'insectes et de rongeurs, ainsi que lors de la manipulation des grains.

Le stockage crée un écosystème artificiel qui est facilement altérable et présente des conditions environnementales ainsi qu'une communauté particulière d'êtres vivants.

- ♦ **Les caractéristiques d'une céréale de mauvaise qualité**

Généralement, les céréales infestées présentent différents aspects : présence de déchets des rongeurs, changement de coloration, grains qui s'effritent et deviennent farineux, présence d'insectes, larves dans les grains, dépôt de moisissures sur les grains, dégagement d'odeur de fermentation, etc. Lors du contrôle du stock, dès qu'un ou plusieurs de ces éléments sont constatés, cela signifie que le stock est infesté. Il faut donc agir rapidement pour limiter les dégâts.



Photo 13 : Mauvais stockage de grains

- ♦ **Perte de poids et de qualité du stock de céréales**

Lorsque les céréales sont exposées à des niveaux d'humidité excessifs ou à des températures instables pendant le stockage, divers processus physiologiques et biochimiques peuvent se produire, entraînant une perte de poids et de qualité.

◆ Germination :

Dans des conditions d'humidité élevée, les graines de céréales peuvent germer prématurément, ce qui entraîne une perte de poids importante et une dégradation de la qualité. Pendant la germination, les graines utilisent les réserves d'amidon et de protéines pour produire des sucres simples et des acides aminés, qui sont ensuite utilisés comme source d'énergie pour la croissance de la plantule. Ce processus entraîne une diminution significative du poids et de la valeur nutritive des grains.

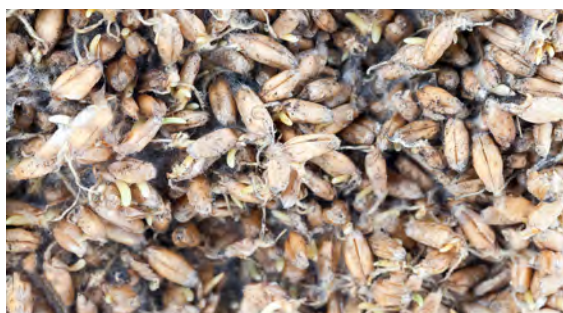


Photo 14 : Graines germées

◆ Fermentation :

Dans des environnements anaérobies (faible teneur en oxygène), les céréales peuvent subir une fermentation, entraînant la production d'acides organiques et d'autres sous-produits métaboliques. Cela peut entraîner une perte de poids et de qualité dans le contexte du stockage des céréales. Les acides organiques produits pendant la fermentation peuvent altérer les propriétés sensorielles des grains, tels que la couleur, l'odeur et le goût, ce qui les rend moins attrayants pour la commercialisation ou la transformation.



Photo 15 : Graines fermentées

◆ Déshydratation :

Lorsque les céréales sont stockées dans des environnements très secs, elles peuvent perdre de l'eau et se dessécher, entraînant une perte de poids et une diminution de la qualité. Le dessèchement peut également entraîner la fragmentation des grains, ce qui peut entraver le triage et le traitement subséquents.



Photo 16 : Graines desséchées

◆ Altération des propriétés fonctionnelles :

Outre les changements de poids et de composition chimique, le stockage inapproprié des céréales peut altérer les propriétés fonctionnelles des grains, telles que la capacité de gonfler, la solubilité et la viscosité. Ces modifications peuvent affecter les performances des céréales dans les applications industrielles et alimentaires, telles que la cuisson et la panification.

Il est essentiel de mettre en place des mesures adéquates de gestion de l'humidité et de la température pendant le stockage pour minimiser ces risques et assurer la préservation de la qualité des céréales.

◆ Moyens de prévention

- Une vérification préalable de la sécheresse des céréales est nécessaire avant le stockage.
- La stricte application des méthodes de stockage et de conservation des céréales est essentielle.
- L'étanchéité des murs et du toit est nécessaire.
- L'élimination de tous les déchets alimentaires et autres sources d'attraction pour les ravageurs est impérative.

♦ Moyens de lutte

- Le séchage du stock est nécessaire.
- Le vannage est une étape importante.
- Le traitement du stock est essentiel, car l'humidité favorise la présence des insectes.
- Le colmatage des fissures et des trous des murs et du toit est recommandé.
- L'inspection régulière des stocks est une pratique indispensable.

♦ Les moisissures et mycotoxines

Durant le stockage des céréales, les moisissures constituent une menace sérieuse pour la qualité et la salubrité des denrées alimentaires. Les moisissures sont des champignons qui se développent sur les grains humides ou contaminés par des spores fongiques. Sous des conditions favorables, telles qu'une humidité relative élevée et une faible circulation d'air, les moisissures peuvent se multiplier rapidement, produisant des mycotoxines dangereuses pour la santé humaine et animale.

Les mycotoxines les plus communes dans les céréales sont l'aflatoxine, la zéaralénone, l'ochratoxine A, la fumonisine et le déoxynivalénol. Ces toxines peuvent entraîner une variété d'affections, notamment des troubles digestifs, des cancers, des perturbations hormonales et des dommages neurologiques.



Photo 17 : Graines moisies

♦ Moyens de prévention

Pour prévenir la contamination des céréales par les moisissures et les mycotoxines, il est crucial de maintenir des conditions de stockage opti-

males. Les céréales doivent être stockées dans des locaux secs, bien ventilés, à l'abri de la lumière directe du soleil et des variations de température extrêmes. Il est également important de surveiller régulièrement le niveau d'humidité relatif et de maintenir une hygiène stricte dans les zones de stockage.

♦ Moyens de lutte

Dans les situations où la contamination par les moisissures et les mycotoxines est suspectée, il est essentiel de réaliser des tests de laboratoire pour identifier les toxines concernées et évaluer le niveau de contamination. Selon les résultats, des actions correctives peuvent être envisagées, telles que le retrait des lots contaminés, le traitement thermique, l'ajout d'additifs protecteurs ou le recyclage des céréales en tant que coproduits destinés à des usages non alimentaires.

♦ Les bio-agresseurs des céréales en post-récolte

Pour optimiser la conservation des céréales, il est primordial de connaître les principaux adversaires des stocks céréaliers et de maîtriser les moyens de prévention et de lutte contre eux. Effectivement, les céréales attirent différentes espèces vivantes, principalement des rongeurs (parmi lesquels figurent les rats et les souris) et des insectes, surnommés collectivement les ravageurs ou prédateurs des céréales. Tandis que le développement des microorganismes et des acariens n'est possible que lorsque l'humidité relative est au moins égale à 65%. Il s'ensuit que, du fait de leurs exigences écologiques particulièrement limitées, les insectes constituent un danger majeur.

♦ Rongeurs

Les rongeurs représentent une menace considérable pour les stocks de céréales, puisqu'en plus de consommer directement les grains, ils causent également des dommages aux embal-



Photo 18 : Attaque de rongeurs sur céréales stockées

lages tels que les sacs et les palettes, ainsi qu'à l'infrastructure de stockage elle-même. De surcroît, les rongeurs transportent des bactéries, des virus et des parasites dans leurs poils, leurs urines et leurs excréments, contaminant ainsi les stocks de céréales. Les contacts avec ces contaminants peuvent entraîner des maladies telles que la salmonellose, la leptospirose, etc., tandis qu'ils peuvent héberger des ectoparasites tels que les puces, les punaises et les tiques, qui peuvent également transmettre des maladies. Cette contamination peut engendrer des maladies chez l'être humain, telles que la diarrhée, si les céréales infectées sont ingérées. De plus, les rongeurs rongent les câbles électriques, ce qui peut déclencher des incendies accidentels et représenter un risque important pour la sécurité des personnes et des biens.

♦ Moyens de prévention

- La pose de pièges est recommandée.
- Le maintien d'une bonne hygiène du magasin est essentiel.
- L'installation de barrières physiques telles que des grilles de protection sur les entrées

de câbles et de tuyaux, des joints d'étanchéité sur les portes et fenêtres, et des pares-feux est recommandée pour empêcher l'accès des rongeurs.

- L'utilisation de pièges et d'appâts pour capturer et éliminer les rongeurs existants est une méthode efficace.

♦ Moyen de lutte

- Le vannage des céréales est une étape importante.
- Le traitement avec des raticides et d'autres produits spécifiques adaptés aux céréales est recommandé.

♦ Insectes

Deux catégories d'insectes, à métamorphose complète, sont des ravageurs des grains stockés:

Les lépidoptères : la présence de papillons doit impliquer le traitement des locaux. Ce sont les larves qui risquent de détériorer les grains.

