

UNIVERSITÉ DE SARH

Faculté des Sciences Agronomiques et de l'Environnement

Département de l'Agronomie

RAPPORT DE STAGE

SERVICE QSE

Qualité – Sécurité – Environnement

T H È M E

*Valorisation des déchets agro-industriels et transformation des
sous-produits organiques en amendements et fertilisants durables*

Présenté par	LINAGOLO EVARISTE SIMON
Structure d'accueil	Compagnie Sucrière du Tchad (CST)
Sous la supervision de	M. NBAANAMO TONG-PA NEHEMIE Chef du service QSE M. SAMALLAH BIENVENU Assistant QSE
Formation	Ingénieur des Travaux de développement rural

TEL : 60992987

Année universitaire 2025 – 2026

TABLE DES MATIERES

DÉDICACE.....	1
REMERCIEMENTS	2
AVANT-PROPOS.....	3
SIGLES ET ABRÉVIATIONS	4
INTRODUCTION.....	5
I. PRÉSENTATION DE LA COMPAGNIE SUCRIÈRE DU TCHAD	5
1.1. Présentation générale.....	5
1.2. Historique de la CST	6
1.3. Situation géographique.....	6
1.4. Activités de la CST.....	7
1.5. Principaux sous-produits issus de la production sucrière	7
1.5.1. La bagasse	7
1.5.2. Les écumes	7
1.5.3. La mélasse	8
1.5.4. Les autres déchets.....	8
1.6. Présentation du département QSE.....	8
1.7. Relation entre l'activité de la CST et le thème du stage	9
II. CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE.....	9
II.1 Enjeux de la fertilité des sols au Tchad.....	9
II.2 Accès limité aux intrants chimiques	9
II.3 Potentiel des déchets agro-industriels.....	10
III. LES DÉCHETS AGRO-INDUSTRIELS : SOURCES, TYPES ET ENJEUX.....	10
III.1 Définition et classification.....	10
III.2 Sources principales au Tchad	10
III.3 Enjeux actuels de gestion	10
IV. SOUS-PRODUITS DE L'INDUSTRIE SUCRIÈRE : BAGASSE, MÉLASSE ET ECUME	11
IV.1 Caractéristiques de la bagasse	11
IV.2 Potentiel et utilisations actuelles de la bagasse	11
IV.3 Caractéristiques de la mélasse.....	11
IV.4 Ecume.....	11
IV.4 Synergie bagasse-mélasse-écume.....	12
V. PROCESSUS DE TRANSFORMATION EN AMENDEMENTS ORGANIQUES	12
V.1 Principes généraux.....	12
V.2 Préparation des matières premières	12
V.3 Équilibre carbone-azote.....	12
V.4 Humidité et aération	12
VI. TECHNIQUES DE VALORISATION.....	13
VI.1 Compostage aérobie classique.....	13

VII. CARACTÉRISTIQUES ET PROPRIÉTÉS DES AMENDEMENTS PRODUITS.....	13
VII.1 Composition chimique.....	13
VII.2 Propriétés biologiques.....	13
VII.3 Propriétés physiques.....	13
VII.4 Propriétés biochimiques.....	14
VIII. APPLICATIONS AGRONOMIQUES ET RÉSULTATS.....	14
VIII.1 Application en maraîchage.....	14
VIII.2 Application en céréaliculture.....	14
VIII.3 Application en agroforesterie.....	14
VIII.4 Restauration de sols dégradés.....	14
IX. INTÉRÊT ÉCONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL.....	14
IX.1 Viabilité économique.....	14
IX.2 Bénéfices environnementaux.....	15
IX.3 Impacts sociaux.....	15
X. PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS.....	15
X.1 Potentiel de développement.....	15
X.2 Recommandations techniques.....	15
X.3 Recommandations institutionnelles et politiques.....	15
X. 4 Recommandations à l'APES-AUF et à l'Ambassade de France.....	16
CONCLUSION.....	17

DÉDICACE

Je dédie ce travail à Dieu Tout-Puissant, pour sa grâce, sa protection et la force qu'Il m'a accordée tout au long de mon parcours.

