

NOTE DE SYNTHÈSE

Recensement et diagnostic de gisements de Produits Résiduaux Organiques répartis sur deux zones périurbaines de Côte d'Ivoire (Bouaké et Korhogo)



Par la MJE ENAWA : Lilou KIEFFER, Elisa NDJIE, Mathieu PICART, Jorel TCHAMGOUE, Alvin TULLE, Laurine VALADE

Durée de la mission : 6 semaines (28/04/2022 – 17/06/2022)

Tuteur de l'ISTOM : M. PAILLAT Jean-Marie

Commanditaire : M. AVADI Angel – CIRAD, UR Recyclage & Risques

Nom du projet : DeSIRA Marigo

Porteurs du projet : M. MARTIN Thibault – CIRAD, HortSys

Sommaire

Tables des illustrations.....	3
Liste des tableaux	3
Liste des figures	3
Remerciements	4
Liste de sigles et acronymes.....	5
I. Introduction.....	6
II. Contexte de l'étude	6
1. Présentation du commanditaire	6
2. Enjeux de l'étude	7
a. La situation des PRO en Côte d'Ivoire.....	7
3. Zones d'étude	10
a. Périmètre géographique et caractéristiques physiques des zones d'étude.....	10
b. Filières et systèmes de production.....	11
III. Méthodologie adoptée	12
1. Collecte de données.....	12
a. Phase de pré-enquête	13
b. Phase d'enquête	15
2. Analyse des données.....	19
a. Typologie d'acteurs	19
b. Construction cartographique.....	20
c. Caractérisation agroéconomique des gisements organiques.....	21
IV. Résultats obtenus	24
1. Cartographie	25
a. Bouaké.....	25
b. Korhogo	27
2. Caractérisation agroéconomique des gisements organiques.....	28
a. Caractérisation quantitative	28
b. Caractérisation qualitative	30
c. Disponibilité et évolution temporelle.....	31
d. Caractérisation économique	32
V. Discussion	35
1. Réflexion	35
2. Limites.....	36
VI. Conclusion.....	37
1. Synthèse.....	37
2. Ouverture.....	37
Bibliographie	38
Annexes.....	45

Tables des illustrations

Liste des tableaux

Tableau 1: Tableau démographique de la ville de Bouaké et de Korhogo.....	11
Tableau 2: Tableau des structures rencontrées lors du dépistage	13
Tableau 3: Tableau du nombre d'enquêtés selon la typologie d'acteurs pour chaque ville	20
Tableau 4: Extrait du tableau de données Excel permettant de faire le diagramme de Sankey	22
Tableau 5 : Extrait d'un tableau montrant la disponibilité d'un PRO issu de l'élevage bovin.....	24
Tableau 6: Tableau des besoins azotés de la culture de maïs et du maraîchage.....	33
Tableau 7: Tableau du calcul des coûts d'opportunités pour le cas d'étude n°1.....	34
Tableau 8: Tableau du calcul des coût d'opportunités pour le cas d'étude n°2	34
Tableau 9: Tableau du nombre d'enquêtes réalisées par filière et par zone à Bouaké	48
Tableau 10: Prix de vente et logistique des PRO à Bouaké et à Korhogo	49
Tableau 11: Tableau de la caractérisation qualitative des PRO recensés à Bouaké et à Korhogo.....	51
Tableau 12: Tableaux de calcul des coûts d'opportunités de l'utilisation de l'engrais organique pour la culture de maïs et le maraîchage	52
Tableau 13: Tableau de la nomenclature des types de PRO recensés.....	53

Liste des figures

Figure 1: Graphique de la répartition des références par zones géographiques.....	8
Figure 2: Graphique de la répartition des références par Pays en Afrique de l'Ouest	8
Figure 3: Schéma des sources d'informations utilisées lors de la phase de collecte de données	12
Figure 4: Graphique de la répartition des terres agricoles par usage à Bouaké	14
Figure 5: Graphique de la répartition des types d'élevage à Bouaké	15
Figure 6: Localisation des UP, UC, UT et les périmètres maraîchers de la ville de Bouaké	25
Figure 7: Carte représentant la production de matière organique par filière productrice et par zone de géographique dans la ville de Bouaké.....	26
Figure 8: Carte de la localisation des UP, UT et UP dans la ville de Korhogo.....	27
Figure 9: Carte représentant la production de matière organique par filière productrice et par zone de dans la ville de Korhogo	28
Figure 10: Graphique de la proportion des PRO valorisés et non valorisés à Korhogo	29
Figure 11: Graphique de la saisonnalité de la production des PRO à Korhogo.....	31
Figure 12: Graphique de la saisonnalité de la production des PRO à Bouaké	31
Figure 13: Graphique de la production et de la consommation mensuelle de PRO à Korhogo	32
Figure 14: Chronogramme de la collecte de données sur le terrain.....	45
Figure 15: Carte du zonage de Bouaké.....	46
Figure 16: Carte du zonage de Korhogo	47
Figure 17: Graphique de la répartition des PRO générés par secteurs à Korhogo	50
Figure 18: Graphique de la répartition des PRO générés par secteurs à Bouaké	50
Figure 19: Extrait de la base de données Excel des enquêtes menées à Bouaké	54
Figure 20: Extrait de la base de données des enquêtes menées à Korhogo.....	55
Figure 21: Diagramme de Sankey de la ville de Bouaké.....	56
Figure 22: Diagramme de Sankey de la ville de Korhogo	57

Remerciements

Nous tenons à remercier dans un premier temps notre commanditaire, Monsieur Angel AVADI, chercheur spécialiste de l'évaluation environnementale au sein de l'unité de recherche Recyclage et risque du CIRAD, pour nous avoir confié cette mission.