Les coléoptères : charançons, silvains, capucins, tribolium sp.... Se développent dans le silo. Leur cycle complet a lieu dans le stock avec des phases cachées, à l'intérieur des grains (charançons, capucins).

Sous leur forme adulte, à des températures comprises entre 15°C et 35°C et une humidité relative (HR) variant de 50 à 80%, les coléoptères vivent plus longtemps que les lépidoptères.

Généralement, les ravageurs primaires (appelés aussi « à formes cachées ») sont les plus dangereux, car ils se nourrissent des grains et y pondent des œufs. À l'éclosion, les œufs deviennent des larves qui se nourrissent des embryons des grains, ce qui cause une perte du pouvoir germinatif.

Alternativement, les larves à formes cachées représentées par les charançons (*Sitophilussp.*), le capucin (*Rhizopertha dominica*) et l'alucite (*Sitotroga erealella Oliv.*) se distinguent de ceux qui présentent des formes libres. Les premiers passent une partie de leur vie à l'intérieur des



Figure 7 : Charançon de blé (Forme cachée à gauche, forme libre à droite)

grains, ce qui ne permet pas de les détecter à l'œil nu lorsqu'ils sont à ce stade : le grain infesté semble sain.

Ce n'est qu'au stade adulte qu'on peut les observer, contrairement aux insectes à «formes libres», dont le développement est externe. Les ravageurs secondaires sont opportunistes, se nourrissant des grains déjà endommagés, cassés ou moisissus. Les triboliums sombre et roux (*Tribolium confusum* et *T. castaneum*), le Silvain (*Oryzaephilus surinamensis*) ou encore le cucujide roux (*Cryptolestes ferrugineus*) sont des espèces de ravageurs secondaires de ce type.

Les papillons responsables de la destruction des grains de céréales présentent des caractéristiques distinctives, telles que des ailes pulvéruentes, un corps poilu et des comportements nocturnes. Néanmoins, contrairement aux idées reçues, les papillons adultes ne se nourrissent pas directement des grains.

Au lieu de cela, les femelles pondent des œufs qui éclosent en larves. Ces larves tissent des filaments de soie et se nourrissent des grains abîmés, ce sont les ravageurs tertiaires.

Tableau 5 : Insectes les plus fréquents rencontrés sur les produits stockés

Espèces /Familles	Condition de prolifération	Dégâts occasionnés
 Tribolium confusum (Tenebrionidae)	Population multipliée par 60 en 28 jours (35°C, HR 80%)	- Aggravation des dégâts des charançons : les insectes, adulte ou larves, se nourrissent du grain et consomment l'albumen ou le germe et parfois même les deux. - Sécrétion malodorante.
 Sitophilus granarius (Dryophthoridae)	Population multipliée par 20 en 28 jours (30°C, HR 14%)	- Trou dans les grains. - Germe et amande dévorés.
 Oryzaephilus surinamensis (Silvanida)	Population multipliée par 60 en 28 jours (32°C, HR 90%)	Aggravation des dégâts des charançons : les insectes, adulte ou larves, se nourrissent du grain et consomment l'albumen ou le germe et parfois même les deux.

Espèces /Familles	Condition de prolifération	Dégâts occasionnés
 Cryptolestes ferrugineus (Laemophloeidae)	Population multipliée par 20 en 28 jours (34 °C, HR 73%)	- Destruction du germe.
 Trogoderma granarium (Dermestidae)	Population multipliée par 12 en 28 jours (34 °C, HR 73%)	Grains creusés jusqu'à évidement complet.
 Rhizopertha dominica (Bostrichidae)	Population multipliée par 20 en 28 jours (34 °C, HR 70%)	Réduction en poudre du contenu du grain.
 Plodia interpunctella (Byralidae)	Population multipliée par 25 en 28 jours (30 °C, HR 70%)	- Attaque du germe. - Dépréciation du stock avec les fils de soie gluants de son cocon.
 Sitotroga cerealella (Gelechiidae)	- Population multipliée par 25 en 28 jours à 35°C.	- Trou dans les grains. - Goût de rance. - Germe et amande dévorés.

♦ Moyens de prévention

- L'application préventive d'insecticide par poudrage ou pulvérisation sur le stock, le magasin, les palettes et les sacs est recommandée.
- Le maintien d'une bonne hygiène dans le magasin est essentiel.

♦ Moyen de lutte

- Le vannage des céréales est une pratique essentielle.
- Le traitement chimique par fumigation et pulvérisation d'insecticide est recommandé.

1.2.2 Etapes à surveiller pour un bon stockage

♦ Les céréales au champ

La propreté des cultures constitue l'une des composantes essentielles au maintien de la qualité de la production. En effet, la présence d'adventices est la principale cause d'altération de la récolte. De plus, la présence de tiges et de pailles dans un tas de céréales peut entraîner une réhumidification des graines.

Les impuretés et les graines immatures favorisent le développement de moisissures et créent des points de chauffe qui dégradent la qualité des graines.

♦ La préparation des installations

♦ Conservation à la ferme

Dans ce cas, les grains en tas sont laissés à l'air libre dans des hangars ouverts à charpente métallique, ou ils sont conservés dans des sacs fabriqués en toile de jute ou en polypropylène pour les semences. Les sacs sont entreposés en tas dans divers locaux, magasins ou hangars. Souvent, le stockage en vrac ou en sac est provisoire.



Photo 19 : Stockage des céréales à plat dans des hangars



Photo 20 : Stockage de céréales en sac de jute

Avant le stockage, le contrôle du magasin ou du lieu de stockage est une étape importante. Il faut examiner attentivement s'il n'y a aucun signe d'infestation, de moisissure, de grains mois, de fissures aux jointures du toit, ou de problèmes de sécurité. Avant le stockage des céréales, l'intérieur et l'extérieur du magasin doivent être préparés.

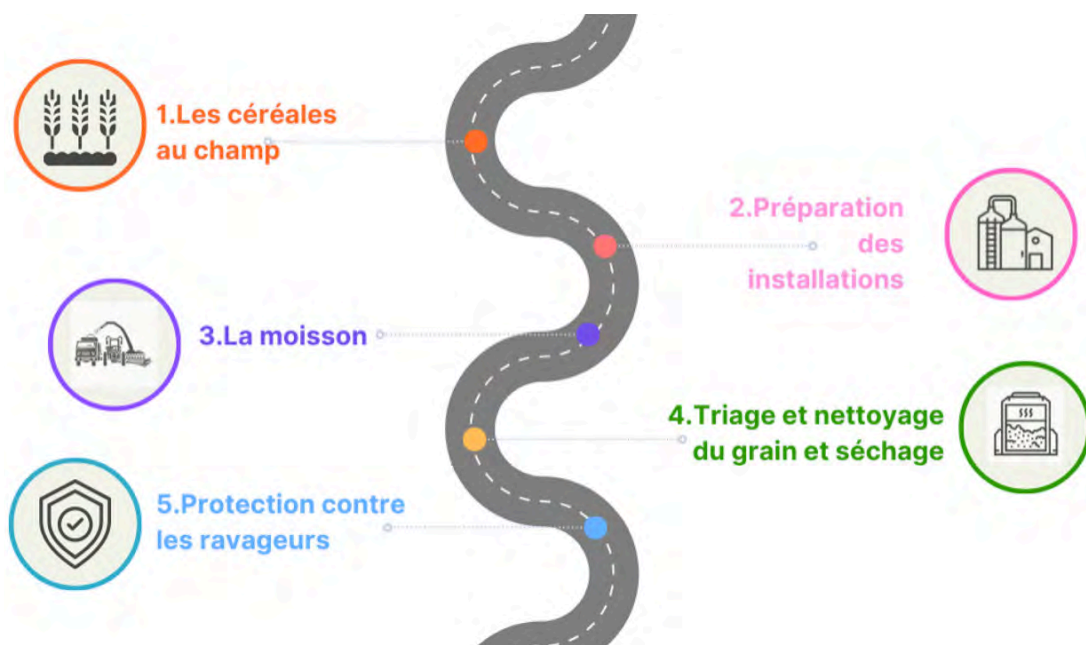


Figure 8 : Etapes à surveiller pour un bon stockage

Pour l'intérieur du magasin :

- Le vidage complet du magasin est nécessaire.
- Le brossage et le nettoyage approprié du magasin, du plancher, des murs, des recoins, des fenêtres et de la porte, ainsi que du plafond, sont essentiels.
- Le colmatage des trous et des fissures des murs et du toit, s'il y a lieu, est recommandé.
- Un traitement préventif en pulvérisant le magasin vide est recommandé.
- La combustion de tous les déchets (vieux sacs, grains attaqués) ou leur enfouissement loin du magasin est nécessaire.
- La construction de palettes à l'aide de chevrons ou de poutres pour y déposer les sacs afin d'éviter l'humidité est recommandée.
- Le brossage, le nettoyage et éventuellement la pulvérisation d'un insecticide des palettes existantes, si elles sont déjà présentes, sont recommandés.
- La délimitation adéquate de l'emplacement des palettes dans le magasin est essentielle.
- Le tri des sacs et l'élimination de ceux qui sont irrécupérables, ainsi que la réparation de ceux qui sont troués ou déchirés, sont nécessaires.
- Le nettoyage et le traitement des sacs, ou à défaut, le trempage dans de l'eau bouillante pendant 15 minutes et le séchage complet, sont recommandés.