À ma chère famille, pour son amour, ses encouragements et son soutien indéfectible.

À l'AUF-APES, à l'Ambassade de France, pour son engagement en faveur de la formation et de la réussite des étudiants.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce stage et de la rédaction de ce rapport, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes et institutions qui ont contribué à ma formation et m'ont accompagné tout au long de cette expérience.

Mes sincères remerciements vont à l'Ambassade de France, pour son engagement en faveur de la formation et de l'accompagnement des étudiants.

J'adresse également mes remerciements à la Faculté des Sciences Agronomiques et de l'Environnement de l'Université de Sarh, ainsi qu'à l'ensemble du corps enseignant, pour les connaissances théoriques et pratiques acquises au cours de ma formation.

Ma reconnaissance va particulièrement à Monsieur **SAMALLAH BIENVENU**, mon encadreur, pour sa disponibilité, ses conseils, son accompagnement et les orientations qui m'ont aidé durant mon stage

Je remercie sincèrement la **Compagnie Sucrière du Tchad (CST)** de m'avoir accueilli au sein de son entreprise et de m'avoir offert l'opportunité de découvrir le milieu professionnel et de renforcer mes compétences sur le terrain.

J'exprime également ma gratitude au service **Qualité, Sécurité et Environnement (QSE)** pour son accueil, son encadrement et le partage d'expériences qui m'ont permis de mieux comprendre les pratiques de gestion environnementale, de sécurité au travail et de gestion des déchets et sous-produits agro-industriels.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué au bon déroulement de mon stage et à la réalisation de ce rapport.

SIGLES ET ABRÉVIATIONS

CST : Compagnie Sucrière du Tchad

QSE : Qualité, Sécurité et Environnement

SOSUTCHAD : Société Sucrière du Tchad

SOSUCHARI : Société du Chari

SONASUT : Société Nationale Sucrière du Tchad

SOMDIAA : Société de Management et de Développement des Industries Agricoles et Alimentaires

RCCM : Registre du Commerce et du Crédit Mobilier

EPI : Équipements de Protection Individuelle

FCST : Fondation CST

PAS : Programme d'Ajustement Structurel

DGA : Directeur Général Adjoint

GES : Gaz à Effet de Serre

5S : Méthode d'organisation et d'amélioration du milieu de travail

HSE : Hygiène, Sécurité et Environnement

ISO : Organisation Internationale de Normalisation

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

CEC : capacité d'échange cationique

INTRODUCTION

L'agriculture du XXI^e siècle fait face à des défis majeurs : la dégradation progressive des sols, la perte de fertilité naturelle, l'accroissement de la population mondiale, et la nécessité impérieuse de réduire les émissions de gaz à effet de serre et l'utilisation massive d'engrais de synthèse. Le Tchad, comme beaucoup de pays en développement, souffre d'une baisse chronique de la fertilité des sols due à l'érosion, l'exploitation intensive des terres et une gestion inadéquate des ressources organiques.

Parallèlement, l'industrie agro-alimentaire, en particulier l'industrie sucrière, génère chaque année des millions de tonnes de sous-produits et de déchets organiques. Ces résidus, longtemps considérés comme des problèmes de gestion et de pollution, constituent en réalité une ressource précieuse. Leur valorisation par transformation en amendements et fertilisants organiques représente une opportunité majeure pour : créer une économie circulaire, restaurer la fertilité des sols de manière durable, réduire la dépendance aux intrants chimiques coûteux, et améliorer les revenus des agriculteurs.

Ce rapport explore les possibilités de valorisation des déchets agro-industriels, en particulier les sous-produits de l'industrie sucrière (bagasse et mélasse), en les transformant en amendements et fertilisants organiques de qualité. Cette démarche s'inscrit pleinement dans une logique d'agro écologie et de durabilité environnementale, objectives clés du développement agricole moderne.

I. PRÉSENTATION DE LA COMPAGNIE SUCRIÈRE DU TCHAD

1.1. Présentation générale

La Compagnie Sucrière du Tchad (CST) est une entreprise agro-industrielle dont l'activité principale est liée à la production et à la commercialisation du sucre.