Nous adressons nos sincères remerciements à Monsieur Jean-Marie PAILLAT, enseignant-chercheur à l'ISTOM et chercheur pour le CIRAD pour sa supervision éclairée tout au long de la mission. Merci d'avoir su nous conseiller et nous faire approfondir le domaine des sciences environnementales, et de sa disponibilité.

Nous désirons remercier les différentes institutions telles que l'ANADER, MIRAH, CNRA, l'Université Alassane Ouattara et de Korhogo pour leur appui tout au long de notre mission.

Nous remercions l'implication et l'aide précieuse de M. SOUMAHORO agent de la mairie de Korhogo, Adama TRAORE et KOFFI Alexis stagiaires au Projet MARIGO.

Nous aimerons aussi remercier M. Pascal HEMAR ancien istomien de son accueil chaleureux et de nous avoir fourni de nombreux contacts, nous mettant sur les rails au démarrage de la mission.

Nous remercions Monsieur Adrien GUETTE de son aide et ses conseils sur la construction des cartes.

Nous désirons aussi remercier les éleveurs et agriculteurs enquêtés pour avoir participé aux entretiens, d'avoir su trouver du temps pour nous recevoir.

Nous remercions également les acteurs impliqués dans la filière de la matière organique pour avoir pris le temps de répondre à nos questions, et pour leur aide dans l'enrichissement de notre base de données. Nous remercions particulièrement Docteur KEITA qui nous a fourni une liste exhaustive de contacts.

Un grand merci pour toutes les personnes qui ont pu contribuer de près ou de loin à la réalisation de cette étude et donc à la rédaction de ce livrable.

Liste de sigles et acronymes

ADERIZ : Agence pour le Développement de la filière riz en Côte d'Ivoire

ANADER : Agence National d'Appui au Développement Rural

ANAVICI : Association Nationale des Aviculteurs de Côte d'Ivoire

ARK : Animation Rurale de Korhogo

BE : Bureau d'Etude BFCD : Bureau de Formation et de Conseil en Développement

CIPRAEK : Coopérative Ivoirienne et des Producteurs Agricoles de Karakoro

CIRAD : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

CNRA : Centre National de Recherche Agronomique

COIC : Compagnie Ivoirienne de Coton

CSRS : Centre Suisse de Recherches Scientifiques

DeSIRA: Development Smart Innovation through Research in Agriculture

ETM : Éléments Traces Métalliques

FCFA : Franc CFA

INPHB-ESA : Ecole Supérieure d'Agronomie de l'Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny

INS : Institut National de la Statistique

IRD : Institut de Recherche pour le Développement

MINASS : ministère de l'Assainissement et de la Salubrité

MIRAH : Ministère des Ressources Animales et Halieutiques

MJE : Mission Jeunes Experts

OCPV : Office d'aide à la Commercialisation des Produits Vivriers

ONAD : Office National de l'Assainissement et du Drainage

PADFA : Programme d'Appui au Développement des Filières Agricoles

UC : Unité de Consommation

UP : Unité de Production

UT : Unité de Transformation

Ut : Unité de transport

I. Introduction

L'étude intitulée « Recensement et diagnostic de gisements de Produits Résiduaire Organiques répartis sur deux zones périurbaines de Côte d'Ivoire (Bouaké et Korhogo) » a été menée par la MJE ENAWA, entre avril et juillet 2022, pour le compte de l'Unité de Recherche (UR) « Recyclage et Risque » du CIRAD.

La MJE (Mission Jeunes Experts) est un travail collectif entrant dans le programme de 4ème année du cursus de l'ISTOM, école d'ingénieur en agro-développement international basée à Angers. Notre groupe, composé de six étudiants, s'est formé autour d'un thème d'intérêt commun : la gestion des déchets organiques. L'objectif de ce travail a été d'identifier, de concevoir et de réaliser une expertise juniore pour le compte d'un commanditaire professionnel : Monsieur AVADI Angel, chercheur spécialiste de l'analyse du cycle de vie au CIRAD.

L'UR « Recyclage et Risque », unité de recherche du CIRAD, souhaitait mobiliser une équipe MJE pour son projet de développement du maraîchage agroécologique péri-urbain en Côte d'Ivoire : le projet DeSIRA MARIGO. L'objectif était d'envoyer l'équipe sur deux villes ivoiriennes (Bouaké et Korhogo) afin de recueillir des données auprès des acteurs en lien avec la gestion de la matière organique. La finalité de ce travail était d'établir un diagnostic global de la situation des PRO dans ces deux zones périurbaines. En parallèle des entretiens directifs, un travail de recherches bibliographiques a été mené par les étudiantes afin de pouvoir caractériser quantitativement et qualitativement les gisements organiques locaux. En termes de livrables attendus, des cartographies et des diagrammes de Sankey ont été réalisés pour les deux villes d'étude.