Pour l'extérieur du magasin :

- Le désherbage et l'arrachage des plantes et des arbres qui se trouvent dans l'environnement immédiat sont nécessaires.
- Le balayage des abords du magasin et la combustion de tous les déchets sont recommandés.



Pour assurer leur bonne conservation à la ferme, il est important de récolter des céréales propres et sèches. Une fois stocké, le grain chaud doit ensuite être refroidi rapidement.

♦ **Conservation au silo**

Le stockage est assuré principalement par les collecteurs agréés mais aussi par les meuniers, les stockeurs intermédiaires, etc.

Le stockage se fait dans les silos qui sont des enceintes cylindriques en béton armé ou en métal. Elles sont fermées à leur partie supérieure par un plancher sur lequel sont installés les appareils de remplissage des cellules.



Photo 21 : Silos en Métal



Photo 22 : Silos en béton

Des programmes de nettoyage seront établis afin de garantir le maintien dans de bonnes conditions d'hygiène des équipements et de l'environnement.

Les installations et les équipements seront nettoyés régulièrement, par balayage et dépoussiérage ou toute autre procédure équivalente, afin de limiter l'accumulation des amas de poussières et les débris de grains qui constituent des croûtes favorables au développement d'insectes et de moisissures.

Les locaux et les installations seront en permanence conservés dans un bon état de propreté et d'entretien, car les nuisibles logeant dans les fossés non entretenus ou dans les matériels non



utilisés, ou attirés par les déchets ainsi que l'eau stagnante, qui sont des sources de contamination avérées.

Les moyens de prévention :

- L'entretien des abords immédiats des bâtiments, y compris les pelouses, les espaces non bétonnés et les fossés, doit être pris en compte.
- La maintenance préventive des locaux (toiture, cellule de stockage) doit être appliquée afin d'éviter la présence de corps étrangers (pièces métalliques, verre, béton).
- Le bon écoulement des eaux de pluie et de ruissellement.
- La mise en place de pièges à rongeurs aux abords des lieux de stockage des grains et de stockage des déchets est recommandée.
- Le maintien des locaux en bon état, notamment en assurant l'étanchéité des toitures pour éviter une altération du stockage par des fuites d'eau.
- L'application de traitements phytosanitaires, tels que les barrières d'insectes et de rongeurs par épandage d'insecticides en poudre, est nécessaire. Les appâts, pièges d'insectes ou de rongeurs doivent être vérifiés régulièrement.

• LA MOISSON

La récolte des grains doit être effectuée au bon moment, lorsque ces derniers sont mûrs et secs, et de qualité optimale. Un aspect crucial réside dans le réglage précis de la moissonneuse-batteuse afin de récolter les grains avec le moins d'impuretés possible. Ce réglage réduit le risque d'infestation par les insectes, qui ont une préférence pour les grains cassés contenant des impuretés. En outre, ce réglage améliore la circulation de l'air, favorisant un meilleur refroidissement et contribuant ainsi à réduire la présence de moisissures et de toxines.

• TRI ET NETTOYAGE DU GRAIN

Une opération indispensable avant le stockage est le nettoyage des grains, impliquant l'élimination des poussières et des impuretés. Si les produits sont trop humides, il est nécessaire de sécher les grains par ventilation.

La méthode traditionnelle, appelée «vannage», est simple : elle consiste à lancer les grains en l'air et à laisser le vent emporter les impuretés les plus légères. Cependant, cette méthode ne permet pas d'éliminer les impuretés plus lourdes telles que les graviers, les graines étrangères, la terre, etc.

Pour obtenir un produit complètement débarrassé de ses impuretés et apte au stockage à long terme, il est nécessaire d'utiliser des appareils de nettoyage appropriés, tels que les tarares, les pré-nettoyeurs et les nettoyeurs-séparateurs.

• PROTECTION CONTRE LES RAVAGEURS

Pour éviter le développement des populations d'insectes du stockage par un nettoyage minutieux des locaux avant la réception des céréales est crucial. Il est également nécessaire de surveiller l'évolution de la température dans les cellules ; une température inférieure à 20°C limite le risque de développement des insectes et prolonge la durée de conservation du grain.

Il est important de protéger les récoltes des oiseaux en obstruant toutes les ouvertures et en assombrissant les bâtiments. Pour protéger les cultures des rongeurs, la mise en place de nasses, de pièges à trappe ou à colle, d'appâts anticoagulants ou d'émetteurs d'ultrasons est recommandée.

Il convient également de prendre en considération quelques mesures d'hygiène générale et de traitement des grains pour lutter contre les insectes, telles que le traitement par insecticide de contact ou par fumigation.



Récolte et transport

Objectifs spécifiques



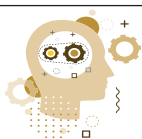
Connaissances

à assimiler :

Les participants devraient

- De l'opération de la récolte
- Des méthodes de transport de la récolte

prendre conscience



Compétences à développer :

Les participants

devraient apprendre et adopter

- Les conditions à respecter pour une bonne récolte
- Les techniques de transport de la récolte

2. RÉCOLTE ET TRANSPORT

2.1. HUMIDITÉ DU GRAIN

L'eau est toujours présente dans les grains, même lorsqu'ils sont dits « secs ». Les grains ont la propriété d'absorber l'eau ou la vapeur de l'air, ce qui modifie leur humidité en augmentant ou en diminuant en fonction de l'humidité relative du milieu de stockage jusqu'à ce qu'ils atteignent un état d'équilibre avec celle-ci. La teneur en eau des grains la plus favorable pour l'entreposage est de 10 à 15%. Pour obtenir un taux d'humidité correct, il est parfois nécessaire d'appliquer un séchage par ventilation d'air chaud pour les grains de blé.

La courbe d'équilibre d'humidité air-grain est à la base du principe de la ventilation pour le refroidissement et le séchage de grain. Cette ventilation est réalisée par circulation d'air ambiant à travers la masse de céréales à l'aide d'un ventilateur.

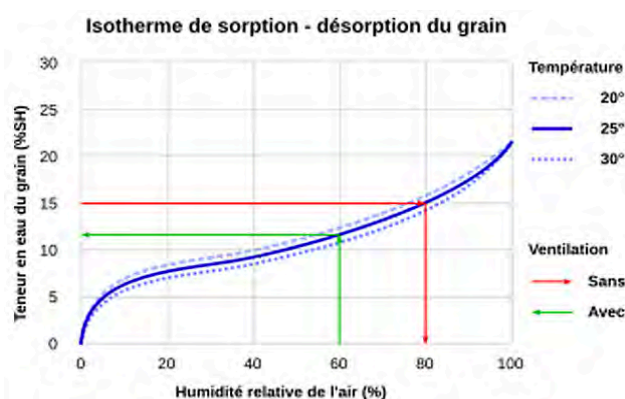


Figure 9 : courbe d'équilibre d'humidité air-grain

Pour une température donnée, un équilibre se crée entre l'humidité relative de l'air interstitiel et l'humidité du grain.

Exemple :

- Une masse de blé à 15 % d'humidité impose une hygrométrie de 80 % à l'air intra granulaire.
- Si on ventile avec de l'air à 60 % d'hygrométrie, le blé s'équilibre avec l'air à 12 % d'humidité

Au moment de la récolte, l'humidité mesurée sur l'échantillon va déterminer la démarche à suivre.

2.1.1 Teneur en eau inférieure ou égale au seuil de stabilisation

À ce niveau, la teneur en eau est de 13 à 14 % pour les céréales, les grains sont pratiquement stabilisés d'un point de vue physiologique. Le risque d'auto-échauffement est quasiment nul. Ils peuvent être stockés tels quels. Toutefois, la ventilation de refroidissement est fortement conseillée pour les rendre inhospitaliers pour les insectes.

2.1.2 Teneur en eau comprise entre le seuil de stabilisation et les normes commerciales d'humidité

L'activité physiologique est faible et bien maîtrisée si la température de la masse est rapidement voisine de 12 °C. C'est dans ces conditions que la freinte (perte de poids du grain) est la plus faible.