L'activité de l'entreprise repose sur la culture de la canne à sucre et sa transformation industrielle. Cette activité implique plusieurs opérations allant de la production de la matière première jusqu'à l'obtention et au conditionnement du sucre.

Le fonctionnement de l'entreprise mobilise également différentes ressources, notamment l'eau, l'énergie et les matières premières agricoles. Il entraîne par ailleurs la production de plusieurs sous-produits qui peuvent faire l'objet de différentes formes de valorisation.

Dans le cadre du présent rapport, l'intérêt est particulièrement porté sur les sous-produits pouvant être valorisés dans le domaine agricole.

1.2. Historique de la CST

L'histoire de la Compagnie Sucrière du Tchad est liée au développement de l'industrie sucrière au Tchad.

La Société Sucrière du Tchad (SOSUTCHAD) a été créée en 1964 à N'Djamena, dans la zone de Farcha. À ses débuts, les activités étaient notamment orientées vers la transformation et l'agglomération du sucre granulé importé.

Parallèlement, la Société du Chari (SOSUCHARI) a été installée dans la région de Sarh afin de mener des travaux et recherches liés à la culture de la canne à sucre.

En 1977, la SONASUT et la SOSUCHARI ont fusionné pour donner naissance à une nouvelle structure nationale dans le secteur sucrier.

L'entreprise a ensuite connu différentes évolutions institutionnelles et économiques avant d'aboutir à la structure actuelle de la Compagnie Sucrière du Tchad (CST).

Aujourd'hui, la CST constitue un acteur important de l'agro-industrie tchadienne à travers ses activités de production sucrière et les activités agricoles associées.

1.3. Situation géographique

La Compagnie Sucrière du Tchad dispose de ses principales activités agricoles et industrielles dans la région de Sarh, dans la province du Moyen-Chari.

Le site industriel étudié dans le cadre du présent stage est situé dans la zone de Banda, à environ 25 km à l'est de Sarh.

La localisation de l'entreprise est liée notamment à la disponibilité des terres agricoles et des ressources en eau nécessaires à la culture de la canne à sucre.

Le fleuve Chari constitue une ressource importante pour les activités agricoles de la zone. Le rapport indique que certaines parcelles sont irriguées grâce à des systèmes de pompage installés au bord du fleuve. D'autres parcelles disposent notamment de systèmes d'irrigation par goutte-à-goutte.

Cette situation géographique présente donc un intérêt particulier pour l'activité sucrière, qui nécessite à la fois des terres agricoles et une disponibilité suffisante en eau.

1.4. Activités de la CST

L'activité principale de la CST est la production de sucre à partir de la canne à sucre.

Cette activité comprend plusieurs étapes, notamment la production de la canne, sa récolte, son acheminement vers l'usine, son traitement, l'extraction du jus, la clarification, la concentration, la cristallisation, la séparation et le conditionnement du sucre.

Le rapport indique que la production quotidienne pendant la campagne peut atteindre environ 250 à 270 tonnes de sucre par jour. Le sucre est notamment conditionné dans différents formats.

Au-delà de la production du sucre, l'activité industrielle génère différents sous-produits. Ceux-ci constituent un élément central de la présente étude, puisqu'ils représentent des matières susceptibles d'être valorisées.

1.5. Principaux sous-produits issus de la production sucrière

La transformation de la canne à sucre donne naissance à plusieurs sous-produits.

1.5.1. La bagasse

La bagasse est le résidu fibreux obtenu après l'extraction du jus de la canne à sucre.

À la CST, elle constitue une source d'énergie utilisée notamment au niveau de la chaudière. Sa valorisation énergétique permet ainsi de réutiliser une matière issue directement du processus industriel.

1.5.2. Les écumes

Les écumes constituent un sous-produit obtenu au cours du processus de clarification du jus de canne.

Elles présentent un intérêt particulier dans le cadre de cette étude puisqu'elles peuvent être utilisées dans les champs.