II. Contexte de l'étude

1. Présentation du commanditaire

Le CIRAD est un organisme français de recherche agronomique et de coopération internationale pour le développement durable des régions tropicales et méditerranéennes qui co-construit à l'aide de ses partenaires des connaissances et des solutions pour des agricultures résilientes à une échelle internationale. Présent dans une cinquantaine de pays, il met son expertise au service de tous, des producteurs aux politiques publiques afin de favoriser la protection de la biodiversité, les transitions agroécologiques, la durabilité des systèmes alimentaires ou encore le développement durable des territoires ruraux et leur résilience face au changement climatique.

Plus spécifiquement, notre commanditaire, Monsieur AVADI Angel, est un chercheur spécialiste en Analyse de Cycle de Vie au sein de l'Unité de Recherche (UR) « Recyclage et Risque ». Rassemblant une quarantaine de personnes, dont seize cadres scientifiques et une dizaine de doctorants principalement basés à Montpellier, à La Réunion et au Sénégal, l'UR « Recyclage et Risque » concentre son expertise autour de trois thèmes : Transformation et transfert, Bénéfices et risques, Concentration de la gestion. A travers l'ensemble de ces thèmes, l'unité souhaite proposer des solutions pour recycler les matières organiques et les déchets (effluents d'élevage, bio-solides issus du traitement des eaux usées, effluents de l'agro-industrie, déchets verts et ordures ménagères...) par des pratiques agricoles à risques agro-environnementaux contrôlés.

Depuis 2020, le CIRAD est engagé dans dix projets issus du premier appel du programme européen DeSIRA (Development Smart Innovation through Research in Agriculture) notamment le projet MARIGO conduit par un consortium formé par le CIRAD (notre commanditaire représenté par Angel AVADI spécialiste en analyse de cycle de vie), l'IRD, le CSRS, et l'INPHB-ESA. Celui-ci s'inscrit dans une dynamique de développement et de modification des modes de production dans les zones

maraîchères périurbaines ivoiriennes, afin de tendre vers un modèle résilient, suffisant et agroécologique. Dans ses grandes lignes, celui-ci se propose d'établir un diagnostic de la filière maraîchère périurbaine de Côte d'Ivoire, de produire des connaissances pluridisciplinaires sur la chaîne de valeurs, d'accompagner les acteurs (producteurs, éleveurs, vendeurs et consommateurs) vers une transition agroécologique permettant d'assurer une production saine et durable dans un contexte de changement climatique.

Dans le descriptif de sa démarche, le projet MARIGO insiste sur les notions de mutualisme des informations, de coordination des acteurs et de co-conception. Ainsi, les premières phases importantes qui composent son déroulé consistent en la création d'une véritable plateforme multi-acteurs permettant une centralisation, un partage des données et connaissances conduisant à l'élaboration d'un diagnostic des pratiques agricoles actuelles, des chaînes de valeurs et d'éléments dérivés de l'approche agroécologique.

2. Enjeux de l'étude

L'étude menée au cours des six semaines visait en un recensement ainsi qu'en un diagnostic des résidus d'origine organique émis, transformés et consommés dans les villes de Korhogo et Bouaké en Côte d'Ivoire, afin d'en évaluer le potentiel valorisable dans le maraîchage (péri)urbain.

a. La situation des PRO en Côte d'Ivoire

Dans notre approche, il s'avère capital de distinguer les Produits Résiduaire Organiques, définis par Jarousseau *et al* (2016) dans l'introduction de l'ouvrage "Le recyclage des résidus organiques", comme toutes matières organiques issues d'activités agricoles, industrielles ou urbaines faisant l'objet d'une application sur un sol agricole, des autres sous-produits et coproduits d'activités.

En exemple de travaux tentant de caractériser les PRO et leur disponibilité globale à l'échelle de la Côte d'Ivoire, nous pouvons citer le rapport du GIZ rédigé par Diabaté et Achimi en 2020. Ce dernier présente la volonté de dresser un état des lieux des déchets et résidus organiques générés par les activités industrielles, urbaines et agricoles principales en Côte d'Ivoire. Ainsi, bien que n'abordant pas spécifiquement la situation des Produits Résiduaire Organiques, le format et la volonté d'exhaustivité du rapport permettent de repérer, voire de quantifier certains d'entre eux en approchant diverses filières et secteurs d'activité.

Le rapport nous informe donc sur l'offre et les potentiels de valorisation issues des résidus des principales sources de biomasse en Côte d'Ivoire. Le cas des pailles de riz est pris en exemple, estimant une production totale de 2 118 610 tonnes dans le pays et évoquant leur utilisation en tant que paillis ou humus dans les systèmes agricoles. Dans le volet des PRO issus des principales filières agricoles, le document mentionne également les volumes de pailles de maïs qui peuvent être utilisés dans un compost.