Tableau 6 : Tableau d'augmentation de l'humidité des grains en fonction de l'humidité relative du silo jusqu'à l'équilibre

	Humidité relative au silo				
	30	45	60	75	90
Blé tendre	8.6	9.9	11.8	15.0	19.7
Blé dur	8.5	9.7	11.5	14.1	18.7
Orge	8.4	10	12.1	14.1	19.5

2.1.3 Teneur en eau supérieure d'un point aux normes commerciales d'humidité

Une très bonne installation de ventilation est nécessaire. Les trois paliers de refroidissement entraîneront, sans altération de la qualité, la perte du point d'humidité exigé par la norme commerciale. Le nettoyage est nécessaire, surtout s'il y a présence de petits verdillons immatures. De tels lots de grains sont prioritaires pour les ventilations afin de les sécher et d'homogénéiser la masse. S'il s'agit d'une seule remorque de grains légèrement humides, l'idéal est de pouvoir la mélanger intimement avec du grain plus sec lors de la mise en cellule pour éviter une zone trop humide, source d'un éventuel point chaud.

2.1.4 Teneur en eau supérieure à 16 %

À ces niveaux d'humidité, le risque d'altération des grains est manifeste : développement de moisissures, puis auto échauffement des masses de grains. De ce fait, le séchage s'avère impératif. La seule ventilation du séchoir suffit s'il y a deux à trois points d'humidité à retirer.

2.1.5 Mesure de l'humidité

Pour être sûr de récolter du blé bien mûr, il faut prélever quelques dizaines d'épis dans un champ, en détacher les grains, et mesurer l'humidité de l'échantillon à l'aide d'un appareil de mesure d'humidité des grains (humidimètre). L'humidimètre est un outil de mesure de l'humidité des céréales et des graines souvent utilisé sur le terrain. Il fournit des lectures rapides et directes de l'humidité et/ou de la température des grains entiers, des céréales.

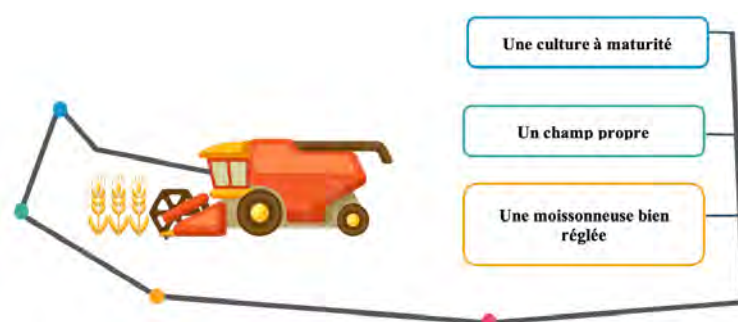


Photo 23 : Humidimètre

2.2. BATTAGE

Les céréales sont principalement cultivées pour les grains. Les chaumes (ou pailles) du blé sont ramassés sous forme de balles et vendus comme fourrage pour le bétail, comme ils peuvent être laissés sur le champ après la récolte. Le rendement en chaume dépend de la variété de blé, de la température, de la disponibilité en eau, du type de sol et de la hauteur de coupe de la moissonneuse-batteuse.

Pour réaliser une bonne récolte il faut :



La récolte est la dernière opération culturale du cycle de la céréale. Cette opération est importante et délicate, car elle peut entraîner une perte plus ou moins importante si elle est effectuée dans de mauvaises conditions. Au moment de la récolte des céréales, un ensemble d'opérations doit être effectué pour prévenir la dégradation de la qualité des graines.

2.2.1 Période de récolte

La période de récolte diffère selon les variétés et la région. Elle s'effectue entre fin mai et juin pour l'orge et entre juin et juillet pour les blés. Il faut récolter en combinant le stade optimum de maturité avec une humidité du grain inférieure à 14% (entre 12 à 13%).

La pleine maturité est atteinte lorsque :

- La paille et l'épi ont une couleur jaunâtre.
- Les grains se détachent facilement par frottement de l'épi entre les mains et se cassent sous la dent.
- La tige ne se plie pas mais se casse facilement.



Il convient de noter que tout retard au-delà de la période de maturation concernée entraîne des taux de pertes élevés en fonction de la durée de la période et de la sensibilité des variétés.

- Une céréale récoltée trop humide (>14%) ne tient pas au stockage (échauffement des grains et prolifération des moisissures).
- Une céréale récoltée trop sèche (<10%) peut subir des dégâts lors de la récolte (cassure, fissuration, éclatement du germe).

Lors du stockage, les grains, qui sont en constante évolution biologique, doivent conserver leur qualité. Pour cela, le seuil de température et le taux d'humidité des grains ne doivent pas dépasser, respectivement, 8°C et 14%.

Il convient également d'éviter la croissance de certains champignons, notamment lorsque la pluie tombe après la maturité, ce qui provoque l'apparition de taches noires sur les grains, en-

traînant des pertes tant au niveau qualitatif que quantitatif.

De plus, il est important de ne pas tarder dans le battage afin de minimiser les pertes de rendement et de qualité. En effet, la récolte est exposée aux attaques de rongeurs, d'oiseaux et d'insectes lorsqu'elle se trouve dans le champ.

2.2.2 Un champ propre

Pour obtenir une récolte propre, il est nécessaire d'éliminer les mauvaises herbes et les résidus de cultures antérieures de la parcelle. En effet, ces éléments peuvent interférer avec le processus de récolte et entraîner le bourrage de la moissonneuse. Un champ propre facilite le battage et réduit les risques de contamination des grains.

Il est également important d'inspecter le champ pour détecter toute infestation de ravageurs ou de maladies. En effet, les maladies fongiques ou les infestations d'insectes peuvent affecter la qualité du grain.



Bonnes pratiques

- ➔ La récolte devrait débuter le matin et dans un champ sec pour réduire les risques d'incendie causés par les températures élevées, la faible humidité et le fonctionnement des machines. Des mesures de sécurité appropriées doivent être mises en place.
- ➔ Lors de l'approche de la moisson, l'inspection des parcelles permettra de planifier l'ordre de passage optimal de la moissonneuse en fonction de la maturité des grains, favorisant ainsi une récolte de qualité.
- ➔ En cas de préoccupations concernant la qualité ou le rendement de la récolte à venir, les agriculteurs couverts par une assurance récolte devraient anticiper une éventuelle intervention de l'assurance et envisager de faire appel à un expert pour évaluer l'état des cultures, permettant ainsi de se concentrer sereinement sur les tâches essentielles de la moisson.
- ➔ Un nettoyage minutieux de la moissonneuse-batteuse est essentiel pour limiter la propagation des adventices.
- ➔ Il est recommandé de récolter en dernier les parcelles présentant des adventices mures ou les bordures de champ afin de limiter la dissémination des semences adventices. Si cela n'est pas possible, un nettoyage méticuleux de la moissonneuse-batteuse entre deux récoltes de parcelles est une solution efficace.
- ➔ La récupération des résidus de récolte, avec la possibilité de les stocker directement ou de les traiter à l'urée pour les utiliser comme fourrage, est une pratique bénéfique.
- ➔ Réaliser une opération de déchaumage pour enfouir les déchets agricoles est préférable pour éviter autant que possible la combustion des résidus de récolte, ce qui entraîne une perte de matière organique du sol.



2.2.3 Réglage de la moissonneuse batteuse

Pour préserver la qualité des grains, il est essentiel de régler avec soin la moissonneuse-batteuse. En effet, un réglage minutieux est nécessaire pour maximiser la préservation du grain et limiter le taux d'impuretés. Si les impuretés dans les récoltes sont trop nombreuses, cela peut réduire le poids spécifique (PS) estimé, ce qui a un impact direct sur le prix de vente. Ces impuretés peuvent être de diverses natures : grains cassés, grains germés, grains abîmés (colorés, échaudés, attaqués par des insectes, cariés, mouchetés, etc.), grains exogènes (issus d'autres espèces adventices présentes sur la parcelle) et autres impuretés (cailloux, terre, paille, etc.).

Les réglages doivent donc être adaptés en fonction des conditions de récolte, de la maturité du grain et de l'état des pailles. Plus le grain est sec, plus il est fragile : des réglages doux sont alors recommandés pour ne pas l'endommager. Il est également conseillé d'éviter de récolter aux heures les plus chaudes, notamment pour le blé dur, dont les grains sont plus cassants que ceux des autres espèces de céréales à paille.

2.3. TRANSPORT

2.3.1 Les différents types de transport

Le transport caractérise généralement le passage d'une phase à l'autre du système après récolte.