Le fleuve Chari constitue une ressource importante pour les activités agricoles de la zone. Le rapport indique que certaines parcelles sont irriguées grâce à des systèmes de pompage installés au bord du fleuve. D'autres parcelles disposent notamment de systèmes d'irrigation par goutte-à-goutte.

Cette situation géographique présente donc un intérêt particulier pour l'activité sucrière, qui nécessite à la fois des terres agricoles et une disponibilité suffisante en eau.

1.4. Activités de la CST

L'activité principale de la CST est la production de sucre à partir de la canne à sucre.

Cette activité comprend plusieurs étapes, notamment la production de la canne, sa récolte, son acheminement vers l'usine, son traitement, l'extraction du jus, la clarification, la concentration, la cristallisation, la séparation et le conditionnement du sucre.

Le rapport indique que la production quotidienne pendant la campagne peut atteindre environ 250 à 270 tonnes de sucre par jour. Le sucre est notamment conditionné dans différents formats.

Au-delà de la production du sucre, l'activité industrielle génère différents sous-produits. Ceux-ci constituent un élément central de la présente étude, puisqu'ils représentent des matières susceptibles d'être valorisées.

1.5. Principaux sous-produits issus de la production sucrière

La transformation de la canne à sucre donne naissance à plusieurs sous-produits.

1.5.1. La bagasse

La bagasse est le résidu fibreux obtenu après l'extraction du jus de la canne à sucre.

À la CST, elle constitue une source d'énergie utilisée notamment au niveau de la chaudière. Sa valorisation énergétique permet ainsi de réutiliser une matière issue directement du processus industriel.

1.5.2. Les écumes

Les écumes constituent un sous-produit obtenu au cours du processus de clarification du jus de canne.

Elles présentent un intérêt particulier dans le cadre de cette étude puisqu'elles peuvent être utilisées dans les champs.

La valorisation agricole des écumes constitue donc l'un des principaux points d'intérêt du présent rapport.

1.5.3. La mélasse

La mélasse est un sous-produit issu du processus de fabrication du sucre. Elle se présente sous forme d'un produit sirupeux résultant des opérations de cristallisation.

Elle représente également une matière pouvant faire l'objet de différentes formes de valorisation.

1.5.4. Les autres déchets

En plus des sous-produits directement issus de la transformation de la canne, l'activité industrielle produit différents déchets, notamment des déchets métalliques, des pneus usagés, des déchets issus de la maintenance et des effluents.

On mentionne notamment les déchets solides et liquides ainsi que différents enjeux liés à leur gestion.

1.6. Présentation du département QSE

Le département Qualité, Sécurité et Environnement (QSE) constitue un service important dans le fonctionnement de la CST.

Il intervient dans plusieurs domaines liés à la qualité des activités, à la sécurité des travailleurs et à la protection de l'environnement.

Dans le cadre du stage, l'observation du fonctionnement du département QSE m'a permis de mieux comprendre les différentes mesures mises en œuvre pour prévenir les risques professionnels et limiter les impacts environnementaux.

Les questions environnementales concernent notamment la gestion des déchets, la maîtrise des rejets, la protection des sols et des eaux ainsi que la gestion des différentes ressources utilisées par l'entreprise.

Ce rapport fait également ressortir plusieurs enjeux environnementaux associés aux activités industrielles, notamment le bruit, les émissions atmosphériques liées à la combustion de la bagasse, la consommation d'eau et de carburants ainsi que les risques de pollution des eaux et des sols.

1.7. Relation entre l'activité de la CST et le thème du stage

Le choix du thème « Valorisation des sous-produits agro-industriels en amendements » est directement lié à la nature de l'activité de la CST.

En effet, la transformation de la canne à sucre génère plusieurs matières résiduelles dont certaines peuvent être réutilisées.

La bagasse est principalement intéressante pour sa valorisation énergétique, tandis que les écumes présentent un intérêt particulier pour la valorisation agricole. Cette différence montre que tous les sous-produits ne doivent pas nécessairement être valorisés de la même manière.

