

KP16

Outil de Connaissance 16



**CCARDESA**  
Centre for Coordination of Agricultural Research and Development for Southern Africa

## OUTIL DE DÉCISION :

# Options intelligentes face au climat de gestion du fumier pour une fertilité des sols améliorée

OUTILS DE CONNAISSANCE DE L'AGRICULTURE

INTELLIGENTE FACE AU CLIMAT POUR LES MONITEURS AGRICOLES

Outils d'information personnalisée pour les professionnels de l'agriculture

*Public : Personnel de vulgarisation au niveau local (Gouvernement, ONG/société civile, secteur privé)*



Bétail



Point de  
décision



Sexe



Jeunesse



Intelligent face  
au climat



Pratique





## QU'EST-CE L'AGRICULTURE INTELLIGENTE FACE AU CLIMAT (AIC) ?

L'AIC comprend trois piliers interdépendants, qui doivent être traités pour atteindre les objectifs globaux de sécurité alimentaire et de développement durable :

1. **Productivité** : Augmenter durablement la productivité et les revenus de l'agriculture, sans impacts négatifs sur l'environnement
2. **Adaptation/résilience** : Réduire l'exposition des agriculteurs aux risques à court terme, tout en renforçant la capacité d'adaptation et de prospérité face aux chocs et aux stress à long terme (résilience). Une attention particulière est accordée à la protection des services écosystémiques, au maintien de la productivité et à notre capacité d'adaptation aux changements climatiques
3. **Atténuation** : Dans la mesure du possible, l'AIC devrait contribuer à réduire et/ou à éliminer les émissions de gaz à effet de serre (GES). Cela implique que nous réduisions les émissions de chaque unité de produits agricoles (par exemple en diminuant l'utilisation des combustibles fossiles, en améliorant la productivité agricole et en augmentant la couverture végétale).

**AIC = Agriculture durable + Résilience - Émissions.**

### En quoi l'AIC diffère-t-elle?

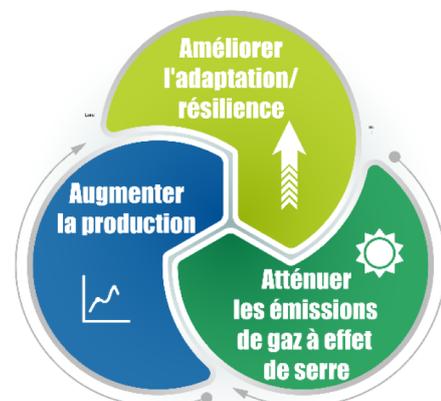
1. L'AIC met davantage l'accent sur l'évaluation des risques et de la vulnérabilité et met l'accent sur les prévisions météorologiques (à court terme) et des la modélisation des scénarios climatiques (à long terme) dans le processus décisionnel des nouvelles interventions agricoles
2. L'AIC favorise la mise à l'échelle des approches qui permettent d'atteindre un triple objectif (augmenter la production, accroître la résilience et [si possible] atténuer les émissions de GES), tout en réduisant la pauvreté et en améliorant les services écosystémiques.
3. L'AIC promeut une approche systématique pour :
  - a. Identifier les opportunités de **choix le plus sûr** pour l'investissement agricole
  - b. **Contextualiser** les options de **choix le plus sûr** pour qu'elles soient le **choix le plus optimal** à leur contexte spécifique grâce à des boucles d'apprentissage et de rétroaction
  - c. Veiller à ce que l'environnement propice soit en place afin que les agriculteurs (et d'autres intervenants) puissent investir dans les pratiques et les technologies de l'AIC et catalyser leur adoption.

### Messages-clés :

1. Le système d'hébergement du bétail détermine les principales caractéristiques du fumier. Immédiatement après l'excrétion, les nutriments peuvent commencer à se dissiper. La gestion du fumier intelligente face au climat vise à réduire les pertes d'éléments nutritifs du fumier.
2. Pour prendre des décisions intelligentes face au climat sur quelle option de gestion du fumier qui convient le mieux à vos agriculteurs, vous devez comprendre :
  - a. Le type de sol
  - b. Le climat local
  - c. Le système agricole
3. Les options intelligentes face au climat de gestion du fumier comprennent :
  - a. La collecte
  - b. Le stockage
  - c. Le traitement.

### Points d'entrée de l'AIC

- Les pratiques et technologies de l'AIC
- Les approches systémiques de l'AIC
- Les environnements favorables à l'AIC



## 2/ OPTIONS INTELLIGENTES FACE AU CLIMAT DE GESTION DU FUMIER POUR LE BÉTAIL

## OPTIONS INTELLIGENTES FACE AU CLIMAT DE GESTION DU FUMIER

La gestion du fumier est une option d'AIC importante car :

1. Le fumier est une excellente source de nutriments pour les végétaux et réduit le besoin d'engrais chimiques
2. Une quantité importante de fumier est requise et ses émissions d'oxydes nitreux (N<sub>2</sub>O) devraient faire de la gestion du fumier une priorité pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES).
3. L'ammoniac (NH<sub>3</sub>), provenant principalement de la gestion du fumier, est considéré comme un polluant environnemental contrairement au GHC, mais ses quantités et celles des émissions de N<sub>2</sub>O dépendent des pratiques de gestion et de stockage du fumier. Le NH<sub>3</sub> a des effets significatifs sur la santé humaine et l'environnement, ses émissions affectant négativement la biodiversité, certaines espèces et habitats étant particulièrement sensibles à la pollution à l'ammoniac.
4. Par contraste, les émissions de méthane résultent principalement de la fermentation entérique chez le bétail ruminant durant le stockage - avec la gestion du fumier comme source secondaire.

La gestion du fumier est importante pour aider à réduire la création de GHC afin d'assurer une élimination correcte d'une façon environnementalement et économiquement compatible et ainsi minimiser les émissions de GHC ainsi que les autres impacts environnementaux.

Cet outil de décision vise à aider le personnel de vulgarisation sur le terrain à prendre des décisions intelligentes face au climat sur quelle option de gestion du fumier convient le mieux au contexte de leurs agriculteurs. Cet outil n'est pas conçu comme un guide technique pour la mise en œuvre. Il est conçu pour aider les personnel de vulgarisation à prendre des décisions intelligentes face au climat sur les améliorations de leurs systèmes agricoles avec leurs clients/agriculteurs. La référence aux guides techniques pertinents pour les pratiques et technologies décrites est incluse à la fin de l'outil. L'outil se concentre sur certaines des options de choix le plus sûr intelligentes face au climat de gestion du fumier pour la production de bétail dans la Communauté de Développement de l'Afrique Australe (SADC). Elles ne sont répertoriées dans aucun ordre particulier et ont été sélectionnées comme choix le plus sûr car :

- Elles sont intelligentes face au climat (tableau 1)
- Elles sont applicables dans plusieurs zones agro-écologiques de la région
- Elles ont un fort potentiel pour réduire les émissions de GHG de la production de bétail dans la région (tableau 1)

Ce sont les options de choix le plus sûr. Une compréhension du contexte local et des priorités des agriculteurs est nécessaire pour rendre ces options le choix le plus optimal face aux besoins de l'agriculteur individuel.

**Choix le plus sûr**



**Choix le plus optimal**

Tableau 1 : Options de gestion du fumier intelligentes face au climat de choix le plus sûr pour la région de la SADC.