Les quantités et les compositions de déchets ménagers produits dans le district d'Abidjan sont également estimées. On apprend que 45% de ces déchets sont constitués par des matières fermentescibles qui peuvent ainsi servir à alimenter un compost (Gevalor, 2015), (Scheinberg *et al*, 2011), (Yirenya-Tawiah *et al*, 2020).

Le rapport ne fait cependant qu'une brève mention de l'état de la méthanisation, processus proposant une double valorisation énergétique et agricole par l'obtention d'un fertilisant que l'on peut qualifier de PRO à l'issue de la transformation. Compte tenu de ce que laisse entendre le document, on peut toutefois supposer le manque d'unités en place en Côte d'Ivoire. En outre, le rapport n'évoque

pas le potentiel en résidus organiques et donc en PRO venant des activités d'élevages. Ces informations, demeurent cependant accessibles dans la littérature, à l'image du rapport de Fondio *et al* (1993). Le document traite de l'utilisation des fumures organiques dans le pays et estime les volumes et la demande d'effluents d'élevages utilisés par les agriculteurs des principales régions productrices de Côte d'Ivoire.

Nous pouvons toutefois noter, la rareté du terme de PRO dans les références traitant le cas de la Côte d'Ivoire. Une étude bibliométrique réalisée par la MJE ENAWA portant sur la biotransformation des PRO dans les pays du Sud a été conduite sur un corpus de 9 333 références.

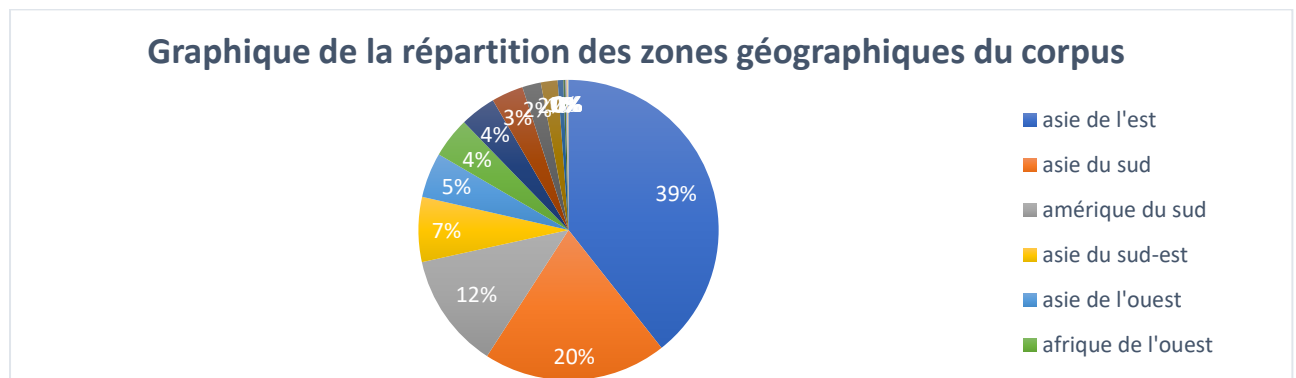


Figure 1: Graphique de la répartition des références par zones géographiques (source : MJE ENAWA, 2022)

La figure 1 prouve une assez faible représentation des références concernant les PRO en Afrique de l'Ouest au sein du corpus élaboré. En effet, les sources provenant d'Afrique de l'Ouest ne constituent qu'environ 4 % du corpus, totalisant 452 références sur 9 333. Notons tout de même l'hégémonie des littératures Chinoise et Indienne, représentant la majeure partie des sources provenant d'Asie de l'Est et du Sud, et venant perturber les pourcentages.

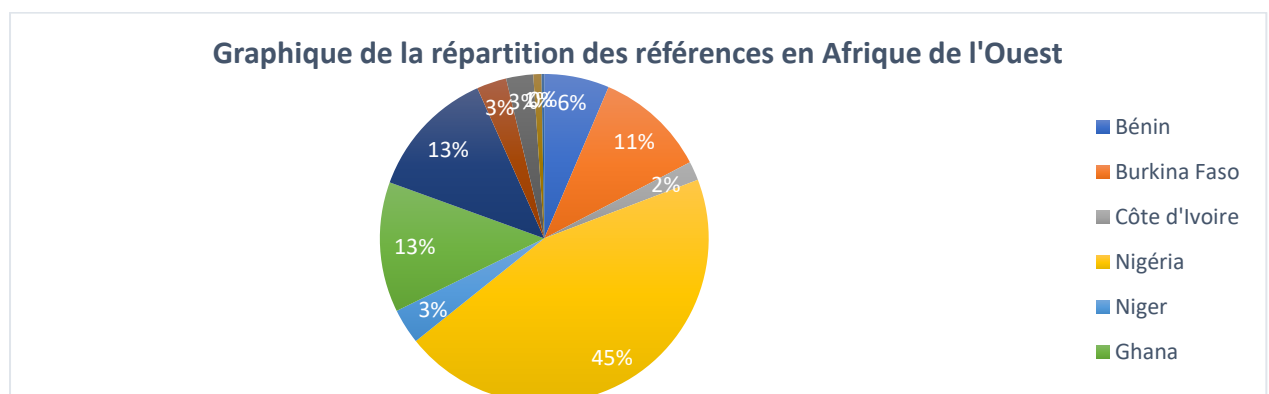


Figure 2: Graphique de la répartition des références par Pays en Afrique de l'Ouest (source : MJE ENAWA, 2022)