Les opérations de transport, de type traditionnel ou effectuées à l'aide d'engins motorisés, sont ainsi nécessaires, pour le déplacement des productions agricoles :

- Des parcelles, où ont été effectuées les récoltes, aux lieux de stockage provisoire (hangar)
- Des hangars aux magasins du producteur ou à ceux des centres de collecte
- De là vers les minoteries ou les industries de transformation ou les structures centrales de stockage et souvent bien plus éloignées des lieux de production
- Des centres de collecte ou minoteries aux industries de transformation ou aux ports d'exportation



Figure 10 : Le processus du transport de la récolte



♦ Transport traditionnel

Généralement, les agriculteurs vivent loin des lieux de collecte, stockage ou commercialisation.

Les produits sont alors souvent acheminés en petites quantités sur de très mauvaises routes ou sur des sentiers. Ceci entraîne des temps de transport importants et des coûts élevés par unité de produit transporté, il est fréquent que les agriculteurs parcourent des distances allant jusqu'à 30 ou 40 kilomètres, pour apporter leurs grains aux lieux de collecte, stockage ou commercialisation.

Il existe souvent un système de location de petits camions, de tracteurs avec remorques, etc., dont les tarifs varient en fonction de la saison, de l'état des routes et de la distance à parcourir.

♦ Transport routier

Le transport routier peut être effectué par l'opérateur agissant pour son propre compte ou par des entreprises de transport externes.

Dans le cadre du transport routier, les tracteurs avec remorques sont généralement utilisés sur le champ, tandis que sur la route, les produits sont transportés sur des camions de différentes capacités.

Là où l'infrastructure routière le permet et où l'organisation du stockage le nécessite, on a tendance à utiliser de gros camions porteurs (avec une capacité de quelques dizaines de tonnes) équipés de bennes basculantes.

Le marché de transport routier est libre, mais les transporteurs routiers qui travaillent avec l'office des céréales (OC) doivent respecter un cahier de charge spécifique élaboré par l'OC.

♦ Location des camions

Le choix doit s'effectuer sur la base d'une analyse des besoins, c'est-à-dire d'une estimation des quantités à transporter et du type ainsi que

du nombre de véhicules nécessaires, en fonction des caractéristiques des parcours et de la fréquence des déplacements.

L'option locative offre divers avantages :

- L'opération de transport n'est pas gérée par les producteurs, ce qui représente un gain de temps toujours appréciable pour eux.
- Les éventuelles pannes de véhicules sont à la charge du locataire, que ce soit en termes d'argent, de temps ou de responsabilité.
- Tous les frais liés à la possession d'un véhicule (assurances, vignettes, entretien) sont éliminés.

Ainsi, la location semble être le moyen le plus économique et le plus simple.

La programmation du transport routier nécessite une planification rigoureuse, tout en conservant une certaine flexibilité pour faire face à d'éventuels imprévus. Pour une planification efficace, il est essentiel de prendre en compte l'emplacement des points de collecte et des lieux de commercialisation, ainsi que les distances qui les séparent et les quantités de produits à transporter. De plus, il est nécessaire de préparer un itinéraire détaillé pour les chauffeurs afin de minimiser les distances et d'estimer les temps de transport de manière précise.

♦ Autres moyens de transport

Une grande quantité de produits est également transportée par voie ferrée, avec le monopole assuré par la société nationale des chemins de fer tunisiens (SNCFT). Ce mode de transport présente l'avantage d'être généralement moins coûteux que le transport routier. Cependant, son inconvénient majeur réside dans le fait qu'il implique presque toujours une opération de transport supplémentaire au départ ou à l'arrivée, contrairement au transport routier qui offre un service «porte à porte».

Sur de longues distances, lorsque les réseaux le permettent, il est souvent préférable de transporter les céréales par voie ferrée. Globalement, les deux types de transport - ferroviaire et routier - sont présents tout au long de la chaîne, depuis les ports ou les fermes locales jusqu'à la livraison des céréales aux transformateurs, bien que le transport routier domine. Il est important de noter que la filière est gérée par l'État et spécifiquement par l'Office des Céréales (OC), ce qui signifie que les tarifs de transport sont fixés par l'OC selon un barème spécifique.

2.3.2 Recommandations de bonnes pratiques d'hygiène relatives aux opérations de transport

Les transports s'opèrent dans le respect de la réglementation relative à la sécurité sanitaire. Quel que soit le moyen de transport utilisé, la responsabilité de la conformité du matériel par rapport aux exigences de sécurité sanitaire est liée au donneur d'ordre du transport et au transporteur. La présence de corps étrangers, d'impuretés ou de résidus dans les contenants (due à un défaut de nettoyage ou à d'autres mauvaises pratiques) est source de contamination. La sécurité sanitaire des aliments destinés à l'alimentation humaine ou animale doit être maintenue à tout moment au cours du transport. Il est nécessaire de prévenir toute contamination provoquée par des substances et produits indésirables. Tout mélange avec d'autres produits doit également être évité.

Il est essentiel de garantir que ni la pluie ni la bruine ne peuvent pénétrer dans le conteneur pendant le transport.

Avant le chargement, les conteneurs doivent être soigneusement inspectés pour s'assurer qu'ils sont :

- Propres, secs, sans odeur et correctement entretenus.
- Exempt de parasites ou de rongeurs.
- Dépourvus de résidus provenant de chargements précédents et/ou de produits de nettoyage.
- Appropriés pour le transport requis.

En fonction du transport précédent, il est nécessaire de suivre les règles de nettoyage ou de désinfection.

Le respect des règles d'hygiène et la mise en œuvre des moyens appropriés pour maintenir le matériel en parfait état de propreté et d'absence de risque de contamination sont primordiaux. Avant le chargement des produits, tous les résidus visibles du chargement précédent doivent être éliminés à l'extérieur du véhicule, y compris du châssis.

Les bâches utilisées doivent être propres et étanches.



Production de semences fermière de qualité

Objectifs spécifiques



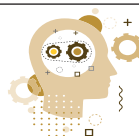
Connaissances

à assimiler :

Les participants devraient

- Production de semences fermière de qualité

prendre conscience



Compétences à

développer :

Les participants

devraient apprendre et adopter

- Les conditions à respecter pour produire des semences fermières de qualité
- Les étapes de la production des semences fermières



3. PRODUCTION DE SEMENCES FERMIÈRES DE QUALITÉ

Une semence fermière désigne une variété de semence issue des cultures réalisées par un agriculteur, qu'il sélectionne et multiplie dans le but d'ensemencer ses champs pour les cultures suivantes.

«Un agriculteur peut multiplier librement, pour son usage personnel, des semences de n'importe quelle espèce tant que la variété n'est pas protégée par un certificat d'obtention végétale (COV).»

La production de semences à la ferme permet de développer des variétés adaptées aux conditions locales tout en réduisant les coûts. Il s'agit d'une gestion dynamique sur le terrain.

L'essentiel est que l'agriculteur lui-même choisisse des plantes mères saines qui répondent aux critères souhaités. Par exemple, certaines plantes sont favorisées par rapport à d'autres dans les conditions locales telles que le climat, le type de sol ou la présence de certains bio-agresseurs, ce

qui garantit une meilleure qualité des semences. Ainsi, des variétés bien adaptées se développent, se maintiennent et continuent à évoluer au fil du temps. Chaque année, des caractères favorables propres à l'environnement local sont sélectionnés.

Ces variétés sont des variétés populations, également appelées variétés paysannes. Multipliées et sélectionnées par les agriculteurs, elles sont composées de plantes semblables mais présentent toutefois une certaine variabilité génétique et phénotypique.

Produire des semences de bonne qualité à la ferme nécessite une combinaison de bonnes pratiques agricoles, de gestion des cultures et de sélection des plantes.

En restant attentif à la qualité des pratiques agricoles, les chances de produire des semences de haute qualité à la ferme seront augmentées.