Option de gestion du fumier intelligente face au climat	Qu'est-ce que c'est ?	3 piliers de l'AIC		
		Augmenter la production	Augmenter la résilience	Atténuer les émissions de GES si possible
<b>Collecte</b>	Méthodes de collecte du fumier animal lorsque les animaux sont gardés dans des zones confinées comme les kraals ou les hangars	Le fumier appliqué sur les sols améliore et restaure la fertilité du sol et augmente la prise potentielle de cultures, ce qui entraîne des rendements plus élevés. Peut également réduire le besoin d'engrais synthétiques supplémentaires	L'ajout de matière organique améliore les conditions physiques du sol, en particulier l'agrégation et l'espacement des pores, ce qui entraîne une augmentation de l'infiltration d'eau et de la capacité de rétention d'eau, une amélioration du labourage du sol et une diminution de l'érosion du sol. Les ajouts de matières organiques réduisent également les effets d'érosion du sol du vent et de la pluie et renforcent ainsi la résilience du sol au changement climatique.	La gestion intégrée du fumier peut potentiellement atténuer les émissions de deux gaz à effet de serre puissants : le méthane (CH <sub>4</sub> ) et l'oxyde nitreux (N <sub>2</sub> O)
<b>Stockage</b>	Stockage du fumier animal pour assurer un minimum de pertes en éléments nutritifs et d'émissions de GES			
<b>Traitement</b>	Réduction du volume exposé, amélioration de l'applicabilité et/ou augmentation de la valeur	Réduction potentielle des coûts énergétiques grâce à la production de biogaz		



**La gestion intégrée du fumier (IMM)** est la manipulation optimale et spécifique du fumier de bétail de la collecte, en passant par le traitement et le stockage jusqu'à l'application aux cultures (et à l'aquaculture).

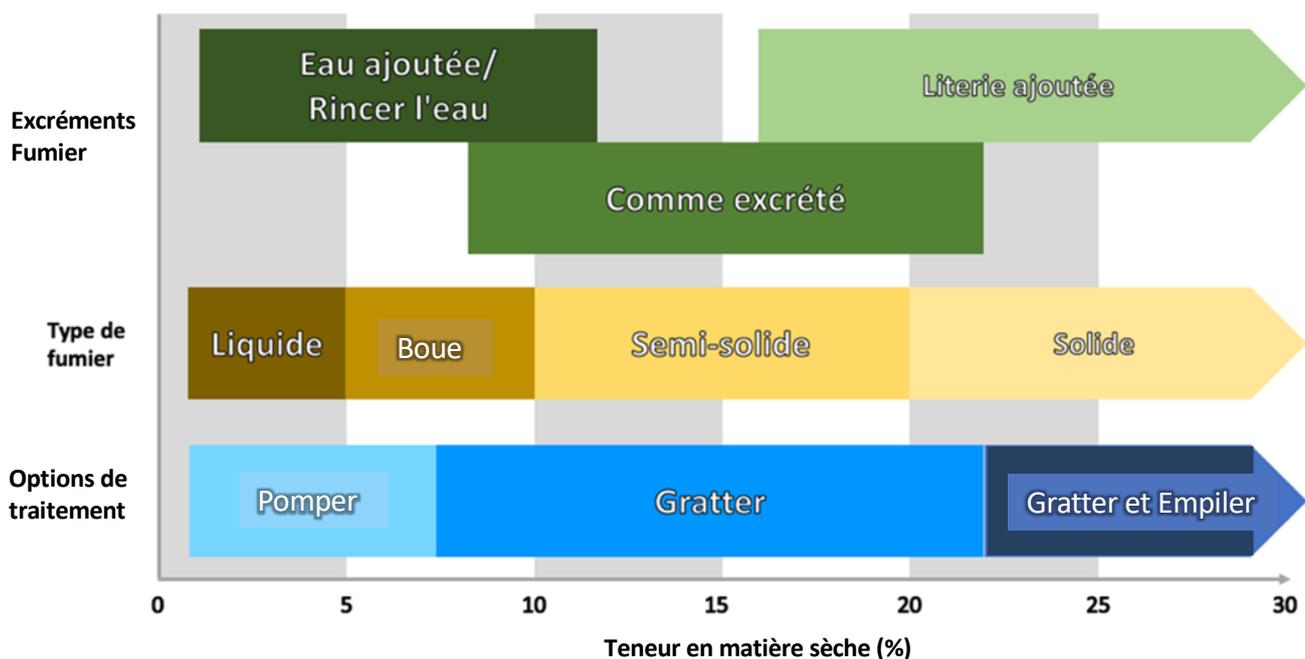
Faits-clés à retenir :

- L'habitat détermine les principales caractéristiques du fumier
- Immédiatement après l'excrétion, les nutriments peuvent commencer à se dissiper.

L'objectif de l'IMM est de prévenir les pertes d'éléments nutritifs dans la chaîne de fumier dans la mesure du possible.

Initialement, les excréments et l'urine sont les substances excrétées par les animaux. Dès que les **excréments** sont mélangés à d'autres substances comme l'urine, l'eau ou les matériaux de literie, ils s'appellent **fumier**. D'après la teneur en matière sèche, il existe plusieurs types de fumier. Ceux-ci sont détaillés dans la figure 1.

Figure 1 : Principaux types de fumier selon la teneur en matière sèche.



Source : after Wageningen UR: Manure Management in the sub-tropics – Training Manual for Extension Workers.

## QUELLES PRATIQUES INTELLIGENTES FACE AU CLIMAT DE GESTION DU FUMIER SONT LES MIEUX ADAPTÉES À VOTRE(VOS) AGRICULTEUR(S) ?

Le fumier est appliqué comme un **amendement du sol (voir KP06 - Options intelligentes face au climat d'amendement des sols)**. Pour prendre des décisions intelligentes face au climat sur la gestion du fumier et avoir la meilleure qualité possible de fumier à appliquer, il est nécessaire de comprendre :

- Le type de sol (texture, pente, teneur en matière organique, etc.)
- Le climat local (calendrier, durée et intensité des précipitations, et températures/soleil)

- Le système agricole actuel.

Une compréhension approfondie du **contexte** vous aidera à développer les options de **choix le plus optimal** plutôt que les simplement les options de choix le plus sûr pour améliorer la **gestion du fumier** à la ferme.

### 4 / OPTIONS INTELLIGENTES FACE AU CLIMAT DE GESTION DU FUMIER POUR LE BÉTAIL

## CONNAÎTRE VOTRE SOL

La plupart des exploitations de la région de la SADC bénéficieront de l'**ajout de matières organiques**.

Comprendre les caractéristiques actuelles du sol vous aidera à prendre des décisions sur quand, où et combien de fumier pourrait être nécessaire pour maintenir et améliorer la fertilité du sol.

### Questions-clés :

- Quelle est la texture du sol (argile/limon/sable) ?

---

- Quelle est la structure du sol : reste-t-elle liée lorsqu'elle est placée dans l'eau ?

---

- Quelle quantité de matière organique y a-t-il dans le sol ?

---

- Quelle méthode de travail du sol est utilisée (le cas échéant) ?

---

- Quelle est le niveau de pente ?

---

- Quels amendements du sol sont actuellement appliqués, le cas échéant ?
  - Sont-ils appliqués partout ou simplement à certains endroits ?

---

- Y a-t-il beaucoup d'arbres dans et/ou autour des champs ?

---

- Des cultures sont-elles cultivées ?
  - Quelles cultures et où ?
  - Le bétail broute-t-il sur les terres cultivées ?

---

La figure 2 et la figure 3 illustrent certaines des caractéristiques d'un sol supérieur sain et malsain. La figure 2 montre les vers de terre dans un amas de terre; un bon indicateur de l'activité biologique du sol, mais presque complètement absent des sols labourés. La figure 3 montre de petites mottes provenant d'un champ labouré (à droite) et d'une terre vierge (à gauche) après avoir été soigneusement jetées dans l'eau. Les mottes de couleur plus claire du champ labouré se désintègrent tandis que les mottes du sol vierge restent intactes.

## COMPRENDRE LE CLIMAT

L'étape suivante consiste à comprendre le contexte local en termes de précipitations et d'ensoleillement, car ces facteurs peuvent avoir un effet dramatique sur la qualité du fumier produit ainsi que sur la durée de son stockage avant utilisation :

- Quand la pluie devrait-elle tomber ?