Le figure 2 ci-dessus nous montre ainsi que la Côte d'Ivoire ne contient que 2% de la totalité des références traitant des PRO en Afrique de l'Ouest.

b. Problématisation

La Côte d'Ivoire, à l'instar de ses voisins d'Afrique de l'Ouest, suit une dynamique agro-productive s'intensifiant d'années en années. Catalysée par de nombreux phénomènes tels que la croissance démographique associée à la pression foncière, cette évolution conduit depuis un certain temps à des modifications des pratiques et des environnements ruraux. Les jachères sont raccourcies et les sols sont en exploitation quasi-constante (Berger, 1996). Une restitution organique insuffisante associée à une intégration progressive de l'intrant minéral toujours plus cher, ne permet pas d'assurer le maintien

de la fertilité des terres et ainsi une productivité durable (Louganza *et al*, 2015), (GIZ, 2018).

D'un autre côté, la Banque mondiale dépeint une image contrastée de la Côte d'Ivoire, accusant entre autres une gestion insatisfaisante de ses déchets. Le pays s'est alors engagé à réduire de 28% ses émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030, en définissant la gestion durable et la valorisation des déchets notamment d'origine organique, comme un des axes principaux de son programme (GIZ, 2018).

Comme le décrit le projet MARIGO sur sa plaquette de présentation, la Côte d'Ivoire n'est pas autosuffisante en denrées maraîchères. La production ne suit pas la forte expansion démographique et la demande ne décroît pas dans le milieu urbain. Pour lutter contre la dépendance à l'importation des produits maraîchers, il paraît nécessaire d'orienter les systèmes dans le sens d'une augmentation durable de la production maraîchère locale. Cette augmentation doit par ailleurs s'aligner sur une volonté d'améliorer la qualité de la production permettant une plus grande compétitivité avec les produits importés.

La restitution des matières organiques aux sols est une composante des bonnes pratiques agroécologiques (FAO 2018) et permettrait d'assurer la durabilité de la production maraîchère par la conservation de la fertilité des terres. Dans la littérature, nombreuses sont les sources qui affirment qu'un apport raisonné suggérerait même une augmentation des rendements (Joncoux, 2013), rendant possible un rééquilibrage de la production maraîchère locale. En outre, un système intégrant une gestion et une valorisation appropriées des déchets organiques constitue une méthode d'atténuation et d'adaptation au changement climatique, facteur aggravant de la baisse des rendements agricoles. En effet, l'amélioration des propriétés du sol et le stockage du carbone permettent une meilleure résilience par rapport au changement climatique.

La valorisation des déchets organiques dans le maraîchage, constituerait ainsi une réponse à la demande en produits maraîchers, aux problématiques de dégradation des sols et de dérèglement climatique, chacune corrélées.

Bouaké et Korhogo sont deux villes majeures de Côte d'Ivoire vivement confrontées aux conséquences de l'expansion démographique dans les espaces (péri)urbains. Ces dynamiques s'accompagnent ainsi des problématiques décrites plus haut. La question de la valorisation des déchets organiques dans le maraîchage (péri)urbain comme élément de réponse induit inévitablement de dresser un état des lieux de leur disponibilité et de leur gestion dans les deux villes d'intérêt. Un besoin par ailleurs conforté par le manque de littérature faisant spécifiquement état de la gestion des PRO en Côte d'Ivoire comme évoqué au 3.a.

Ainsi, l'appréhension des problématiques autour de la gestion des PRO et le besoin de connaissances associées nous amène à formuler un double questionnement :

Quels sont les différents gisements et flux de résidus organiques dans les deux zones péri-urbaines de Bouaké et Korhogo et comment les cartographier et représenter leur potentiel pour une valorisation agronomique ?

c. Déroulé de l'étude

Des enquêtes de natures semi-directives auprès d'agents directement confrontés aux problématiques de gestions des sous-produits, mais également des institutions et organismes de conseils techniques fournisseuses de données à échelle territoriale, ont été menées. Les sondages sont d'abord conduits dans une perspective cartographique devant déboucher sur une représentation des quantités inventoriées, permettant de localiser et d'identifier les unités puits, sources et

transformatrices de résidus organiques.

Dans le prolongement, un travail de fond qui consiste à quantifier et superposer les différents flux de résidus organiques transitant au sein des territoires, compilant données d'enquêtes, ressources institutionnelles et bibliographiques a été élaboré. Celui-ci doit ainsi aboutir en la réalisation d'un bilan de masse des résidus organiques, permettant de statuer sur l'équilibre ou non des systèmes étudiés.