Dans une perspective d'économie circulaire, l'objectif est donc de considérer les sous-produits comme des ressources potentielles plutôt que comme de simples déchets.

La valorisation des matières organiques issues de l'industrie peut notamment contribuer à réduire les pertes de ressources et à favoriser leur retour vers les systèmes agricoles.

C'est dans cette perspective que la suite du présent rapport sera consacrée à l'étude des sous-produits agro-industriels, à leur gestion et à leur potentiel de valorisation sous forme d'amendements.

II. CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE

II.1 Enjeux de la fertilité des sols au Tchad

La fertilité des sols au Tchad est confrontée à plusieurs crises simultanées : l'érosion hydrique et éolienne, la baisse des matières organiques, l'appauvrissement en nutriments majeurs (azote, phosphore, potassium) et mineurs, et l'acidification progressive. Ces phénomènes résultent d'une surexploitation des terres, d'un déficit en restitution organique, et de pratiques culturales non durables. Or, 80 % de la population tchadienne dépend directement de l'agriculture pour sa subsistance.

II.2 Accès limité aux intrants chimiques

L'accès aux engrais minéraux reste coûteux et limité pour les petits producteurs tchadiens. Le prix des engrais de synthèse a connu une augmentation substantielle ces dernières années, réduisant leur accessibilité. En outre, leur usage massif crée une dépendance économique vis-à-vis des importations, dégrade les propriétés biologiques des sols et contribue à la pollution des eaux souterraines.

II.3 Potentiel des déchets agro-industriels

L'Industrie sucrière tchadienne, en particulier la Compagnie Sucrière du Tchad (CST), produit chaque année plusieurs millions de tonnes de bagasse (résidu fibreux post-broyage) et de mélasse (sous-produit du raffinage du sucre). Ces matières premières, actuellement valorisées partiellement (énergie, industrie...), pourraient être transformées en amendements organiques performants, créant ainsi une véritable économie circulaire.

III. LES DÉCHETS AGRO-INDUSTRIELS : SOURCES, TYPES ET ENJEUX

III.1 Définition et classification

Les déchets agro-industriels sont des résidus organiques générés par les activités agricoles, pastorales et de transformation agroalimentaire. On distingue : les déchets de récolte (pailles, tiges, feuilles), les déchets d'élevage (fumiers, déjections), les déchets de transformation (bagasse, pulpes, écumes, mélasses), et les effluents liquides (eaux usées, jus résiduels).

III.2 Sources principales au Tchad

Le Tchad produit annuellement une quantité importante de déchets agro-industriels : résidus de production céréalière et légumière, déchets de l'industrie sucrière (principale industrie agro-alimentaire du pays), déjections du bétail (l'élevage représentant une part significative de l'activité rurale), résidus de production oléagineuse et résidus de transformation du coton.

III.3 Enjeux actuels de gestion

Les enjeux de gestion des déchets agro-industriels sont multiples :

- Enjeu économique : valorisation d'une ressource actuellement peu ou mal utilisée, génération de revenus supplémentaires
- Enjeu environnemental : réduction de la pollution (déchets mal gérés), capture de carbone, protection des sols et de l'eau
- Enjeu social : création d'emplois, amélioration des conditions de vie des producteurs, renforcement de la sécurité alimentaire
- Enjeu technique : mise au point de processus de transformation adaptés aux contextes locaux

IV. SOUS-PRODUITS DE L'INDUSTRIE SUCRIÈRE : BAGASSE, MÉLASSE ET ECUME

IV.1 Caractéristiques de la bagasse

La bagasse est le résidu fibreux obtenu après extraction du jus sucré de la canne à sucre. Elle représente environ 25 à 30 % du poids de la canne broyée. Composée principalement de cellulose, hémicellulose et lignine, elle se caractérise par : un rapport C/N très élevé, une teneur en carbone organique de 45-50 %, une teneur en cendres de 3-5 %, et une structure lignocellulosique complexe qui la rend peu biodégradable sans traitement préalable.