---

- Quelle est l'intensité des précipitations tout au long de la saison ?

---

- Quand sont les périodes ensoleillées et/ou sèches ?

---

Travaillez avec vos agriculteurs pour établir un calendrier saisonnier qui décrit l'incidence des précipitations et des périodes sèches. Si des données fiables ne sont pas disponibles localement, travaillez avec vos agriculteurs pour recueillir des données sur les précipitations, en particulier en documentant les dates lors desquelles il a plu, la durée et l'intensité. Au fil du temps, vous pouvez construire une image globale des tendances locales. Cette information peut être utilisée pour éclairer de multiples décisions intelligentes face au climat à la ferme, et pas seulement en ce qui concerne la gestion du fumier.

**Figure 2 : Un sol supérieur sain montrant l'activité abondante des vers de terre.**



Source: Patrick Wall, CIMMYT

**Figure 3 : Un test sur le terrain de la stabilité globale.**



Source: Christian Thierfelder, CIMMYT.



## LE SYSTÈME AGRICOLE ACTUEL

Les systèmes agricoles sont variés et complexes dans toute la région de l'Afrique australe. Un agriculteur peut n'avoir qu'un seul type de bétail spécifique comme seule source de revenus, ou il peut en avoir plusieurs, de même que les cultures qui peuvent être variées ou non, et chaque partie du système peut avoir un impact sur une autre. La plupart des petits exploitants disposeront d'un système agricole diversifié dans lequel le bétail joue un rôle clé. Pour prendre des décisions intelligentes face au climat sur les options de gestion du fumier, nous devons comprendre les pratiques de gestion actuelles pour chaque type de bétail dans le système agricole, y compris les suivantes :

### • Système agricole :

- Quand ont lieu les principales saisons de culture et de pâturage ?
- Quelles espèces sont cultivées ?
- À quelles fins sont-elles cultivées ?
- Le pâturage est-il tournant ? Comment le bétail broute-t-il ?

L'élaboration d'un calendrier agricole détaillé est une façon intelligente de comprendre les changements tout au long de l'année

### • Exploitations d'élevage :

- Types et nombres (l'âge et le sexe doivent être enregistrés)
- Pourquoi chaque type de bétail est-il élevé ?

### • Logement du bétail :

- Quelles sont les structures de logement, le cas échéant ?
- Quelle litière est utilisée, le cas échéant ?
- Quelles sont les heures de logement, y a-t-il des changements quotidiens/nocturnes et/ou saisonniers ?
- Les animaux sont-ils tous logés ensemble ou sont-ils séparés par âge, sexe et/ou espèce ?
- Les abreuvoirs d'alimentation sont-ils fournis ?
- Où le fumier est-il recueilli, le cas échéant, et comment ?
- À quelle fréquence le fumier est-il recueilli et pour quoi est-il utilisé ?
- Les différents animaux d'élevage sont-ils traités différemment ?

### • Fumier animal :

- Est-ce actuellement utilisé à la ferme ?
- En quelles quantités ?
- Pour quoi est-il utilisé ?
- Comment est-il collecté et stocké ?
- Est-il traité ?

### • Points d'arrosage :

- Où sont les points d'arrosage ?
- Y a-t-il suffisamment d'eau tout au long de l'année ?

### • Cultures cultivées à la ferme :

- Quelles sont les principales cultures cultivées par l'agriculteur ou l'agricultrice sur ses terres ?
- Quel est le cycle de croissance de chaque culture cultivée ?
- Quelles sont les exigences nutritionnelles ?
- Quel est le rendement typique ?
- Que fait-on des résidus de cultures ?

### • Alimentation du bétail :

- Le bétail est-il nourri en stalle, attaché, brouté ouvertement ou une combinaison de ces éléments ?
- Comment cela change-t-il au fil de l'année et des saisons ?
- Où broutent les animaux (s'ils le font) et pour combien de temps ?
- De quelles plantes, résidus, cultures et/ou arbres les animaux se nourrissent-ils ?
- Comment les habitudes alimentaires changent-elles tout au long de l'année ?

### • Fourrage cultivé :

- Quels sont les principaux types de cultures de fourrage plantées à la ferme spécifiquement comme matière fourragère pour l'alimentation du bétail (y compris les arbres) ?
- Quelle quantité de terre est utilisée pour chaque culture ?

### • Fourrage collecté :

- L'agriculteur recueille-t-il des éléments fourragers ?
- Si oui, quels sont-ils et dans quelle mesure cette source d'alimentation contribue-t-elle à l'alimentation de leurs animaux (en pourcentage) ?

### • Alimentation supplémentaire achetée :

- Quels aliments l'agriculteur achète-t-il, le cas échéant ?
- Comment cela change-t-il tout au long de l'année (ou d'une saison à l'autre) ?
- Combien cela coûte-t-il ?

### • Fourrage transformé :

- Est-ce que l'un des fourrages est transformé (par ex., haché ou mis en balles, transformé en ensilage ou en foin) ?

## 6 / OPTIONS INTELLIGENTES FACE AU CLIMAT DE GESTION DU FUMIER POUR LE BÉTAIL

## • Pâturage :

- Les animaux passent-ils du temps à paître ?
- Dans l'affirmative, dans quelle mesure cette source d'aliments contribue-t-elle à l'alimentation des animaux (en pourcentage) ?

## • Sources de revenu du ménage :

- Quels sont les principaux facteurs qui contribuent au revenu du ménage ?
- De combien le revenu du bétail contribue-t-il au revenu total du ménage ?

## • Utilisation du bétail dans le système agricole :

- Pourquoi l'agriculteur élève-t-il chaque type de bétail ?
  - » Pour sa propre consommation ou vente (viande, produits laitiers ou autre produit) ?
  - » Comme stratégie d'adaptation (à vendre en période basse ou en cas de difficultés pour le ménage) ?
  - » Comme un symbole de statut ?
  - » Comme animaux de trait ?
  - » Pour le transport ?
  - » Comme source de fumier pour les cultures et/ou de carburant ?
  - » Pour une combinaison de ces raisons ?

## • Main-d'oeuvre :

- Qui s'acquitte de chaque tâche d'élevage (hommes, femmes et/ou enfants) ?
- Combien de temps est consacré à chaque tâche ?
- Est-ce que certaines tâches exigent de la main-d'oeuvre embauchée et, dans l'affirmative, combien cela coûte-t-il ?

## • Saisonnalité :

- Les exigences en matière de main-d'oeuvre et leur disponibilité changent-elles tout au long de l'année (pour les hommes, les femmes et/ou les enfants) ?
- Les animaux se déplacent-ils d'une zone à l'autre au cours de l'année ?

## • Sources de crédit :

- Le crédit est-il également accessible à tous les agriculteurs (hommes, femmes, jeunes et autres sous-groupes) ?
- Quelles sont les conditions de remboursement ?

## • Accès aux intrants agricoles :

- L'accès est-il égal pour les hommes, les femmes, les jeunes et d'autres sous-groupes ?
- Quels éléments limitent l'accès d'un agriculteur ?

## • Propriété foncière :

- Les terres sont-elles détenues par la communauté, individuellement ou les deux ?
- Où sont les terres communautaires et où sont les terres individuelles ? Une carte des ressources peut être utile ici.
- Où est l'eau obtenue et qui a accès à cette eau ?
- Les terres appartiennent-elles à des hommes ou à des femmes ou aux deux ?
  - » L'accès des hommes et des femmes est-il égal ?
  - » Y a-t-il des groupes qui ont plus d'accès que d'autres ?
  - » Quels facteurs limitent l'accès à la terre ?

## • Y a-t-il des projets agricoles dans la zone cible :

- Qui et qu'est-ce que ces projets ciblent ?
- Peut-on tirer parti des projets pour aider à soutenir la gestion du fumier intelligente face au climat ou vice versa ?



Le **point de décision** ci-dessous décrit comment une compréhension du contexte et une évaluation des priorités des agriculteurs peuvent mener à des décisions intelligentes face au climat sur les options de gestion du fumier.

