

Contribution Du Centre De Recherche Agroalimentaire (CRAA) A La Gestion Des Déchets Agricoles Et A La Promotion De L'économie Circulaire

Biuma Biabende P.¹, Mukundi wa Mwepu C.¹, Mulongo Numbi T.¹, Nakadime Mesongolo T.¹, Kayembe Kasongo E.¹, Badibanga Kasumpa D.¹

¹Centre de recherche agro-alimentaire (CRAA) Lubumbashi/ R.D.Congo
Auteur Correspondant : Biuma Biabende P, cloviskalaka@gmail.com



Abstract: This review analyzes the role of the Agro-Food Research Center (CRAA) in agricultural waste management and the promotion of circular economy principles in the agri-food sector. Agricultural and agro-industrial waste represents a major environmental and economic challenge. Circular economy approaches aim to transform these wastes into valuable resources such as biofertilizers, bioenergy, natural colorants and industrial inputs. The study highlights the strategic role of CRAA in research, innovation and the development of sustainable solutions for waste valorization. Strengthening collaboration between researchers, farmers and industries can significantly contribute to sustainable agriculture and environmental protection.

Keywords: Circular economy, Agricultural waste, Agro-food sector, Waste valorization, Sustainable agriculture.

I. INTRODUCTION

Face aux défis croissants liés à la durabilité environnementale, à la sécurité alimentaire et à la résilience climatique, le secteur agricole et agroalimentaire est appelé à se réinventer pour s'adapter aux nouveaux modèles de production (*Emelyne Bouchet, 2023*), *Bouziane et al, 2023*).

C'est dans ce contexte que le Centre de Recherche Agroalimentaire (CRAA) joue un rôle stratégique en soutenant l'innovation et en promouvant des pratiques et techniques responsables qui répondent à la protection de l'environnement en réduisant les déchets (*Agricultural Science & Technology Indicator ASTI, 2011*).

L'un des enjeux majeurs auxquels la société contemporaine est confrontée est la gestion des déchets agricoles et les déchets des industries agroalimentaires dont le volume et la diversité posent des problèmes environnementaux, sanitaires et économiques (*Thibault Turchet, 2019*).

Parallèlement, le concept d'économie circulaire s'impose comme une alternative prometteuse au modèle linéaire traditionnel (extraire, produire, Con-sommer et jeter), en valorisant les ressources, en réduisant les pertes et en bouclant les cycles de production (*Emelyne Bouchet, 2023*). L'intégration de l'économie circulaire dans les systèmes agricoles et dans l'agroalimentaire ouvre la voie à une production régénérative, capable de transformer les déchets en ressources, de créer de nouvelles chaînes de valeur, de renforcer la durabilité et protéger l'environnement (*Emelyne Bouchet ; 2023, Paola Vargas Escoba & all ; 2024*).

L'économie circulaire dans l'agroalimentaire n'est pas seulement une tendance écologique, c'est une révolution systématique qui peut rendre nos systèmes alimentaires plus résilients, durables et équitables (*Emelyne Bouchet, 2023*). La pollution

occasionnée par les déchets agro-industriels peuvent être sensiblement réduite en utilisant les déchets comme source des produits de valeur ajoutée (*Paola Vargas Escoba & all 2024, Francis, F.J.; 2000, Chemat, F., & Vian, M.A. 2014, Thibault Turchet 2019*).

L'agroalimentaire est un secteur qui regroupe les activités qui vont du champ à l'assiette, c'est-à-dire de la production agricole, transformation industrielle, conditionnement, distribution et restauration (*Paola Vargas Escoba & all ,2024, Emelyne Bouchet ;2023, Bouziane et all ,2023*).

Elle est le pilier de l'économie traditionnelle basée sur le système linéaire et qui a comme conséquences : l'épuisement des ressources, la dégradation du sol, émission de gaz à effet de serre et gaz pillage alimentaire (*Emelyne Bouchet ,2023*). Le codex alimentaire de 2021 propose des normes qui favorisent la durabilité des aliments en prolongeant la conservation, en réduisant le gaz pillage et en soutenant le modèle de production efficace et l'application des principes de l'économie circulaire. (*CAC/GL 36-1989*).