IV.2 Potentiel et utilisations actuelles de la bagasse

Actuellement, la bagasse est principalement utilisée comme combustible dans les chaudières des sucreries (autosuffisance énergétique). Elle possède un énorme potentiel d'utilisation en agriculture durable : matière première pour le compostage, source de carbone pour les systèmes de fermentation, base pour la production de biochar. En énergie, la bagasse est le poumon de l'entreprise car elle couvre une valeur de milliard que l'entreprise pourrait perdre pour les dépenses en carburant.

IV.3 Caractéristiques de la mélasse

La mélasse est un liquide visqueux obtenu lors du raffinage du sucre. Elle est riche en sucres simples (glucose, fructose), en sels minéraux (potassium, magnésium, calcium, phosphore), et en acides organiques. Elle contient : 45-55 % de sucres réducteurs, 5-8 % de matière sèche totale, et une teneur importante en potassium (5-8 %). C'est un excellent activateur biologique pour accélérer les processus de fermentation et de décomposition. A la CST la mélasse est utilisée sur les parcelles à travers les canaux d'irrigation pour renforcer la perte de la biodiversité du sol, redonner certaines vigueur aux sols à travers sa composition riche en élément fertilisant, une partie est utilisée pour lutter contre les poussières sur le trajet Sarh /banda en terme de la gestion environnementale et atténuation des pollutions de l'air et une autre partie est vendue aux éleveurs pour nourrir leur troupeaux.

IV.4 Ecume

Les écumes constituent un sous-produit issu du jus de canne, utilisé notamment comme fertilisant /amendement dans les parcelles de la clarification. Les écumes sont utilisées dans le site de l'expérimentation agricoles et pépinières pour les tests des différentes variétés de semence de la canne et de leur adaptations dans le milieu de production.

IV.4 Synergie bagasse-mélasse-écume

La complémentarité entre bagasse et mélasse est remarquable : la bagasse apporte structure, carbone et capacité de stockage hydrique ; la mélasse apporte l'énergie (sucres), les minéraux et les micronutriments, et stimule l'activité microbienne, les écumes sont utilisées dans les champs comme fertilisant organique. Leur application contribue à améliorer la fertilité des sols et à favoriser le développement des cultures. Associées à une source azotée (déjections animales, résidus verts), elles constituent la base idéale pour produire des amendements organiques de qualité supérieure.

V. PROCESSUS DE TRANSFORMATION EN AMENDEMENTS ORGANIQUES

V.1 Principes généraux

La transformation des déchets agro-industriels en amendements organiques repose sur des processus biologiques naturels : décomposition microbienne, minéralisation, stabilisation de la matière organique, et développement de communautés microbiennes bénéfiques. Ces processus libèrent progressivement les nutriments sous des formes assimilables par les plantes et créent une matière organique stable enrichissant les propriétés chimiques, physiques et biologiques des sols.

V.2 Préparation des matières premières

Le broyage préalable de la bagasse est essentiel pour réduire la taille des fibres (2-5 cm), augmenter la surface spécifique, et accélérer la décomposition microbienne. La mélasse doit être diluée (1:10 en eau) pour faciliter son distribution homogène et son assimilation par les microorganismes.

V.3 Équilibre carbone-azote

L'équilibre C/N optimal pour les processus de fermentation se situe entre 20-30-1. Avec un C/N de bagasse de 100-150-1, il est nécessaire d'associer des matières azotées : fumiers frais (C/N = 15-25-1), feuilles et débris verts (C/N = 5-20-1), résidus de cultures légumières, ou boues de sucrerie. Le mélange doit atteindre un C/N cible de 25-30-1.

V.4 Humidité et aération

L'humidité idéale pour la décomposition est de 60-65 %. Une humidité trop basse ralentit les processus biologiques ; une humidité excessive crée des conditions anaérobies et génère des odeurs désagréables. L'aération régulière (retournements mécaniques ou naturels) apporte

l'oxygène nécessaire aux décomposeurs aérobies et crée la chaleur qui accélère la minéralisation.