## POINT DE DÉCISION

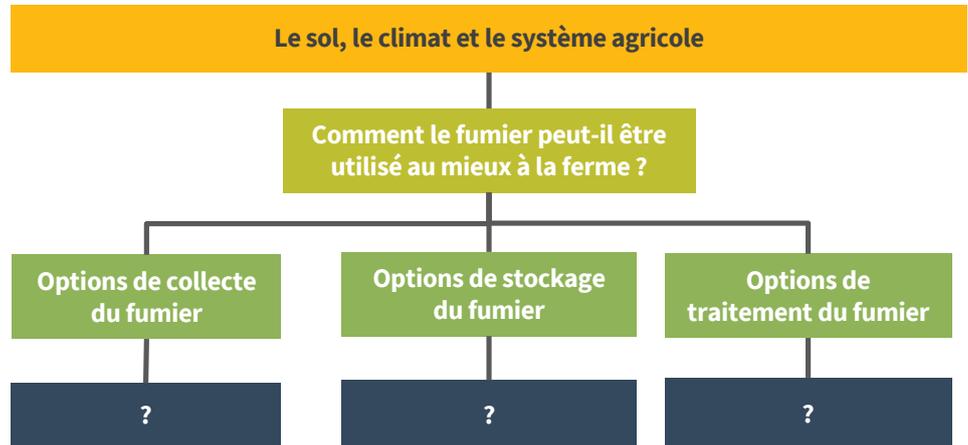


### Comprendre le contexte

### Priorités de l'agriculteur

### Options de gestion du fumier intelligentes face au climat

### Faisabilité



## OPTIONS DE GESTION DU FUMIER INTELLIGENTES FACE AU CLIMAT DE CHOIX LE PLUS SÛR POUR FAIRE FACE AUX ÉMISSIONS DE GES

Il y a trois étapes dans la gestion du fumier. L'objectif est de minimiser les pertes de nutriments à chaque étape. Cela réduira les émissions de GES et assurera également que le bénéfice maximal sera obtenu de par l'ajout de fumier comme modification organique du sol en assurant la période optimale d'application pour l'utilisation des cultures et minimisant les risques de pertes par émissions gazeuses, lessivage ou ruissellement. Les trois étapes sont applicables dans toute la région de la SADC. Une combinaison de ces options donnera des résultats optimaux. Bien que celles-ci soient les options de choix le plus sûr, elles ne sont pas universellement applicables. L'AIC est spécifique au contexte et chacune de ces options devra être testée dans des conditions locales et adaptée pour constituer le **choix le plus optimal** pour le contexte local.

Avant d'évaluer la faisabilité des options intelligentes face au climat de gestion du fumier, chaque option doit être discutée en détails avec vos agriculteurs.

### COLLECTE DU FUMIER

Un apport nutritionnel plus élevé signifie plus d'éléments nutritifs dans les excréments et l'urine des animaux. L'urine contient de l'azote minéral et du potassium. Le système de logement du bétail détermine les principales caractéristiques du fumier.

Le tableau 2 décrit les différents systèmes de logement des animaux dans la région et les attributs correspondants du fumier pour chacun. Le fumier sec, solide, de ferme, de boue et liquide sont des types de fumier que l'on peut trouver dans différents systèmes d'élevage. Dès que les excréments sont mélangés à d'autres substances comme l'urine, l'eau ou les matériaux de literie, ils s'appellent fumier. La question de savoir si les excréments sont mélangés à d'autres substances dépend fortement du système de logement.

**Table 2 : Relation entre le système de logement du bétail et le type de fumier, avec des indications de l'adaptabilité des différents types de fumier pour différents traitements et applications.**

Systèmes de logement	Collecte et ajouts	Type de fumier	Le plus approprié pour :
<b>Pour les bovins :</b>			
Élevage libre et kraal	La plupart de l'urine est perdue	Excréments secs	Fertilisation
Zéro pâturage, retrait des excréments	L'urine peut être recueillie	Excréments humides	Digestion, fertilisation
Zéro pâturage, rinçage quotidien	Excréments et urine et eau	Lisier	Digestion, irrigation, pisciculture
Zéro pâturage, grattage	Excréments et urine	Boue	Digestion, fertilisation
Zéro pâturage, plancher de literie	Excréments et un peu d'urine et literie	Fumier de ferme	Compostage, fertilisation
Zéro pâturage, sol en lattes	Excréments et urine	Boue	Digestion, fertilisation
<b>Pour les porcs :</b>			
Sol en lattes (enclos en bois)	L'urine peut être recueillie	Excréments humides	Digestion, fertilisation
Sol en lattes, stockage de boue	Excréments et urine	Boue	Digestion, fertilisation
Sol solide, rinçage quotidien	Excréments et urine et eau	Lisier	Digestion, irrigation, pisciculture
Sol solide avec literie	Excréments et un peu d'urine et literie	Fumier de ferme	Compostage, fertilisation
<b>Pour la volaille :</b>			
Élevage libre avec enclose nocturne	Fumier sec	Fumier sec	Fertilisation
Couches dans les cages	Fumier humide s'il est frais	Fumier humide	Fertilisation
<b>Pour tout le bétail :</b>			
Litière profonde	Excréments et urine et beaucoup de literie	Fumier de ferme	Compostage, fertilisation

Source : FAQ, Manure management in the (sub) Tropics.



Les excréments et l'urine des animaux confinés peuvent être facilement recueillis. Dans les systèmes de kraal, les animaux ont un certain confinement qui permet la collecte des excréments, mais l'agriculteur doit tenir compte des questions suivantes :

- Comme les animaux sont souvent gardés sur un sol nu, l'urine ne peut pas être recueillie
- Les excréments sont soumis à des pertes d'azote plus élevées

Le plancher facilite la collecte des excréments et de l'urine.

Le fumier stocké dans les maisons couvertes est moins exposé aux pertes d'azote par volatilisation. La toiture empêche également les pertes de ruissellement et de lessivage des minéraux dues à la pluie.

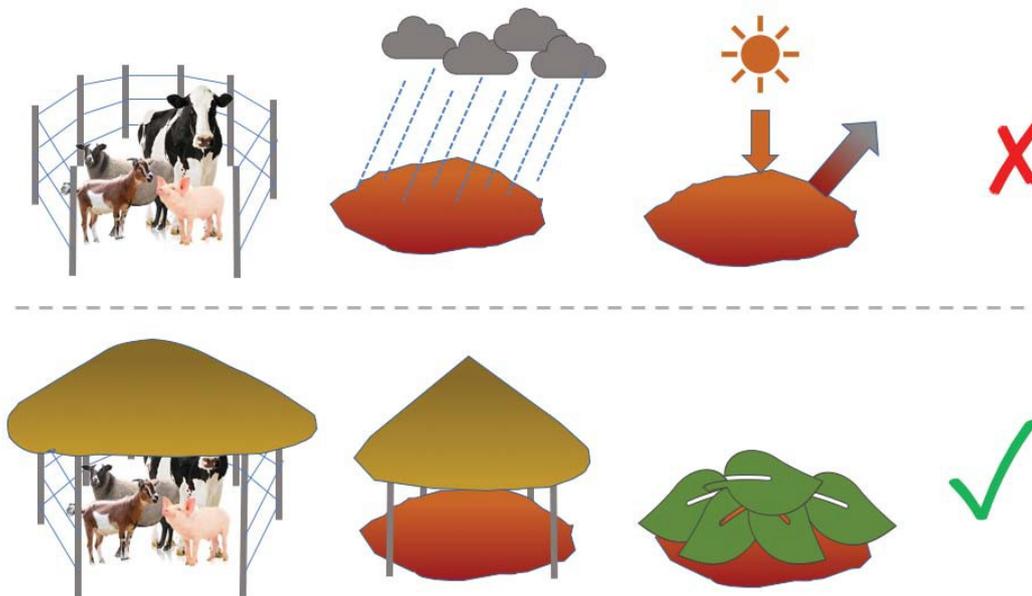
La teneur en éléments nutritifs du fumier dépend de ce qui est recueilli avec lui : le matériel de litière, les restes d'aliments, l'eau de rinçage, les plumes et le sol, par exemple, auront une incidence sur la teneur en éléments nutritifs. La figure 4 illustre les bonnes et mauvaises pratiques de collecte et de stockage du fumier.