La chimie alimentaire fournit des bases scientifiques pour réduire le gaz pillage et valoriser les sous-produits. C'est un levier scientifique majeur pour l'économie circulaire appliquée à l'agroalimentaire. (*Beltiz & all (2009), Paola Vargas Escoba & all (2024), Bouziane et Tlaes Besma (2023)*)

Cette revue bibliographique propose une analyse croisée du rôle du CRAA, des réalisations de l'agroalimentaire, des pratiques de gestion des déchets agricoles et des principes de l'économie circulaire, afin d'identifier les synergies possibles, les freins à lever et les perspectives d'innovation pour l'implication du CRAA dans les nouvelles orientations de l'agroalimentaire.

Ce travail comprend les grandes lignes suivantes:

1. L'économie circulaire intégrée dans l'agroalimentaire;
2. La gestion des déchets agricoles;
3. L'économie circulaire appliquée à l'agriculture;
4. Synergie entre le CRAA et L'économie circulaire.

1. L'ECONOMIE CIRCULAIRE INTEGREE DANS L'AGROALIMENTAIRE

- A) But: L'économie circulaire dans l'agroalimentaire vise à transformer un modèle linéaire (produire-consommer-jeter) en un système durable où les ressources sont optimisées, les sous-produits valorisés. Cette approche permet de limiter le gaz pillage alimentaire, de réduire l'empreinte du carbone et de créer de nouvelles opportunités économiques. (*ADEME ; 2021*)
- B) Principes de l'économie circulaire en agroalimentaire

Les Principes de l'économie circulaire visent à orienter les modèles de production et consommation pour limiter le gaspillage, préserver les ressources naturelles et protéger l'environnement. Réduire le gaz pillage alimentaire: les articles non vendus doivent être récupérés pour être redistribués ou transformés en nouveaux produits. Valorisation des Coproduits (pailles, graines, noyaux, coques, pulpes, écorces...)

En fabriquant le jus, conservant, solvants, colorants, aliment pour animaux, bioénergie...

Boucles locales qui consistent à réduire la distance, favoriser les circuits courts et renforcer la résilience des filières.

Exemples: Ferme, Restaurant, Compostage; les restaurants s'approvisionnent directement à la source et les déchets des restaurants sont transformés en composte qui sera livré aux fermiers. La boucle est fermée, au lieu de jeter les restes, ils sont transformés en composte et revendu aux fermiers pour être rendu à la terre.

Ecosystème: promouvoir les emballages recyclables, réutilisables ou compostables, créer des mécanismes pour réduire la consommation d'eau et d'énergie. Les emballages constituent la majorité des déchets. Leur réduction consiste à prévenir leur destruction par compostage par exemple. Énergies-renouvelables: La production de l'énergie à partir des déchets par des

procédés biologiques ou thermochimiques est la principale alternative qui répond aux conditions environnementales et à l'économie circulaire.

C. Exemples concrets des actions dans les entreprises.

Les exemples ci-dessous montrent que l'économie circulaire n'est pas une théorie abstraite, mais une pratique qui caractérise notre vie. Transformation des déchets organiques par compostage pour fertiliser le sol. Transformation des sous-produits en ingrédients à valeur ajoutée comme protéines végétales, colorants, solvants...

Transformation de la drêche des brasseries en snacks ou pains. Mise en place d'un système anti gaz pillage en surveillant les produits proches de la date de péremption ou soit déjà périmés pour leur recyclage. Transformation des sous- produits laitiers en fromages ou autres articles.

Innovation dans le domaine des emballages en fabriquant des emballages biodégradables, recyclables ou réutilisables. Synergie des partenaires qui consiste à créer des liens d'échange ou de coopération entre agriculteurs, transformateurs, distributeurs et consommateurs pour mutualiser les ressources.

CHALLENGES

L'ensemble des défis auxquels l'économie circulaire appliquée à l'agroalimentaire fait face dérivent de la gestion des ressources, la transformation des modèles économiques et la gestion de la chaîne des valeurs. Les principaux défis sont:

La coordination des producteurs, transformateurs, distributeurs et consommateurs.

Les lois sur la sécurité alimentaire ne garantissent pas toujours la réutilisation de certains coproduits.