Les aspects rattachés à la qualité des gisements, à leurs disponibilités dans le temps, à l'existence ou non d'une valorisation, ainsi qu'à leurs modalités de transports et de vente/achat ont également été étudiés. La maîtrise de ces indicateurs, en complément au recensement et au repérage, permet de répondre aux questions concernant les dynamiques, les perspectives ainsi que les leviers et les contraintes attendant à la valorisation des résidus organiques, précisément dans le maraîchage (péri)urbain.

3. Zones d'étude

a. Périmètre géographique et caractéristiques physiques des zones d'étude

La République de Côte d'Ivoire est un pays de l'Afrique de l'Ouest dont la limite méridionale est constituée par une partie du Golfe de Guinée. Elle est située entre les coordonnées de 4°30 et 10°30 de latitude nord, 2°30 et 8°30 de longitude ouest (Jourda, 2009). Elle est entourée à l'ouest par le Libéria et la Guinée, au nord par le Mali et le Burkina-Faso, à l'est par le Ghana. Les 322 462 km² qui constituent son territoire sont partagés entre les deux unités physiologiques que sont la forêt et la savane (Jourda, 2009).

Notre mission s'est déroulée dans deux villes distinctes : Bouaké et Korhogo. La zone d'étude s'intéresse aux zones urbaines et périurbaines c'est-à-dire la commune élargie à un rayon de 10 kilomètres. Il faut noter que cette délimitation de la zone d'étude a été précisée conjointement avec le commanditaire.

Bouaké

Située à 7°69' de latitude nord et à 5°03' de longitude ouest, la ville de Bouaké couvre une superficie d'environ 13000 hectares. Elle est limitée au nord par la ville de Katiola, au sud par celle de Djébonoua, à l'ouest par les villes de Béoumi et Sakassou, et à l'est par la ville de Brobo (Namabé, Kone Atchiman 2019). Selon Soro Namabé et Kone Atchiman (2019), la ville de Bouaké jouit d'un climat subéquatorial de transition dit « baouléen » caractérisé par quatre saisons. La pluviosité moyenne y est de 1200 mm/an. La température moyenne de la ville oscille autour de 26°C et varie peu durant l'année. Les sols sont de type ferrugineux et ferralitique (ATTA, 1978). Ces sols sont favorables au cuirassement et ont une forte minéralisation entraînant une libération plus rapide des micronutriments (N,P,K), et un épuisement accéléré du sol.

Korhogo

La commune de Korhogo est située au Nord de la Côte d'Ivoire dans la région du Poro à 9°26' de longitude nord et 5°38' de latitude ouest (Kouamé *et al*, 2021). La ville s'étend sur une superficie de 10 367 ha (103,67 km²) (INS, 2014). La savane soudanaise est caractérisée par une alternance de deux saisons. Une saison sèche, allant d'octobre à mai et une saison des pluies, de juin à septembre (Kouamé *et al*, 2021). Les sols sont de type ferralitique (Ollo, 2013). Ces profils sont caractérisés par une Capacité d'Echange Cationique (CEC) relativement faible associée à une forte tendance à la lixiviation et une minéralisation rapide de la matière organique des sols. Ces propriétés édaphiques peuvent ainsi, s'avérer être des éléments justifiant un besoin accru de restitution de la matière organique dans ces sols.

Le tableau 1 ci-dessous résume les résultats du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de la Côte d'Ivoire en 2014 et la croissance démographique à l'échelle de la population (Banque mondiale, 2020) pour la ville de Bouaké et de Korhogo.

Tableau 1: Tableau démographique de la ville de Bouaké et de Korhogo (source : INS, 2014 et Banque Mondiale, 2020)

	Habitants	Superficie (en km ²)	Densité (en hab/km ²)	Croissance démographique
Bouaké	608 138	130	4 678	2,5 % (Côte d'Ivoire)
Korhogo	243 048	103,67	2 344	3,33% (Poro)

b. Filières et systèmes de production

Il paraît important de pouvoir identifier les différentes filières et systèmes de production agricoles de notre zone d'étude dans le but d'une connaissance plus précise de produits résiduels organiques à recenser. D'après la typologie de Le Guen (2004), la région dite des « Savanes » où se trouve Korhogo et Bouaké peut se distinguer en trois zones principales appelées « Zone dense », « Zone Igname » et enfin « Zone coton / maïs / élevage ».

Korhogo est située dans la zone dense, zone de sécurité historique pour la population Sénoufo. Dans la région, la forte densité humaine et le manque de terres imposent la production vivrière pour assurer l'autosuffisance alimentaire (Le Guen, 2004). Bouaké est située dans la zone igname, où les principales cultures rencontrées sont le maïs, l'igname, le riz pluvial, le coton et l'arachide. Les populations de la zone sont très friandes d'igname et la culture est généralement placée au centre des systèmes.