La collecte d'urine avec les excréments pour former de la boue est le moyen le plus facile, mais souvent pas très faisable pour les petites exploitations agricoles.

Les **matériaux de litière** absorbent l'urine et contiennent des aliments végétaux résiduels (voir figure 4). Cela ajoute à la valeur nutritive globale du compost. Pour prévenir les écoulements d'urine avec la litière, considérez les activités suivantes :

- **Hacher ou déchiqueter** les matériaux (par ex. paille de riz séchée et/ou chaumes, tontes d'herbe, aliments verts non mangés) afin qu'ils soient plus faciles à répandre et se décomposent plus rapidement. Les coques de café et la poussière de scie peuvent également être utilisées.
- Étendre une couche de 15 cm de **litière** sur l'espace au sol. Laisser le fumier et l'urine s'**accumuler**.
- Après 3-4 jours, les matériaux de litière auront été entièrement trempés avec de l'urine. **Les mélanger permet d'y incorporer le fumier**. Retirer le mélange et le mettre dans une fosse ou une pile entièrement recouverte pour conserver les nutriments.
  - Le compost est prêt à l'emploi en un mois et demi ou moins.
- **Fournir des matériaux de litière frais** et répéter les étapes précédentes.

**Figure 4 : Le fumier de couverture empêche la perte d'azote due au lessivage, au ruissellement et à la volatilisation.**



Source : FAQ, Manure management in the (sub) Tropics.

Cette méthode simple se rapproche des principes d'un **système de litière profonde** (voir figure 5). Ce sont des systèmes où les couches de matériel de litière sont réparties à plusieurs reprises sur les couches plus anciennes à mesure qu'elles sont souillées. Ce système est plus courant dans les élevages de volailles, bien qu'il soit également utilisé pour les porcs, les bovins et les petits ruminants. Le fumier se décompose habituellement graduellement et composte tôt ou tard. La gestion des déchets profonds implique ce qui suit :

- Fournir une **bonne aération** de la litière :
  - Dans les systèmes de volaille, les poulets s'occuperont de transformer une grande partie de la litière, mais elle doit être surveillée et les zones manquantes ou séchées doivent être tournées
  - **Fournir une bonne ventilation** : une ventilation croisée et un avant-toit ouvert sont idéaux. Assurez-vous qu'il n'existe pas de courants d'air, en particulier sur les perchoirs. L'excès d'humidité et les gaz d'ammoniac doivent avoir un moyen d'évasion
- **Assurer un équilibre d'humidité correct** : l'humidité est essentielle au processus. Les excréments se composent à 85 % d'eau, ce qui rend moins probable que la litière devienne trop sèche plutôt que trop humide
- La litière humide peut entraîner des maladies chez les poulets. Empêchez tout déversement d'eau des abreuvoirs et ajoutez de la litière au besoin pour éviter la formation de nattes
- **La santé animale** est améliorée par une gestion « all-in, all-out », où le fumier est aussi retiré de la maison après chaque cycle de production.

**Figure 5 : Finition des bovins de boucherie sur un système de litière profonde.**



Source : FAO, *Gestion du fumier dans les (sous) Tropiques*

## STOCKAGE DE FUMIER

Le stockage du fumier est nécessaire pour combler le temps entre le moment de l'excrétion et le moment optimal d'application sur les terres cultivées. C'est la période au cours de laquelle les nutriments sont très sensibles aux pertes dans l'environnement. Un bon stockage du fumier joue un rôle clé dans la prévention de la pollution de l'environnement et d'autres nuisances comme les odeurs et les mouches.

La quantité d'azote dans le fumier tend à diminuer avec le temps, car l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), l'azote ( $\text{N}_2$ ) ou l'oxyde nitreux ( $\text{N}_2\text{O}$ ) sont émis, ou car l'azote soluble est lessivé par l'eau de pluie. Le pentoxide de phosphore ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) et l'oxyde de potassium ( $\text{K}_2\text{O}$ ) peuvent également être perdus lors du lessivage par les pluies, ce qui réduit encore l'utilité du fumier.

Un stockage adéquat préserve les éléments nutritifs des cultures jusqu'au moment de l'application. Les caractéristiques suivantes sont recommandées :

- La toiture de stockage empêche le ruissellement des éléments nutritifs dans le sol et l'eau
- Le plancher de stockage empêche le lessivage des éléments nutritifs dans le sol et l'eau
- Le revêtement de stockage étanche à l'air empêche les nutriments de se volatiliser dans l'air.

Les options intelligentes face au climat pour le stockage du fumier comprennent les options suivantes :

- **Fosses à compost couvertes**
  - Celles-ci peuvent être scellées en compactant le sol ou en doublant avec des bâches en plastique, du plâtre de boue ou du béton limitant ainsi les émissions de gaz dans l'environnement
  - La lumière du soleil doit être exclue autant que possible
- **Des hangars avec des sols surélevés en lattes** (utilisés principalement pour les chèvres)
  - Les excréments et l'urine s'accumulent sous le sol en lattes
  - Les sols sont généralement faits de terre compactée et l'urine peut s'en échapper. Cela peut être amélioré en :
    - » Scellant le sol de sorte que l'urine ne puisse pas couler
    - » Mélangeant un peu de paille pour absorber l'urine
    - » S'assurant que la lumière du soleil n'atteint pas le fumier
    - » S'assurant que le toit surplombe suffisamment pour garder toute l'eau de pluie loin des excréments et du fumier



- Alternativement, le fumier peut être recueilli régulièrement et transféré dans une fosse ou une autre aire de stockage préparée

» Cela nécessite plus de main-d'œuvre

## • Kraals

- Ces enclos sont souvent utilisés pour une fertilisation in situ des terres arables en déplaçant le kraal régulièrement
- La fertilité des sols d'une plus grande superficie est partiellement concentrée sur les terres arables, améliorant ainsi les niveaux d'éléments nutritifs en particulier l'azote concentré sur les terres arables, permettant ainsi la production agricole dans des situations pauvres en ressources
- Les pertes dues au lessivage seront légèrement plus élevées que pendant un pâturage normal, avec des niveaux accrus d'azote et de potassium

## • Stockage de lots secs

- Si l'urine n'est pas recueillie et que la litière est peu utilisée, les pertes d'azote et de potassium seront élevées car la plupart de l'urine sera perdue. Une partie des nutriments présente dans les déjections sera également perdue. La collecte d'urine minimisera les pertes de potassium, mais les pertes d'azote resteront souvent élevées car la volatilisation augmentera, bien que cela dépende des conditions climatiques, du temps et de la méthode de stockage
- L'utilisation de la litière, avec une capacité d'absorption suffisante pour capter l'urine, pourrait réduire les pertes d'azote d'environ 15 % de l'azote minéral

## • Lisiers et boue

- La boue provient des excréments et de l'urine entreposés à l'intérieur sous le sol ou transférés dans un silo ou une fosse extérieure
- Le sol peut être solide avec un grattage régulier ou en lattes, auquel cas les excréments tombent immédiatement dans le stockage. Dans les exploitations laitières, on ajoute souvent l'eau de rinçage d'un salon de traite adjacent
- À l'exception des poulets de chair, ce système est généralement utilisé dans les élevages intensifs
- La boue devient du fumier liquide lorsque l'eau est ajoutée et que la matière sèche passe en dessous de 5 %. Lorsqu'aucune eau n'est ajoutée et que la matière sèche reste dans la fourchette de 5 à 10 %, c'est encore de la boue
- Les pertes de volatilisation dépendent du niveau de ventilation, de la profondeur de stockage et du temps de stockage, mais elles se situent souvent entre 5% et 35% du total de l'azote excrété
- Les émissions de méthane peuvent être réduites par la fermentation anaérobie de la boue fraîche dans un silo fermé