VI. TECHNIQUES DE VALORISATION

VI.1 Compostage aérobic classique

Le compostage aérobic est la technique la plus accessible et la plus largement pratiquée. Elle consiste à empiler les matières organiques broyées (bagasse + fumier ou résidus verts) en tas ou en andains, à maintenir une humidité optimale (60-65 %), et à effectuer des retournements réguliers (toutes les 1-2 semaines) pour assurer l'aération. La température du tas monte progressivement (55-70°C), tuant les pathogènes et accélérant la décomposition. La maturation prend 3-6 mois selon les conditions

VII. CARACTÉRISTIQUES ET PROPRIÉTÉS DES AMENDEMENTS PRODUITS

VII.1 Composition chimique

Les amendements issus de la valorisation bagasse-mélasse-fumier-écume présentent typiquement :

- Matière organique totale : 40-55 %
- Carbone organique : 20-30 %
- Azote total : 1,5-3 %
- Phosphore (P₂O₅) : 0,5-1,5 %
- Potassium (K₂O) : 1-2,5 %
- pH : 6,5-8 (neutre à légèrement alcalin)

VII.2 Propriétés biologiques

Les amendements sont riches en micro-organismes bénéfiques : bactéries décomposeurs, champignons, actinomycètes producteurs d'antibiotiques naturels. Cette charge microbienne vivante inocule les sols, revitalisant les communautés biologiques des sols appauvris.

VII.3 Propriétés physiques

L'incorporation d'amendements améliore la structure du sol : augmentation de la porosité, meilleure aération, meilleure rétention d'eau, réduction de la compaction. Ces propriétés favorisent la pénétration racinaire, réduisent l'érosion et augmentent la capacité de stockage de l'eau disponible pour les plantes.

VII.4 Propriétés biochimiques

La matière organique augmente la capacité d'échange cationique (CEC) du sol, permettant une meilleure rétention et une plus grande disponibilité des nutriments pour les plantes. Elle chélate aussi les micronutriments (Fe, Zn, Mn, Cu), les rendant plus assimilables.

VIII. APPLICATIONS AGRONOMIQUES ET RÉSULTATS

VIII.1 Application en maraîchage

En production légumière, l'incorporation d'amendement (10-20 t/ha) avant plantation améliore significativement les rendements. Les études montrent une augmentation de 30-50 % des rendements en tomates, poivrons, oignons et autres légumes, une amélioration de la qualité nutritionnelle des produits, et une réduction de 40-60 % de la dépendance aux engrais chimiques.

VIII.2 Application en céréaliculture

Pour les céréales (maïs, sorgho, riz), l'application d'amendement organique augmente la rétention d'eau en périodes sèches, améliore la nutrition minérale, renforce la résistance aux maladies et augmente les rendements de 20-40 %. L'amélioration est particulièrement visible sur les sols pauvres et dégradés.

VIII.3 Application en agroforesterie

Pour les systèmes agroforestiers (association cultures-arbres), l'amendement organique crée un milieu favorable au développement racinaire des jeunes arbres et améliore leur survie et croissance. Il favorise aussi la bio fertilité du sol et les associations bénéfiques (mycorhizes).

VIII.4 Restauration de sols dégradés

Sur des sols dégradés, l'application répétée d'amendement organique (doses élevées : 20-30 t/ha, suivi de 10 t/ha annuels) redonne progressivement fertilité et structure. Les résultats s'observent pleinement après 2-3 ans d'application régulière.

IX. INTÉRÊT ÉCONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

IX.1 Viabilité économique

L'utilisation d'amendements organiques est économiquement viable : le coût de production est faible (la main-d'œuvre locale, peu de technologie), la vente du produit final génère des revenus directs, l'économie en engrais chimiques réduit les coûts de production agricole, et l'amélioration des rendements compense rapidement les investissements initiaux. Un petit producteur appliquant ces amendements peut réduire de 40-60 % sa facture d'intrants.

IX.2 Bénéfices environnementaux

La valorisation des déchets agro-industriels crée une véritable économie circulaire, réduisant la pollution et les émissions de gaz à effet de serre. La matière organique séquestre le carbone atmosphérique dans le sol. La réduction des engrais de synthèse diminue les pollutions azotées et phosphorées des eaux. La restauration de la fertilité biologique et physique des sols renforce leur résilience face au changement climatique.