Les consommateurs se méfient des produits de recyclage ou de la valorisation des coproduits. La consommation responsable est très loin d'être adoptée dans les habitudes ou les cultures. Les exigences environnementales doivent être observées rigoureusement, ce qui freine l'avancement de l'innovation. Le coût d'implantation des usines et de l'équipement adéquat est élevé et se dresse comme un blocage économique.

Domaine de renforcement

Le domaine de renforcement de l'économie circulaire repose sur les principes et implique une action coordonnée entre les entreprises, les pouvoirs publics, les chercheurs et les citoyens. Innovation technologique se focalisant sur les produits à valeur ajoutée (bioplastique, fermentation, valorisation énergétique, production des ingrédients pour la cosmétique, la pharmacie...) Coopération territoriale qui favorise le circuit court et la synergie locale entre producteurs et consommateurs. L'acceptabilité qui va assurer l'économie sociale et solidaire en impliquant les associations locales.

L'intégration de l'IA dans les techniques agroalimentaires.

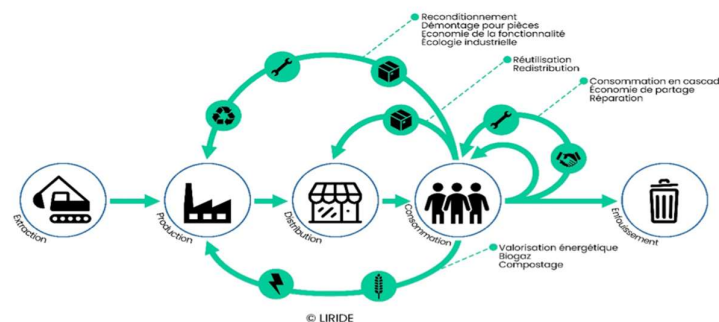


Fig. 1: Stratégies pour trouver la meilleure voie de valorisation des déchets organiques

L'économie circulaire appliquée à l'agroalimentaire est un schéma qui rassure la durabilité, la compétitivité et la sécurité alimentaire. C'est un ensemble de solutions concrètes pour réduire le gaspillage, valorisation des co-produits et repenser les chaînes de valeurs, mais son déploiement reste freiné par des défis techniques, réglementaires et culturels.

2. GESTION DES DECHETS AGRICOLES

La gestion des déchets agricoles repose sur deux grands piliers qui sont : La valorisation des déchets organiques et la collecte des déchets non organiques. La gestion des déchets agricoles a comme conséquences: la réduction de l'impact environnemental et la valorisation de l'écosystème.

A) Typologie des déchets agricoles

La classification des déchets permet le choix des techniques de valorisation.

Les déchets issus des activités agricoles sont variés et peuvent être classés en plusieurs catégories qui sont:

- Déchets organiques : résidus de cultures, fumiers, lisiers, effluents d'élevage.
- Déchets plastiques : films plastiques, bâches, filets, emballages phytosanitaires.
- Déchets chimiques: restes de pesticides, engrais, solvants.
- Déchets métalliques et électroniques: pièces de machines, batteries, équipements obsolètes.

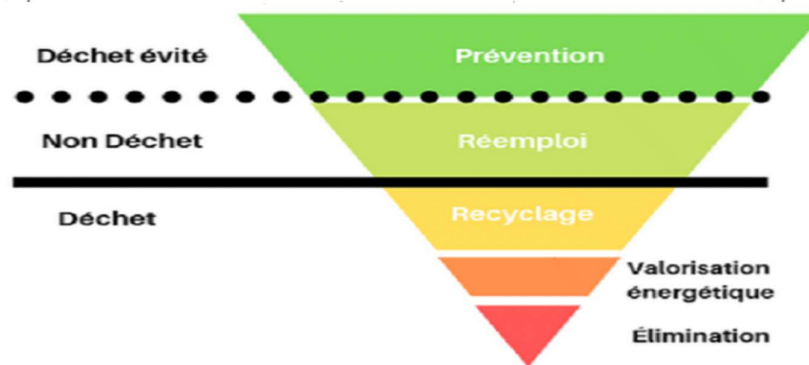


Fig. 2 : La hiérarchie des modes de traitement des déchets (Thibault Turchet ; 2019)

L'élimination des déchets n'est pas l'enfouissement de ces derniers dans le sol, mais l'utilisation de la dernière matière des déchets après traitement pour un autre besoin, le fertilisant par exemple.