## Biogaz

Une autre méthode de stockage est un digesteur de biogaz. La production de biogaz par fermentation anaérobie de matières organiques, par ex. le fumier, est une technologie relativement simple. Elle peut être mise en œuvre à l'échelle des ménages agricoles, des villages et industrielle. Le gaz peut être utilisé directement comme source de chaleur pour la cuisson ou l'éclairage, ou indirectement en alimentant un générateur pour produire de l'électricité. Un mètre cube de biogaz contient l'équivalent de 6 kWh d'énergie calorifique équivalant à environ : 1 litre de diesel, 2 kWh d'électricité, 4 kg de bois de chauffage, ou 6 kg de paille brute. Une vache de race croisée ou deux vaches de race locale peuvent être suffisantes pour produire suffisamment de biogaz pour un seul ménage.

Le biogaz produit moins de dioxyde de carbone que les combustibles fossiles et, par conséquent, sa production et son utilisation contribuent à l'atténuation des gaz à effet de serre.

La figure 6 donne un aperçu des cas où la production de biogaz est recommandée et du type de digesteur qui peut être utilisé avec différents types de fumier. Pour réussir à faire fonctionner un digesteur anaérobie, il faut un flux constant de matières premières (fumier) et, selon la teneur en matière sèche de la matière première, d'eau. Les deux doivent être disponibles en permanence. Cela pourrait causer des problèmes de continuité dans les systèmes d'élevage « all-in-all-out », où les étables sont laissées vides pendant une période pour lutter contre les maladies animales et les nuisibles. De plus, la quantité disponible de fumier provenant des bovins n'est pas constante lorsque les bovins broutent lors de la saison de croissance et qu'ils ne sont gardés en confinement que pendant des périodes limitées, par ex. pendant les périodes sèches ou les périodes extrêmement humides.

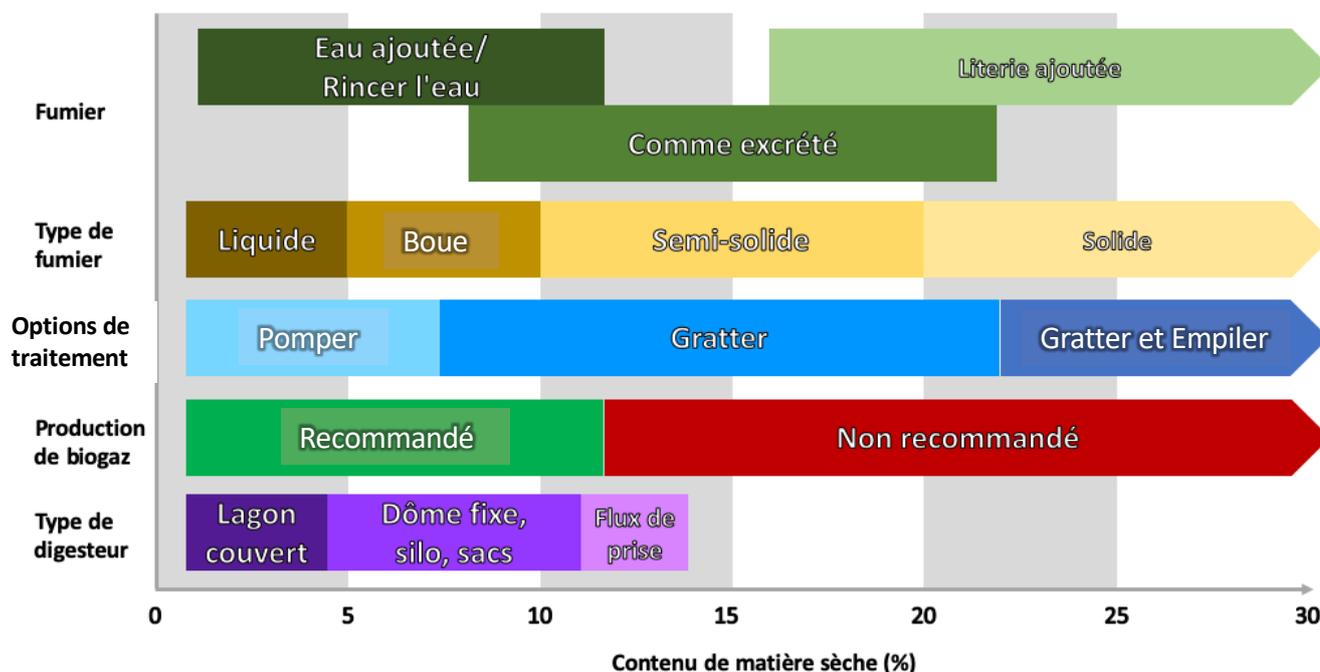
## Économie de la biomasse :

- Le biogaz remplace les combustibles fossiles et la biomasse
- Un biodigesteur doit être nourri avec du fumier frais tous les jours de l'année
- La digestion du fumier ne modifie pas la teneur en éléments nutritifs du fumier; la boue biologique est toujours un engrais précieux

Il existe plusieurs types de biodigesteurs disponibles :

- Les lagunes et les silos couverts sont plus adaptés à la production à plus grande échelle
- Les dômes fixes, les sacs et les digesteurs à débit de prise sont plus adaptés à la production à petite échelle

Figure 6 : Aperçu schématique des caractéristiques du fumier vers la prise de décision du digesteur anaérobie.



Source : FAO, Manure management in the (sub) Tropics

## TRAITEMENT DU FUMIER

Les caractéristiques du fumier peuvent être modifiées avant, pendant ou après le stockage. Le type de traitement sera dicté par ce que l'agriculteur veut réaliser. Le tableau 3 détaille les types de traitements requis selon l'objectif du traitement du fumier.

Tableau 3 : Quelques raisons possibles de traitement du fumier.

Objectif	Résultat	Traitements
Réduire le volume	Manipulation plus facile, moins de capacité de stockage nécessaire et moins de coûts de transport	Déshydratation Séparation physique
Améliorer l'applicabilité	Manipulation plus facile et plus de possibilités d'application spécifique	Ajouts Séparation physique Compostage
Augmenter la valeur	Engrais hautement concentrés	Raffinage

Source : FAO, 2015



**Déshydratation :** Le processus d'élimination de l'eau de la boue. Cela peut être fait de plusieurs façons :

- Séchage à l'air libre :
  - Un grand espace avec un sol imperméable à l'eau est nécessaire
  - La pluie doit être tenue à l'écart, de sorte qu'un toit peut être nécessaire
  - En cas de séchage à l'air libre, la presque-totalité de l'azote minéral est perdu
  - Le produit final, une mince croûte de fumier est adapté pour la mise en sac et la vente

- Séchage actif :
  - Utilisation de ventilateurs pour accélérer le processus de séchage
  - Utilisé dans la production à grande échelle de poulet/oeuf

- Séchage kraal :
  - À l'aide d'un rotavator à main pour mélanger la couche supérieure du sol avec le fumier à quelques jours d'intervalle
  - Cela aère les excréments/ l'urine et le sol, l'aidant à sécher
  - Le fumier peut alors être retiré pour le stockage ou l'application
  - Peut convenir à certains petits/moyens producteurs

**Séparation physique :** Un traitement mécanique principalement appliqué sur les boues pour presser l'humidité et séparer le fumier entre un liquide et une fraction solide. La séparation n'affecte pas la composition chimique, mais elle affecte la teneur en éléments nutritifs des deux fractions. Voici quelques considérations que l'on doit prendre en compte lors de l'utilisation de la séparation physique :

- Étant donné que la teneur en azote minéral est plus élevée dans l'urine et que la teneur en  $P_2O_5$  (phosphore pentoxide) est plus élevée dans les excréments, après la séparation la fraction liquide contient plus d'azote et la fraction solide contient plus de  $P_2O_5$
- Dans les fermes où les ressources en engrais sont limitées, cette méthode ouvre la possibilité d'utiliser la fraction liquide sur les cultures ayant une demande relativement élevée d'azote (par ex. maïs) et d'utiliser la fraction solide sur les sols dont les concentrations de  $P_2O_5$  sont relativement faibles
- Diluée avec de l'eau, la fraction liquide peut être utilisée pour irriguer les cultures

- La fraction liquide non diluée est également appropriée comme engrais dans la pisciculture

- La fraction solide, étant un produit empilable, est facile à stocker et à transporter (par ex., pour la vente).