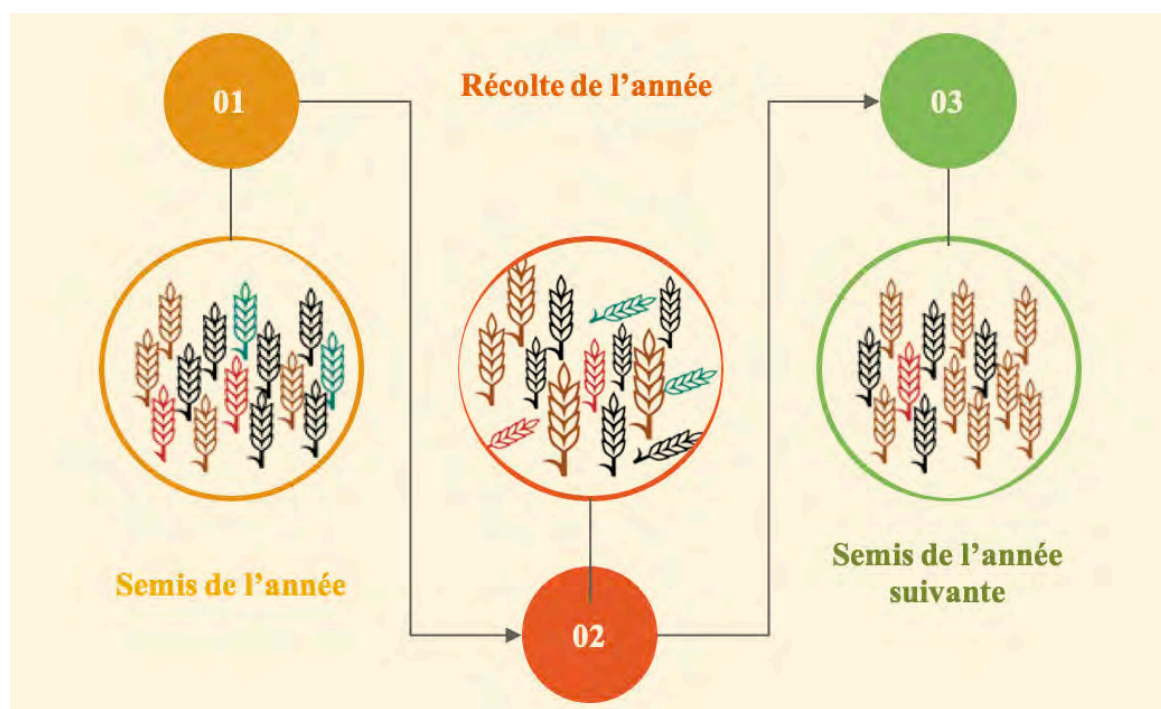


Figure 11 : Processus d'adaptation et de sélection des variétés aux conditions locales



3.1. EXIGENCES DE LA PRODUCTION DE SEMENCES

3.1.1 Les précédents culturels

Il est essentiel de s'assurer que la parcelle de production de semences soit propre et en bonne condition du point de vue de la fertilité (physique, chimique et biologique) afin de garantir les meilleures conditions pour la production de semences de qualité.

La rotation des cultures est essentielle et sert, entre autres, de mesure préventive du point de vue sanitaire.

3.1.2 La bande d'isolation

La bande d'isolation de la culture pour la semence varie selon l'espèce. La largeur de la bande d'isolation est de trois mètres pour les céréales. Elle peut être constituée de plantes fourragères, d'une végétation indigène mais non invasive, ou encore d'une culture en rangs d'une espèce différente dont les semences peuvent être facilement séparées lors du criblage. Il ne doit pas y avoir de plantes dont la semence pourrait contaminer la culture principale.

3.1.3 L'épuration des parcelles

L'épuration des parcelles concerne l'élimination des mauvaises herbes nuisibles selon les cultures (folle avoine, liseron des haies, etc.). Les parcelles destinées à la production de semences doivent être exemptes de mauvaises herbes indésirables et ne pas être soumises à une forte pression de mauvaises herbes (très sales).

3.1.4 Les maladies

Le degré de contamination des semences par des agents pathogènes ne fait pas partie des critères de sélection des semences car il y a un seuil à ne pas dépasser.

3.1.5 Sélection

♦ Sélection par triage

Généralement, la sélection se fait lors du nettoyage et du triage de la récolte. On part du principe de l'auto-sélection, où les plantes malades ou mal adaptées aux conditions pédoclimatiques et de culture du paysan ne fructifient pas. En outre, les graines récoltées en même temps auront généralement la même précocité. Dans le cas des céréales à paille, certains agriculteurs trient les graines les plus grosses pour la semence. Cette pratique, très répandue, permet de sélectionner les graines en fonction d'un phénotype spécifique, éliminant ainsi la charge génétique des graines de taille moyenne et petite, ce qui réduit l'hétérogénéité. Cependant, d'autres agriculteurs se contentent de nettoyer simplement les graines avant de les ressemer ou de trier celles de taille moyenne. Certains agriculteurs choisissent également une parcelle spécifique pour la semence au moment du semis, en fonction de la qualité du sol, ou au moment de la moisson, en sélectionnant les plantes non malades et présentant une bonne couleur.

♦ Sélection conservatrice/amélioratrice

C'est une sélection qui préserve les caractéristiques principales de chaque variété (une sélection très respectueuse des phénotypes des variétés) tout en cherchant à améliorer certains d'entre eux. Parmi ces caractéristiques, on peut citer la résistance aux maladies, la hauteur de la paille, la courbure, la tenue de la plante, le tallage, la couleur et la beauté de l'épi, le parallélisme des épis, etc.

On remarque que même si le rendement est un critère de sélection, il n'est pas le seul ni le plus important.

♦ Sélection évolutive

La sélection se fait en fonction de l'adaptation au mode de culture et aux conditions pédoclimatiques. Il est essentiel de connaître en profondeur les variétés et leur mode de croissance. Pour effectuer une sélection rigoureuse, il est nécessaire de maîtriser parfaitement chaque variété afin de ne pas éliminer des caractères intéressants.

3.1.6 Battage, nettoyage, tri, stockage

Pour assurer une bonne conservation, il est crucial de récolter les graines lorsqu'elles sont sèches et mûres. Il est également primordial de maintenir le fond de la moissonneuse propre afin d'éviter de mélanger les semences de différentes variétés. C'est pourquoi les agriculteurs conservent souvent la semence des dernières parcelles moissonnées.

Après la moisson, les graines sont nettoyées à l'aide d'un nettoyeur-séparateur électrique ou d'un tarare. Ensuite, les graines sont stockées dans des silos ventilés, où une température inférieure à 10 à 15 °C permet de limiter voire de détruire les parasites. Si les silos ne sont pas équipés d'un ventilateur, les agriculteurs étalent les graines dans le hangar jusqu'à ce qu'elles soient sèches, en les brassant de temps en temps.

Le triage des graines est généralement effectué

à l'aide d'un trieur alvéolaire. Il est crucial d'avoir une semence propre afin de garantir une densité de semis optimale et d'éviter de ressemer des adventices.

3.1.7 Test de germination

Avant d'utiliser les semences, il est essentiel d'effectuer des tests de germination afin d'évaluer la viabilité des graines, qui ne doit pas être inférieure à 85%. Cela garantit la qualité du produit.

3.2. DIFFICULTÉS TECHNIQUES PARTICULIÈRES

Les difficultés les plus importantes pour les agriculteurs sont les suivantes :

- Le manque de temps.
- Les opérations de séchage, de stockage et de triage, souvent entravées par le manque de matériel (absence de moissonneuse, de séparateur-trieur, de décortiqueuse, etc.).
- Les contraintes économiques, notamment le manque de matériel et de débouchés.
- La délicatesse de la récolte des graines.
- L'importance de la discipline et de la rigueur dans le travail de conservation variétale.
- Les hybridations en allogames.



Détermination de la rentabilité

Objectifs spécifiques

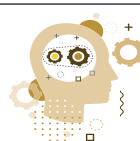


Connaissances à assimiler :

Les participants devraient

prendre conscience

- Des coûts des différentes opérations inhérentes à la culture de céréales
- Du calcul des charges et des recettes
- Du calcul du coût de production
- De l'analyse de la marge brute



Compétences à développer :

Les participants

devraient apprendre et adopter

- Les coûts des différentes opérations inhérentes à la culture de céréales
- Le calcul des charges et des recettes
- Le calcul du coût de production
- Analyse de la marge brute



4. DÉTERMINATION DE LA RENTABILITÉ

Le savoir-faire technique ne suffit pas. Pour être compétitifs et tirer profit des nouvelles occasions qui se présentent, les agriculteurs doivent de plus en plus adapter leur exploitation agricole aux évolutions du marché et améliorer efficacité, rentabilité et revenus.

4.1. ENREGISTREMENT DES CHARGES ET DE LA RECETTE

L'entreprise agricole est un système de production qui combine les facteurs de production (sol, capital, travail), entraînant des coûts (coût d'achat, coût de production, coût de distribution) pour obtenir des produits qui seront mis sur le marché afin de générer un revenu.

Un système de production représente une combinaison des productions et des facteurs en relation avec elles.

Le revenu dépend de plusieurs facteurs :

- De la nature et de la quantité des produits obtenus, donc du système de production utilisé
- Des prix
- Des coûts des facteurs de production

➔ L'objectif immédiat pour un exploitant est l'augmentation de son revenu.