B) Pratiques actuelles de gestion

Les pratiques se basent sur les modèles de valorisation, la prévention ou l'élimination de déchets. Les pratiques sont tenues de respecter l'environnement, l'amélioration de la durabilité et de respecter les règlements en vigueur. Ils varient selon les régions, les types de productions et les ressources disponibles.

Nous avons retenu cinq pratiques qui sont:

- Compostage : transformation des déchets organiques en amendement pour les sols.
- Méthanisation : production de biogaz à partir de matières fermentescibles.
- Valorisation agricole : réutilisation des effluents comme fertilisants.

- Incitation au recyclage : collecte des plastiques agricoles pour recyclage industriel.
- Stockage et élimination : enfouissement ou incinération (souvent non réglementée).

C) Contraintes et défis

Malgré les avancées, plusieurs obstacles freinent une gestion optimale :

- Manque d'infrastructures : absence de centres de tri ou de plateformes de compostage.
- Coûts élevés : transport, traitement, équipements spécifiques.
- Cadre réglementaire flou ou inadapté : faible contrôle, manque d'incitations.
- Sensibilisation insuffisante : méconnaissance des impacts environnementaux et des solutions disponibles.

D) Enjeux environnementaux et sanitaires

Une mauvaise gestion des déchets agricoles peut entraîner :

- Pollution des sols et des eaux : infiltration de nitrates, phosphates, produits chimiques.
- Émissions de gaz à effet de serre : méthane, ammoniac.
- Risques sanitaires : prolifération de pathogènes, contamination des cultures.

3. ÉCONOMIE CIRCULAIRE APPLIQUÉE À L'AGRICULTURE

L'économie circulaire décrit la manière dont on transforme les déchets ou le sous-produit en ressource utile. Donner une autre valeur aux produits plus tôt que de le considérer comme perte.

A) Principes de l'économie circulaire dans le secteur agricole

L'économie circulaire vise à découpler la croissance économique de l'épuisement des ressources naturelles. En agriculture, cela se traduit par :

1. Bouclage des cycles biologiques : retour des matières organiques au sol via compost ou digestat.
2. Allongement de la durée de vie des intrants : réutilisation des plastiques agricoles, valorisation des co-produits.
3. Écoconception des systèmes agricoles : intégration de la biodiversité, réduction des intrants chimiques.
4. Symbioses industrielles rurales : échanges de flux entre exploitations, industries agroalimentaires et collectivités.

C) *Modèles de valorisation circulaire*

Plusieurs modèles sont en cours de développement ou d'expérimentation nous citons :

- a) Méthanisation agricole : production d'énergie renouvelable (biogaz) et de fertilisants à partir de déchets organiques.
- b) Compostage communautaire : mutualisation des déchets organiques entre agriculteurs et collectivités.
- c) Agro écologie circulaire : rotation des cultures, agroforesterie, élevage intégré.
- d) Recyclage des plastiques agricoles : collecte, tri et transformation en matériaux réutilisables.
- e) Valorisation des co-produits par exemple pour la production des colorants (pulpes de la betterave), pour la fabrication de makeup (écorce du riz)

D) *Exemples de mise en œuvre*

Ces exemples expliquent clairement comment l'économie circulaire se traduit concrètement.

- a) Fermes circulaires : exploitations intégrant production végétale, élevage, énergie et valorisation des déchets.
- b) Coopératives de valorisation : structures collectives pour la gestion des déchets et la production de compost ou d'énergie.
- c) Projets pilotes : développement de biofertilisants à partir de résidus organiques, études sur la rentabilité des boucles locales.
- d) Reemploi des matériaux: Récupération et réutilisation pour autres activités des briques, poutres métalliques, pneus, bois, vêtements...

Bénéfices attendus

L'économie circulaire apporte des avantages significatifs sur l'environnement, l'économie et le social. Voici quelques exemples:

- a) Réduction des impacts environnementaux : baisse des émissions de GES, amélioration de la qualité des sols.
- b) Création de valeur locale : emplois verts, diversification des revenus agricoles.
- c) Résilience des systèmes agricoles : meilleure autonomie en intrants, adaptation au changement climatique.
- d) Lutte contre le changement climatique: Efficace par la baisse des émissions de gaz à effet de serre
- e) Diminution des coûts de production: les matières premières sont optimisées et les pertes réduites.
- f) Amélioration de la compétitivité: Les entreprises gagnent en attractivité et en résilience faces aux crises.