Concernant les cultures de rentes, nous pouvons dénombrer, l'arachide ou encore la mangue. Celles-ci demeurent toutefois principalement représentées par l'anacarde et la coton culture, omniprésente dans les deux zones agricoles, et constituant la principale source de revenus des agriculteurs de la région de Korhogo (Minagri, 2012). A ce jour, les anacardiens occupent également une place non-négligeable dans les systèmes de la zone dense et de la zone igname. On peut parler d'un « boom » de l'anacarde ivoirien dans le bassin cotonnier catalysé par l'activité de la région des « Savanes » d'après Basset (2017). Son intérêt économique pousse par ailleurs les instances publiques à promouvoir l'association coton-anacarde. On peut noter que l'arachide prend de plus en plus d'importance dans la région. En effet depuis la mévente du coton à partir de 2002, elle est devenue une culture de rente pour la plupart des exploitants (ANADER, 2012).

Le faire-valoir direct est le mode d'exploitation des parcelles dominant dans la région. Les itinéraires techniques des exploitations de la « Zone dense » diffèrent peu. La rotation culturale igname – riz – maïs – arachide y domine. Néanmoins, avec l'abolition de la culture d'igname dans plusieurs zones causée par l'infertilité des sols, le coton a remplacé la tête de cette rotation. Pour les terres les plus riches, la rotation coton – coton – riz est également pratiquée.

À Bouaké, il est possible de distinguer une prépondérance des tubercules en périphérie Sud et Ouest, comprenant essentiellement le manioc et l'igname et une préférence pour la céréaliculture dans les marges Nord de la ville avec le maïs et l'arachide (Béchi *et al*, 2018). Selon Ollo (2013), on remarque l'apparition et un développement plus conséquent des jardins maraîchers et de la riziculture concernant l'agriculture péri-urbaine. De plus, une partie des bas-fonds péri-urbains est exploitée pour valoriser ces plantes en contre saison, assurant ainsi une autosuffisance de la population urbaine tout au long de l'année.

En ce qui concerne l'élevage, l'élevage bovin se développe dans les zones périurbaines. Ces espaces se prêtent mieux à la pratique de l'élevage extensif largement répandu sur les marges de

Bouaké et dans la région nord des savanes autour de Korhogo qui concentre $\frac{3}{4}$ du cheptel ivoirien. L'activité est caractérisée par la divagation des animaux sur les espaces non agricoles de la périphérie (Béchi *et al*, 2018). La répartition des éleveurs majoritairement peulhs en bordure des villes se fait le plus souvent de manière réfléchie car ceux-ci s'implantent en fonction de la proximité avec des abattoirs et la facilité d'accès aux parcs (Béchi *et al*, 2018). A propos des petits ruminants (ovins, caprins) et des animaux à cycle court (volailles, porcins), on peut remarquer un accroissement des élevages intensifs dans les zones périurbaines des deux villes. En outre, on constate au niveau de la filière volaille à Bouaké, un développement des exploitations illustré par la multiplication des fermes de poulets en ville et en périphérie souvent très informelles. Ces types d'élevages s'intègrent aux modes de productions et aux mécanismes fonciers propres à ces zones urbaines et périurbaines. Enfin, une progression de l'activité piscicole est à noter au niveau de Bouaké.

III. Méthodologie adoptée

La méthodologie adoptée lors de notre mission s'inspire d'une démarche empirico-inductive. Les données empiriques, issues d'entretiens auprès d'acteurs liés à la gestion de la matière organique ont servi de point de départ au raisonnement sur la valorisation actuelle des PRO à Bouaké et à Korhogo. Lorsque les informations issues du terrain n'étaient pas suffisantes, un travail de recherche bibliographique s'est imposé à notre démarche.

1. Collecte de données

Cette partie résume la méthodologie qui a été suivie lors de la phase terrain. Afin de capitaliser les données de façon efficiente, la collecte est issue de trois sources d'information (figure 3) : le dépistage, les entretiens et la bibliographie. Il est important de noter que ces sources d'information n'ont pas été utilisées de la même manière dans les deux zones d'étude. En effet, à Bouaké, les entretiens ont constitué la principale source d'information alors que la bibliographie a été plus mobilisée pour Korhogo. On constate dès lors que deux méthodes se différencient en fonction des réalités de terrain des deux zones d'étude.