**Ajouts :** Viser à rendre le produit de fumier plus approprié à manipuler. Les digesteurs anaérobies produisent du biogaz et de la boue biologique. La boue biologique est souvent difficile à manipuler parce qu'elle est très liquide, et les cultures peuvent être éloignées et/ou difficiles à atteindre.

L'ajout de matériaux de litière comme la paille ou les résidus de culture secs à la boue biologique pour capturer une grande partie de l'humidité finit par produire un empilable et donc un produit plus facile à manipuler. Il aura également une teneur accrue en matière organique.

C'est une sorte de pré-étape du compostage.

**Raffinage :** Il s'agit d'une solution de haute technologie pour la récolte des nutriments (minéraux ou composés) à partir de fumier organique. Les matériaux récoltés peuvent être utilisés soit pour la fertilisation, soit pour le traitement biochimique. Il s'agit d'un traitement industriel qui ne convient pas aux petits agriculteurs.

## Compostage

Cela peut être utilisé pour transformer les déchets organiques de la ferme en une précieuse modification du sol et une ressource d'engrais. Le compostage convient à toutes les situations agricoles, grandes ou petites, et avec des types de fumier solides et liquides.

Le compostage est le processus naturel de fermentation ou de décomposition de la matière organique par des micro-organismes dans des conditions aérobies. Le compost est une riche source de matière organique. La matière organique du sol joue un rôle-clé dans le maintien de la qualité des sols, et donc dans la production agricole durable. En plus d'être une source d'éléments nutritifs pour les cultures, il améliore les propriétés physicochimiques et biologiques du sol (par ex., capacité de rétention d'eau et résistance à l'érosion).

La collecte des matériaux de compostage, la mise en place du tas, l'arrosage régulier et le retournement répété du tas, lorsqu'il n'est pas mécanisé, font du compostage une activité très laborieuse. Il est important de comprendre qui fournira la main-d'œuvre nécessaire à la fabrication du compost et quand ce travail devra être fait afin que le compost soit applicable en cas de besoin.

Les micro-organismes dans le tas de compost ont besoin de carbone (C) et d'azote (N) dans les proportions appropriées pour leur croissance et leur activité. Certains matériaux, comme le fumier de bétail mélangé à la litière, les coquilles de soja et le foin de légumineuse, ont des ratios C/N proches de la plage idéale. Les matériaux élevés en N sont les fumiers d'animaux et les déchets végétaux; tandis que ceux qui sont élevés en C sont les tiges de maïs, la sciure et le foin. Si trop de matière verte est incluse, le tas deviendra pourri et une grande partie de l'air sera perdue sous forme de gaz. Si trop peu de matière verte est utilisée, le processus de décomposition sera trop lent et les matériaux durs, les graines de mauvaises herbes et les agents pathogènes ne seront pas décomposés ou seulement après une période prolongée.

La boue est un excellent matériau pour augmenter la vitesse à laquelle les déchets, les déchets de culture, etc., sont compostés. Elle fournit également de l'humidité à la biomasse compostable.

Tourner régulièrement le compost à l'envers assure un bon approvisionnement en oxygène et assure un bon processus de compostage de toutes les couches mixtes. Le principal inconvénient est la perte élevée de minéral N par la volatilisation des émissions d'ammoniac (NH<sub>3</sub>) et d'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O).

Caractéristiques du compost mature :

- Les matériaux grossiers deviennent plus fins au fil du temps jusqu'à ce qu'un matériau fin et limoneux soit produit
- Les différents matériaux ne sont plus identifiables

- Le matériau a une légère odeur «terreuse» et inoffensive
- La température baisse et le compost est frais
- Le compost est sec.

Il existe différentes méthodes de compostage. Les deux plus courantes sont :

- 1. Méthode de tas ou de pile**, adaptée au traitement à grande échelle et aux opérations à petite échelle dans les zones où les précipitations sont plus élevées
- 2. Méthode de fosse**, adaptée au traitement à petite échelle dans les zones à faible pluviométrie et à longue saison sèche et au compostage des lisiers.

Le compost mature doit être gardé couvert pour le protéger de la pluie et du soleil. Si le compost est conservé trop longtemps avant d'être utilisé, il perdra certains nutriments et peut également devenir un lieu de reproduction pour les insectes indésirables. Vous pouvez produire un approvisionnement régulier de compost en creusant trois fosses (ou en empilant trois tas) côte à côte. Toutes les 2 à 3 semaines, transformez le compost d'une fosse en celui de la fosse suivante, et commencez un nouveau tas de compost avec de la végétation fraîche dans la fosse vide.



David Wright



## FAISABILITÉ

Le **point de décision** ci-dessous décrit un arbre de décision qui peut être utilisé pour aider à prendre des décisions sur la question de savoir si les options intelligentes face au climat de gestion du fumier identifiées et sélectionnées sont réellement réalisables dans le contexte de l'agriculteur individuel.

### POINT DE DÉCISION



Évaluer les alternatives

Contexte économique

Priorités de l'agriculteur

Faisabilité



## Viabilité économique

Les coûts de l'option intelligente face au climat de gestion du fumier entraîneront-ils des rendements accrus pour l'agriculteur ou sont-ils insoutenables? Dans certains cas, l'agriculteur peut être perdant à court terme (coûts initiaux élevés), mais il peut en bénéficier à long terme. Par exemple, la construction ou la rénovation d'un hangar afin que les excréments et l'urine puissent être recueillis et entreposés correctement peut avoir des coûts initiaux élevés, mais les rendements de l'augmentation de la production agricole et de la fertilité du sol à long terme peuvent l'emporter sur les coûts initiaux.

La main-d'œuvre est un facteur clé qui doit être évalué en termes de viabilité économique. Les agriculteurs comptent rarement le coût de leur travail personnel et familial, mais ils tiennent compte des coûts salariaux de la main-d'œuvre. Il est essentiel de comprendre qui est responsable des principales tâches de gestion du bétail et comment l'amélioration de la gestion du fumier pourrait influencer sur leur rôle, afin d'évaluer s'il y a des coûts d'opportunité associés à l'option proposée.

Une main-d'œuvre supplémentaire peut être nécessaire pour ramasser régulièrement du fumier ou faire tourner le compost. Les questions suivantes peuvent être discutées avec l'agriculteur :

- Qui fera ce travail? Hommes, femmes et/ou enfants ?

---

- Que feraient-ils s'ils ne faisaient pas cette tâche ?
  - Les enfants vont-ils manquer l'école ?
  - Les femmes pourront-elles encore accomplir leurs autres tâches ?
  - La main-d'œuvre rémunérée est-elle disponible et quels sont les coûts ?

Ces coûts sont connus comme coûts d'opportunité et doivent être pris en compte.