Fig. 3 : Modèle de l'économie circulaire

Ce modèle aide les producteurs à maintenir la continuité des matériaux et à se soumettre aux exigences de l'environnement.

E) **SYNERGIES ENTRE LE CRAA ET L'ECONOMIE CIRCULAIRE**

Le centre de recherche agro-alimentaire joue un rôle stratégique dans la mise en œuvre et l'accélération de l'économie circulaire. Son action se situe à l'intersection de la science, l'innovation et la coopération avec le ministère de tutelle.

A) Le CRAA comme catalyseur de circularité

Le Centre de Recherche Agroalimentaire (CRAA) joue déjà un rôle central dans la transition vers une agroalimentaire circulaire et peut prendre le monitoring pour orienter la recherche en général vers l'économie circulaire grâce à ses activités de routine et à l'innovation. Voici les secteurs de recherche qui peuvent soutenir le CRAA dans la sphère de l'économie circulaire car la future de l'agroalimentaire sera circulaire

- La recherche appliquée : développement des technologies de valorisation des déchets (biofertilisants, bioplastiques, bioénergies, colorant, solvants, ingrédients pour la cosmétique et la pharmacie.).
- L'innovation collaborative : Mettre sur pieds un réseau d'agriculteurs, de chimistes, pharmaciens, industriels et collectivités pour Co-construire des solutions circulaires.
- Transfert de connaissances: Accompagner les entreprises par la formation et la sensibilisation des partenaires publics et privés.
- Valorisation des ressources régionales par l'adaptation des solutions aux spécificités locales (culture, climat, infrastructures...)
- La modélisation territoriale : cartographie des flux de déchets et des opportunités de valorisation locale.

B) Intégration dans les politiques publiques

Le CRAA peut contribuer à l'élaboration et à la mise en œuvre des politiques agricoles durables et se faire adopter des nouvelles voies de valorisation des déchets par:

- Appui technique aux collectivités : études d'impact, diagnostics de circularité, accompagnement à la transition.
- Formation et sensibilisation : diffusion des bonnes pratiques auprès des agriculteurs, industriels, étudiants et décideurs.
- Plaidoyer scientifique : production des données scientifiques approuvables pour orienter les choix politiques et réglementaires dans le domaine d'agro-alimentaire et l'économie circulaire.

C) Apport scientifique et accompagnement

- Incubation de projets innovants : soutient aux start-ups et coopératives engagées dans la valorisation des déchets agricoles.
- Déploiement de démonstrateurs : fermes pilotes, plateformes de compostage, unités de méthanisation, unité de transformation des déchets.
- Suivi et évaluation : indicateurs de performance circulaire, retours d'expérience, capitalisation.

D) Exemples de synergies concrètes

- Projet de biofertilisants à base de résidus organiques développé par le CRAA en partenariat avec des coopératives locales.
- Programme de recyclage des plastiques agricoles avec traçabilité et certification environnementale.
- Unité de transformation
- Plateforme numérique de gestion des flux de déchets agricoles pour optimiser la logistique et la valorisation.

Tableau I: les atouts du CRAA pour la concrétisation de ses activités dans l'économie circulaire.

Departements	Activités	Executants	Moyens
Sciences des aliments	Valorisation des déchets par la formulation des nouveaux produits.(conserves,vin,nectar,alcool,colorant,solvants,ingrédients pour cosmétique et pharmacie	Chercheurs et techniciens	CRAA
Industrie alimentaire et Biotechnologie	Valorisation des déchets par la mise en oeuvres de nouvelles techniques de conservation et de fabrication(biofertilisant,bioplastique et bioénergie)	Chercheurs et techniciens	CRAA
Controle de Qualités	Assurer la qualite de nouveaux produits et recyclage des produits périmés	Chercheurs et Technicien	CRAA
Agricole-élevage	Promouvoir une agriculture qui limite les déchets et le gaspillage des ressources	Chercheurs et Techniciens	CRAA
Technico-économique	Evaluer et étudier le marché des produits valorisés	Chercheurs et Techniciens	CRAA
Information scientifique,Publication et documentation	Orienter les projets de recherches vers l'économie circulaire, vulgariser le nouveau champ d'actions du CRAA	Chercheurs et Techniciens	CRAA
Entretien	Maintenir le CRAA dans un environnement sain et orienter les déchets vers la valorisation	Agents	CRAA et le tiers
Patrimoine	Assurer la réutilisation des biens du CRAA	Agents	CRAA
Atelier pilote	Production en grande quantité des produits valorisés et adapter les nouvelles machines	Agents	CRAA
Resources Humaines	Consevoir des règles pour promouvoir zero déchets	Decideurs	CRAA et tiers