Chaque agriculteur doit disposer de mécanismes et d'indicateurs économiques qui l'aident à prendre des décisions et à bien gérer les ressources et à comparer plusieurs secteurs. Parmi ces indicateurs : le coût de production et la rentabilité économique.

Le coût de production est la somme des coûts (charges) de tous les éléments nécessaires à la production d'une denrée agricole.

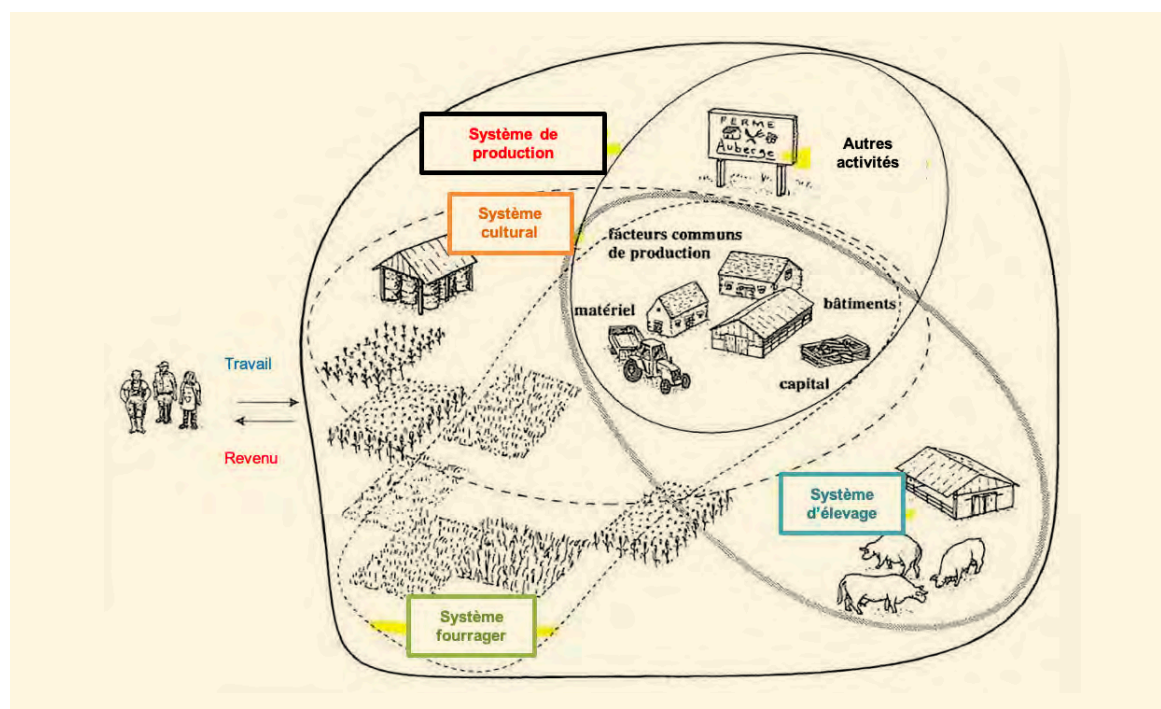


Figure 12 : Composantes d'un système de production

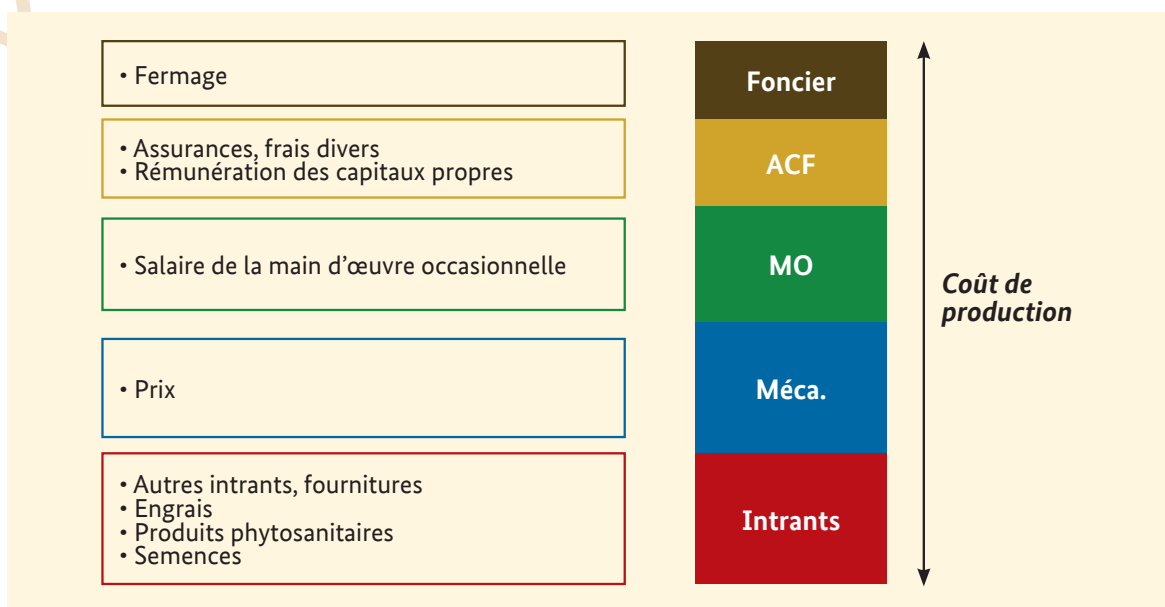


Figure 13 : Composantes du coût de production

Il convient d'être précis dans la définition des coûts de production et dans les résultats obtenus car l'impact pour l'agriculteur peut être très important surtout en période de crise. Les coûts de production englobent la rémunération de l'ensemble des facteurs de production et se subdivisent en :

- Les charges opérationnelles qui sont directement affectables et consommées par la culture (semences, engrais, pesticides, taxes sur les produits, assurances sur les cultures, frais d'irrigation).
- Les charges de structure issues des moyens de production (mécanisation, frais généraux, assurances des biens et personnes, fermage,

bâtiments et équipements, frais financiers, salaires...).

- Les charges supplétives correspondant à la rémunération de la main-d'œuvre familiale et ses charges sociales, ainsi que la rémunération des capitaux propres.

Le point de départ est la fiche d'exploitation, un document synthétique qui rassemble un compte de l'entreprise plus ou moins détaillé ainsi qu'un ensemble d'informations sur la structure et l'environnement de l'entreprise, notamment les facteurs de production.

Elle exige donc un chronogramme de gestion clair et précis (planification). C'est pourquoi, avant de procéder à la mise en place du dispo-

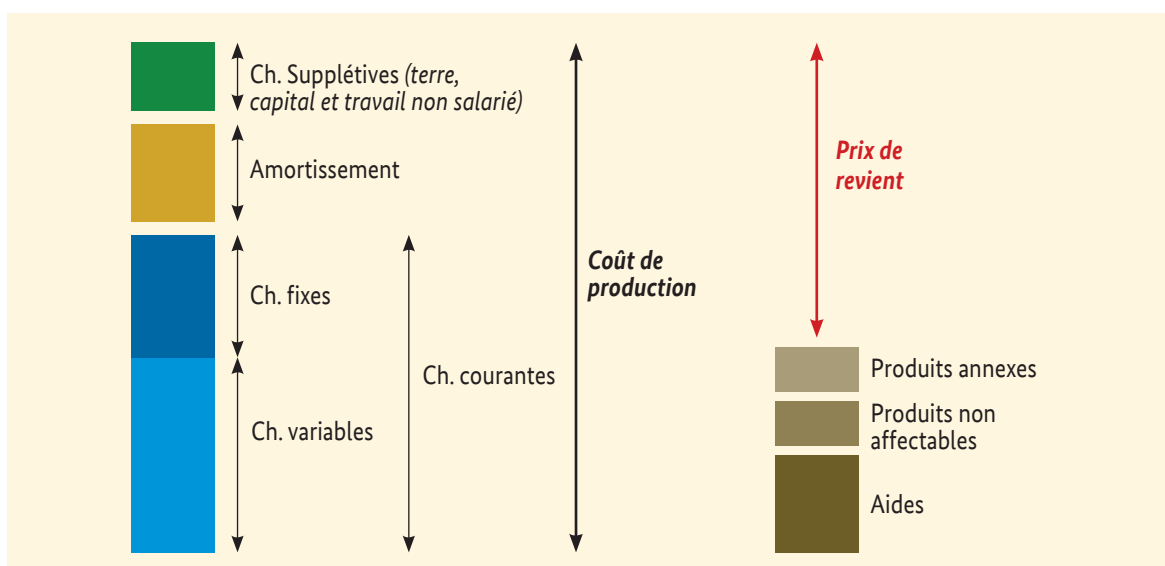


Figure 14 : Les différents types de charges

sitif de suivi pour la collecte des données pour le calcul de la rentabilité, il est utile de cerner le fonctionnement global de l'exploitation.