Lorsque le bétail est géré dans des systèmes intensifs tels que les vaches laitières avec du fourrage et/ou de l'ensilage, il peut être possible de prévoir les coûts potentiels associés aux changements apportés à des pratiques plus intelligentes face au climat. Cela devrait être fait en :

- Élaborant une prévision de flux de trésorerie pour l'exercice
- Incluant les besoins en main-d'œuvre dans les prévisions
- Testant les hypothèses dans les prévisions, par ex. :
- L'argent, la main-d'œuvre seront-ils disponibles quand ils seront nécessaires ?

Tout au long de l'année, l'agriculteur devrait être soutenu pour recueillir des données sur les :

- Intrants
- Précipitations - durée et intensité
- Coûts
- Main-d'oeuvre (qui et combien)
- Pratiques de gestion (par ex., creusement de fosses, collecte de compost, investissement dans l'infrastructure, transformation du compost) et gestion du temps
- Productivité (augmentation du rendement)
- Recettes générées (si du compost et/ou du fumier est vendu)

Les données recueillies peuvent être utilisées pour développer des **marges brutes**. En raison de la complexité des systèmes de production agricole, il peut être difficile d'attribuer une augmentation de la production à la gestion du fumier. La comparaison de différentes parcelles qui ont été traitées ou non avec du fumier et/ou du compost (avec différents types et taux) permettra aux agriculteurs de prendre des décisions sur différentes pratiques de gestion du fumier, de sorte qu'elles soient le choix « **le plus optimal** » à leur contexte local.

Des prévisions et analyses économiques exactes ne sont pas toujours faciles, car il y a divers facteurs qui doivent être pris en considération. C'est particulièrement le cas dans les systèmes agricoles plus complexes où le bétail fait partie de systèmes agropastoraux et où il y a plus de facteurs externes à considérer. Discuter des problèmes avec vos agriculteurs peut aider à identifier les principaux facteurs qui pourraient vous aider à décider de la viabilité économique à ce stade. Collecter des données exactes sur les coûts encourus, la production atteinte et les externalités telles que les conditions climatiques et/ou les épidémies de nuisibles/maladies tout au long de l'année et réfléchir sur ces derniers vous aidera, vous et vos agriculteurs, à prendre des décisions beaucoup plus éclairées pour la saison suivante.

## Priorités des agriculteurs

La gestion du fumier intelligente face au climat est susceptible d'être une priorité plus élevée dans les systèmes agricoles de petits exploitants où le fumier et/ou le compost peuvent être utilisés pour les applications suivantes :

- Améliorer la production agricole (ou la pêche)
- Augmenter les revenus par la vente.

Lorsque les agriculteurs utilisent des engrais inorganiques dans leur ferme, il est fortement recommandé d'appliquer du fumier biologique et/ou du compost pour rendre la fertilisation globale plus efficace. Les méthodes améliorées de collecte, de stockage et de traitement (en particulier compostage) des excréments et de l'urine des animaux ont généralement un faible coût financier, mais peuvent nécessiter une main-d'œuvre supplémentaire.

## Faisabilité

Enfin, vous devez travailler avec vos agriculteurs pour évaluer si les options préférées sont réalisables en termes d'accessibilité et de disponibilité :

- Les intrants requis (y compris la main-d'œuvre) sont-ils disponibles ?
  - Où peuvent-ils être obtenus ?
  - Devront-ils être obtenus régulièrement ou une seule fois ?
  - Le crédit est-il disponible et abordable ?
- Si disponible, les intrants requis sont-ils accessibles ?
  - L'agriculteur pourra-t-il avoir accès aux ressources requises ?
  - Sont-elles à proximité ?
  - Sera-t-il/elle en mesure de les transporter ?
  - Les hommes et les femmes ont-ils un accès égal aux intrants (y compris le crédit) ?
- Les marchés sont-ils disponibles et accessibles pour la vente de compost et/ou de fumier ?
  - Ces marchés sont-ils également accessibles aux hommes et aux femmes ?
  - Comment les produits seront-ils transportés jusqu'au marché (si cela est nécessaire) ?



## POUR RÉSUMER

### ÉTAPE 1 : Comprendre le contexte

- Type de sol/climat local
- Qu'est-ce que le système agricole ?
- Comment le bétail est-il géré actuellement ?

### ÉTAPE 2 : Sélectionner les options de choix le plus optimal

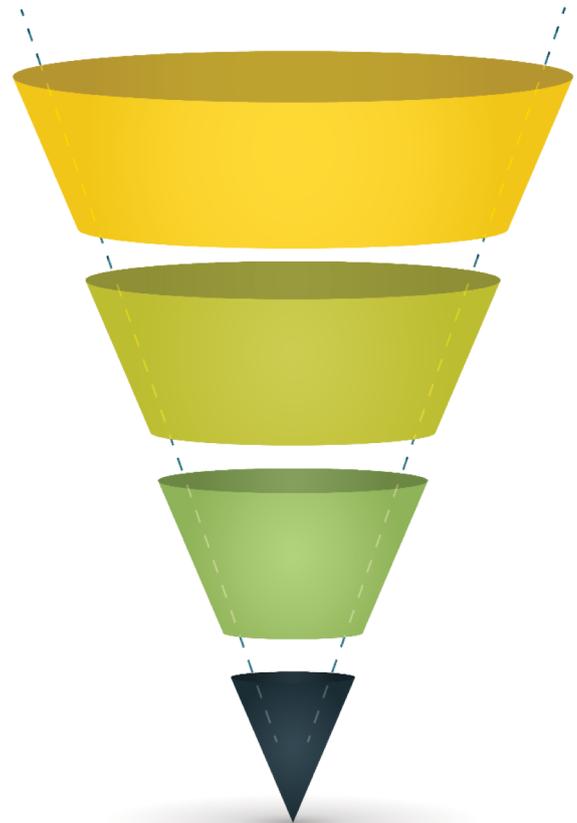
- Options de collecte du fumier
- Options de stockage du fumier
- Options de traitement du fumier

### ÉTAPE 3 : Évaluer la faisabilité

- Évaluer la viabilité économique
- Vérification croisée avec les priorités des agriculteurs
- D'autres options sont-elles disponibles ?

### ÉTAPE 4 : Tester et améliorer

- Essayer différentes options
- Collecter des données et réfléchir sur les possibles améliorations.



## OÙ TROUVER PLUS D'INFORMATIONS?

Les ressources suivantes, qui ont été utilisées comme références pour le développement de cet outil de connaissance, fournissent de la documentation supplémentaire précieuse à ce sujet. Veuillez également consulter le site Web de CCARDESA ([www.ccardesa.org](http://www.ccardesa.org)), la série complète d'outils de connaissance et les guides techniques associés.

- **Le Centre de connaissances de CCARDESA - Voir KP 06 Amendements du sol intelligents face au climat.** [www.ccardesa.org](http://www.ccardesa.org)
- **Access Agriculture** – Vidéos sur la fabrication de compost, le biogaz et le logement des moutons/chèvres
  - Très utile à montrer aux agriculteurs, et disponible en plusieurs langues. Inscrivez-vous gratuitement pour accéder à des guides techniques téléchargeables. Une bonne ressource pour revenir sur n'importe quel sujet
- **Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (ONUAA) – Manure Management in the (Sub-)Tropics: Training Manual for Extension Workers, Report 919** Wageningen UR Livestock Research Rome/ Wageningen, Octobre 2015
  - Une ressource très pratique pour le personnel de vulgarisation
- **ONUAA – Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change – Section IV; A Qualitative Evaluation of CSA Options in Mixed Crop-Livestock Systems in Developing Countries**
  - Bonnes informations de base. Pas un guide technique
- **ONUAA – On Farm Composting Methods; Land and Water Discussion Paper 2**
  - Un guide détaillé sur la façon de faire différents types de compost. Le chapitre 2 est particulièrement pertinent pour les petits exploitants
- **L'Institut international de développement durable (IIDD) – How to Make and Use Compost**
- **Shamba Shape-Up**
  - Diverses vidéos et dépliants sont disponibles. Il peut prendre un certain temps de trouver ceux que vous recherchez, mais l'effort sera récompensé.