Le Centre de Recherche Agroalimentaire dispose d'un personnel qualifié pour répondre aux nouvelles orientations de l'agroalimentaire basées sur la protection de l'environnement et le renouvellement des ressources naturelles en limitant le gazpillage .L'économie circulaire n'est pas un nouveau contexte pour le CRAA car depuis toujours le centre dirige des projets sur la valorisation et la conservation des aliments.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La transition vers une agriculture durable ne peut se concevoir sans une gestion efficiente des déchets agricoles et une intégration cohérente des principes de l'économie circulaire. Le CRAA, en tant qu'acteur central de la recherche et de l'innovation agroalimentaire, dispose des leviers nécessaires pour impulser cette dynamique.

En favorisant la valorisation des déchets, en soutenant les filières circulaires et en accompagnant les acteurs du territoire, en contribuant à la transformation de déchets en nouveaux produits de valeur. Les contraintes environnementales peuvent être transformées en opportunités économiques et sociales. Cette revue explore les interactions entre le Centre de Recherche Agroalimentaire (CRAA), la gestion des déchets agricoles et les principes de l'économie circulaire, dans une perspective de durabilité et d'innovation. Elle met en lumière le rôle stratégique du CRAA dans la gestion de déchets agricoles, qu'ils soient organiques, plastiques ou chimiques.

Les déchets représentent un défi environnemental majeur et leur gestion actuelle reste fragmentée, coûteuse et peu valorisée. L'économie circulaire offre une alternative prometteuse en transformant ces déchets en ressources, via des pratiques telles

que le compostage, la méthanisation ou le recyclage tout en mettant en évidence la transformation de Co-produits en colorants, solvants, ingrédients pour la cosmétique la pharmacie et autres.

Le CRAA peut jouer un rôle clé dans cette transition en développant des technologies adaptées, en structurant des filières locales de valorisation et en accompagnant les acteurs du monde agricole et industriel. La revue propose des recommandations concrètes pour renforcer ces synergies, notamment à travers la recherche appliquée, la formation, le transfert technologique et l'intégration dans les politiques publiques. En définitive, l'articulation entre recherche, gestion durable des déchets et économie circulaire constitue un levier puissant pour bâtir une agriculture plus résiliente, plus sobre et plus inclusive.

Référence

- [1]. ADEME (2021). Economie circulaire et agroalimentaire leviers de valorisation des déchets co-produits.
- [2]. Agricultural Science & Technology Indicator ASTI (2011): Centre Agroalimentaire(CRAA) institutional category gouvernement.
- [3]. Beltiz & all (2009). Food chemistry (4th ed). Springer
- [4]. Bouziane et Tlaes Besma (2023): Valorisation des déchets agricoles pour une agriculture durable et production du bioéthanol à partir des curcurbitacées: La citrouille
- [5]. Chemat, F., & Vian, M.A. (2014). Alternative Solvents for Natural products. Extraction. Springer.
- [6]. Codex alimentarius-Normes internationales pour les additifs alimentaires (CAC/GL 36-1989).
- [7]. Emelyne Bouchet (2023) Economie circulaire en agroalimentaire
- [8]. FAO (2019) : Valorisation des pertes post-récoltes dans les filières horticoles
- [9]. Francis, F.J. (2000). Colorants naturels pour l'industrie alimentaire
- [10]. Marie Lobe, (2025) : Valorisation des déchets agricoles et technologies des recyclages : une révolution pour l'agriculture moderne
- [11]. Paola Vargaz Escoba & all (2024) Renewing the potential of rice crop residues as value-added products in the domestic industry.
- [12]. Thibault Turchet, (2019) : La hierarchie des modes de traitement des déchets devant les juridictions: De l'incantation à l'application