L'enregistrement précis des charges et des recettes est crucial pour évaluer la rentabilité d'une exploitation agricole.

4.1.1 Enregistrement des différents types de charges

C'est la prévision ou l'enregistrement régulier pendant la campagne agricole de toutes les opérations réalisées sur la culture avec les coûts engendrés (quantité et prix intrants, main d'œuvre occasionnelle, etc.).

Nous identifions un montant de charges complètes à l'hectare (dt/ha) puis divisons le montant obtenu par le rendement annuel afin d'obtenir le cout de production complet en dt/t ou dt/qx.

►Charges directes

C'est une charge directement attribuable à un produit (mécanisation, intrants, main d'œuvre).

►Charges indirectes

C'est une charge qui ne peut pas être attribuée en totalité à un produit. Il faut donc déterminer quel est le pourcentage (ou la quote-part) de charge indirecte associée à tel ou tel produit (gardiennage, entretien des équipements, salaires des permanents, consommations d'électricité, de gaz et d'eau potable, primes d'assurance des équipements et des bâtiments...).

►Charges variables

Elles varient en fonction du niveau de production : plus on génère de chiffre d'affaires, plus on doit payer de charges variables (intrants, mécanisation, main d'œuvre...).

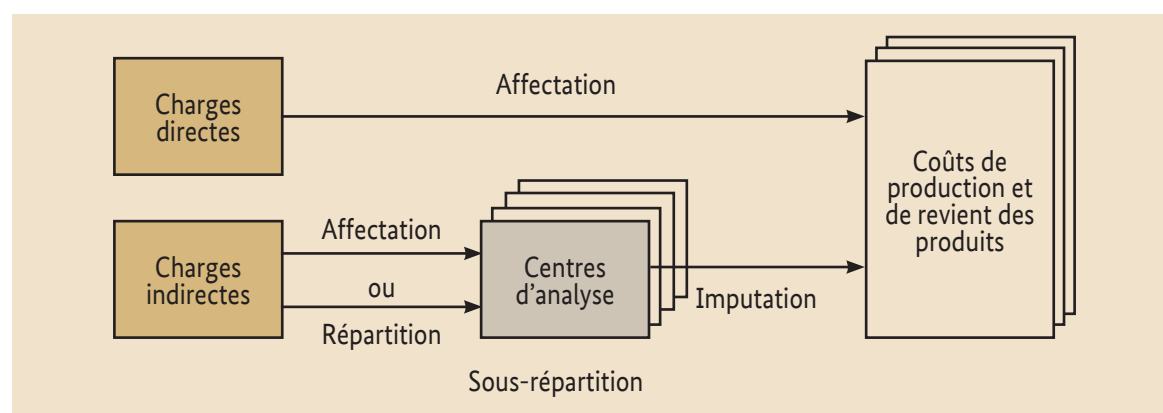


Figure 15 : Les charges directes et les charges indirectes

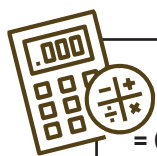
Tableau 7 : Fiche de calcul des charges variables pour une culture de céréales

Charges variables /hectare				
Mécanisation				
	Unité	Quantité	Coût unitaire (dt)	Coût (dt)
Gros labours	h			
Recroisement	h			
Epannage	h			
semis	h			
Traitement phytosanitaire	h			
Récolte	h			
Presse paille	balle			
transport	h			
Total mécanisation (I)				

Intrants				
	Unité	Quantité	Coût unitaire (dt)	Coût (dt)
Semences (1)	qx			
Engrais				
DAP	qx			
Potasse	qx			
Ammonitre	qx			
Fumier	T			
Super 45	qx			
Engrais foliaire	l			
Total engrais (2)				
Produits phytosanitaires				
Herbicide	l			
Fongicide	l			
Pesticide	l			
Total Produits phytosanitaires (3)				
Total intrants (II) = (3) + (2) + (1)				
Main d'œuvre (III) (semis, fertilisation, traitement, récolte, irrigation...)	jour			
Coût irrigation (IV)	m ³			
Total charges variables (dt/ha)(A)=(I)+(II)+(III)+(IV)				

➤ Charges fixes

Les charges indépendantes du niveau de production (location de terrain, assurances, amortissement du matériel, électricité, frais administratifs...).



Coût de production =
Coût d'achat + Frais de production
= Charges fixes (A) + charges variables (B)

4.1.2 Enregistrement des recettes

- Ventes de produits agricoles : quantité et prix de chaque culture ou produit vendu.
- Ventes directes (le cas échéant) : recettes provenant de la vente directe aux consommateurs (marchés fermiers, ventes à la ferme).
- Subventions et aides gouvernementales : tout soutien financier reçu de l'État ou d'organisations agricoles.

Tableau 8 : Fiche de calcul des charges fixes pour une culture de céréales

Charges fixes /hectare				
	Unité	Quantité	Coût unitaire (dt)	Coût (dt)
Assurance (V)	dt			
Location (VI)	dt			
Intrant (VII)	dt			
Amortissement (IX)	dt			
Salaires(X)	dt			
Total charges fixes (dt/ha)(B)= (V)+(VI)+(VII)+(IX)+(X)				

- Autres revenus : location de terrain, activités complémentaires (ateliers, visites de la ferme, etc.).

Revenu = valeur de production - coût de production = (prix de vente du produit x quantité produite) - coût de production

4.2. CALCUL DES MARGES

Une marge est le résultat économique d'une activité. C'est la différence, en valeur monétaire, entre ce qui est produit et les charges consommées, exprimé par unité de surface (ex: hectare). Les marges peuvent être calculées de manière prévisionnelle ou après réalisation. Il existe plusieurs niveaux de marges correspondant à plusieurs niveaux de charges (ex : marge sur intrants, marge brute, prenant en compte les charges opérationnelles...).

4.2.1 La marge brute

MB = Produits de l'activité - charges opérationnelles de l'activité = valeur de production - coût de production variable

Les charges opérationnelles sont facilement affectables à une activité et en général varient avec l'importance de la production (ex : semences, engrais, frais de récolte ...).

4.2.2 La marge nette

Le revenu agricole net est égal à la marge brute moins les charges de structure (dont les impôts), les frais financiers et les autres frais.

Marge nette de l'exploitation = marge brute - charges de structures, frais financiers et autres frais

- Les charges de structure correspondent aux charges fixes qui ne varient pas avec le niveau d'activité, telles que la location de bâtiments, la maintenance du matériel ou l'emploi de personnel permanent, etc.
- Les frais financiers comprennent le remboursement d'un emprunt, qui est égal au capital emprunté plus les frais financiers.

Système expert

Tableau 9 : Fiche de calcul de la valeur de production pour une culture de céréales

Valeur de production/hectare				
	Unité	Quantité	Coût unitaire (dt)	Coût (dt)
Valeur de production du grain (i)	qx			
Valeur de production de la paille(ii)	Balle			
Valeur totale de la production (dt/ha)= (i)+(ii)				
Marge brute = valeur totale de la production-coût de production variable				
Marge nette= valeur totale de la production-coût de production total				





Publié par Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Siège de la société : Bonn et Eschborn, Allemagne

Projet Protection et Réhabilitation des Sols dégradés en Tunisie (ProSol)
Formation Innovante Céréales (FIC)
Bureau de la GIZ à Tunis
B.P. 753 - 1080 Tunis Cedex - Tunisie
T +216 71 967 220
F +216 71 967 227
www.giz.de/tunisie

Mission exécutée par GFA Consulting Group GmbH

**Conception
et impression** i-Grafik, +216 26 417 818

Date de publication Janvier 2025

En partenariat avec Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques
et de la Pêche (MARHP)

Sur mandat de Ministère fédéral allemand de la Coopération économique
et du Développement (BMZ)

Division Afrique du Nord, Politique en Méditerranée

Adresses des BMZ	Bonn BMZ Berlin Dahlmannstraße 4 53113 Bonn, Allemagne T +49 228 99 535 - 0 F +49 228 99 535 - 3500	Bureaux du BMZ Stresemannstraße 94 10963 Berlin, Allemagne T +49 30 18 535 - 0 T +49 30 18 535 - 2501
-------------------------	---	---

poststelle@bmz.bund.de
www.bmz.de

Le contenu de la présente publication relève de la responsabilité de la GIZ.