IX.3 Impacts sociaux

La création d'unités de production d'amendements organiques génère de l'emploi local (collecte, broyage, compostage, distribution). Les petits producteurs qui adoptent ces amendements connaissent une amélioration de leurs rendements et revenus agricoles, renforçant la sécurité alimentaire et la résilience des ménages face aux chocs climatiques.

X. PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

X.1 Potentiel de développement

Le potentiel de développement de cette filière est considérable : la CST produit annuellement environ 300 000 tonnes de bagasse ; valoriser ne serait-ce que 30 % de ce volume en amendement organique pourrait traiter plus de 30 000 hectares de sols. L'extension à d'autres industries agro-alimentaires (huile, coton, produits laitiers) multiplie ce potentiel.

X.2 Recommandations techniques

- Investir dans des installations de broyage performantes pour réduire la taille de la bagasse
- Développer une plateforme de compostage centralisée avec des zones de stockage couvertes
- Former les agriculteurs aux bonnes pratiques de compostage et d'utilisation
- Mettre en place un système d'analyse qualité pour garantir la conformité des produits

X.3 Recommandations institutionnelles et politiques

- Créer un cadre réglementaire favorable aux entreprises d'amendements organiques
- Subventionner l'adoption d'amendements organiques pour les petits producteurs
- Soutenir la recherche sur l'adaptation des techniques au contexte climatique local
- Promouvoir les partenariats public-privé entre l'industrie sucrière et les organisations agricoles

X. 4 Recommandations à l'APES-AUF et à l'Ambassade de France

- Poursuivre l'octroi des bourses de stage afin de faciliter l'insertion professionnelle et l'expérience pratique des étudiants.
- Renforcer les partenariats avec les entreprises et les institutions pour multiplier les opportunités de stage.
- Accorder des bourses d'études aux bénéficiaires des bourses de stage afin de leur permettre de poursuivre en Master.
- Encourager les formations dans des domaines prioritaires pour le développement du Tchad, notamment l'environnement, l'agriculture durable et la valorisation des déchets.

CONCLUSION

La valorisation des déchets agro-industriels, en particulier les sous-produits de l'industrie sucrière (bagasse, écume et mélasse), en amendements et fertilisants organiques représente une opportunité majeure pour le Tchad. Cette filière allie viabilité économique, impact environnemental positif et bénéfices sociaux tangibles.

Face aux défis de la dégradation des sols, de la baisse des rendements agricoles et de l'accès limité aux intrants chimiques, les amendements organiques issus du compostage de bagasse enrichie de mélasse offrent une solution durable, accessible et économiquement viable. Les expériences internationales et les données scientifiques montrent systématiquement l'efficacité de cette approche : augmentations significatives de rendements, réduction de la vulnérabilité face aux chocs climatiques, et restauration de la fertilité biologique des sols.

Le développement de cette filière nécessite des investissements modérés en infrastructure, une formation adéquate des agriculteurs et un soutien politique clair. La Compagnie Sucrière du Tchad, comme acteur majeur de l'économie rurale, a la responsabilité et l'opportunité de catalyser cette transition vers une agriculture plus durable. Mon engagement lors de ce stage est de contribuer à démontrer la faisabilité technique et l'efficacité agronomique de ces processus, en vue d'une généralisation progressive.

En conclusion, la transformation des déchets agro-industriels en ressources productives n'est pas une utopie mais une réalité agro écologique et économique à notre portée. Elle constitue un pilier fondamental de la sécurité alimentaire, de la résilience climatique et du développement durable du Tchad.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. FAO (2019). Soil Organic Carbon : Understanding and enhancing its role in agro-ecosystems. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

12. UNEP (2018). Guidelines on the Environmentally Sound Management of Wastes consisting of, containing or contaminated with Hazardous Chemicals and Radioactive Wastes. United Nations Environment Programme.

3. RAPPORTS agronomiques ultérieurs CST