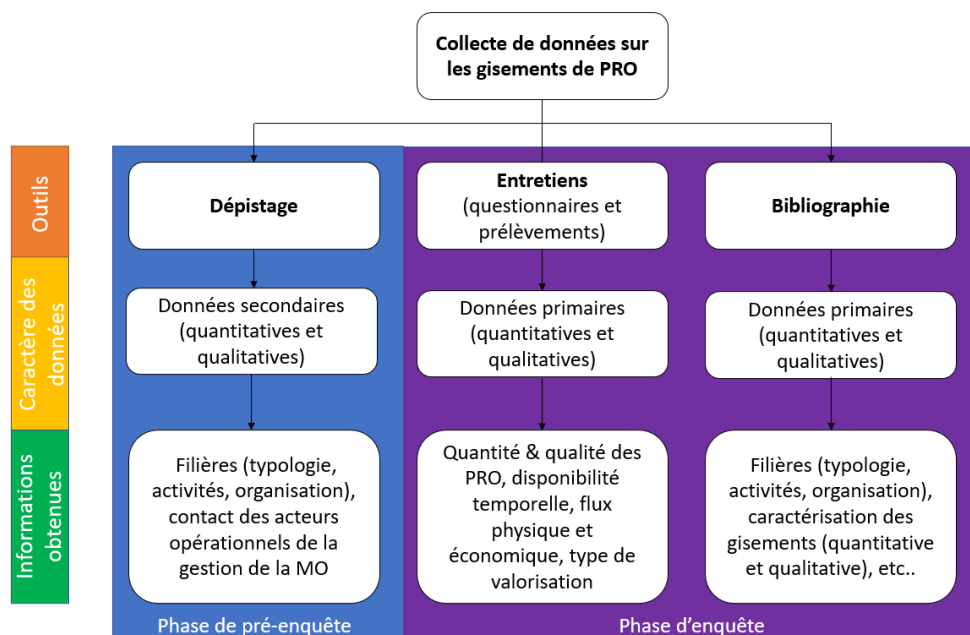


Figure 3: Schéma des sources d'informations utilisées lors de la phase de collecte de données (source : MJE ENAWA, 2022)

D'un point de vue temporel, la collecte de données a été réalisée en deux phases (Annexe 1) :

- La phase de pré-enquête, qui a été réalisée sur les dix premiers jours de terrain ;

- La phase d'enquête, se chevauchant avec les derniers jours de la phase de pré-enquête, qui a duré environ cinq semaines.

a. Phase de pré-enquête

Avant d'entamer la phase d'enquête, nous avons préalablement réalisé un dépistage dans les villes de Bouaké et de Korhogo. Cette phase préliminaire, s'étalant sur une période d'une dizaine de jours, nous a permis d'aboutir à un échantillonnage et un zonage des deux zones d'étude.

i. Dépistage

Le dépistage se base sur la collecte des données secondaires issues de la consultation de structures spécialisées comme des institutions, des organismes d'appui, des centres de recherche ou encore des coopératives (tableau 2). Conduit en amont du travail d'entretien, le dépistage fournit une vue d'ensemble de l'organisation de la filière de la matière organique. Il permet également d'obtenir des premiers contacts avec les acteurs opérationnels impliqués dans la gestion de cette dernière (agriculteurs, éleveurs, industriels, grossistes...).

Tableau 2: Tableau des structures rencontrées lors du dépistage (source : MJE ENAWA, 2022)

Structures rencontrées	Bouaké	Korhogo
Institutions	Délégation Régionale du Ministère de l'Agriculture, Délégation Régionale du MIRAH, Délégation Régionale du MINASS, ANADER, Mairie de Bouaké	Délégation Régionale du Ministère de l'Agriculture, Délégation Régionale du MIRAH, ANADER, Mairie de Korhogo, Chambre d'Agriculture, OCPV, INS de Korhogo
Organismes d'appui (entreprises, BE, ONG...)	Cabinet Vétérinaire Cliphavet, Nitidae	Nitidae, BFCD, PADFA, COIC, ARK
Centres de recherche	CNRA, Université Alassane Ouattara	CNRA, Université de Korhogo
Coopératives	SCOOPS Yekanbonou (coopérative cunicole), ANAVICI (coopérative avicole), SCOOPS- Des amis éleveurs de porc de la région du Gbekê (coopérative porcine), Coopératives du Marché de Gros de Bouaké (oignon, igname, anacarde, riz, arachide, cola, manioc...)	ADERIZ (coopérative de riz), CIPRAEK (coopérative d'anacarde), Interprofession Maïs (coopérative de maïs), Coopérative des mini-rizeries, Coopératives des éleveurs de moutons, Coopérative des éleveurs de porcs, PROFILAIT

Comme le souligne le tableau ci-dessus, le type de structures rencontrées lors du dépistage diffère assez peu selon la ville d'étude. En effet, la majorité des experts consultés sont issus d'institutions publiques possédant des délégations régionales, ce qui explique leur similitude. Cependant, l'accessibilité à l'information s'est avérée beaucoup plus difficile à Bouaké qu'à Korhogo. Au départ, nous ne possédions pas de courrier officiel du CIRAD de demande de renseignements dans le cadre de notre mission. Ainsi, certaines institutions de Bouaké ne pouvaient pas répondre favorablement à nos demandes d'informations. Ce frein administratif a retardé les étudiants missionnés à Bouaké dans leur dépistage. Les démarches se sont par la suite progressivement débloquées dès la réception des premiers courriers envoyés par notre commanditaire. Les étudiants situés à Korhogo, quant à eux, n'ont pas été impactés par ce problème. Les raisons de cette différence d'accueil par les structures entre les deux villes restent partiellement incompréhensibles à ce jour.

ii. Zonage et échantillonnage

La finalité de cette phase de pré-enquête, au-delà d’obtenir des listes de contact et de la documentation locale, est de constituer une base d’échantillonnage la plus exhaustive possible sur les zones d’études. L’enjeu, à l’issue de cette phase, est de sélectionner, dans la mesure du possible, un échantillon représentatif de la diversité des acteurs des villes étudiées.

Pour ce faire, nous avons cherché à obtenir des informations concernant la répartition de la production animale et végétale par filière (volaille, porcine, bovine, etc...) afin de respecter ces quotas pour la constitution de notre échantillon. La mise en place d’un zonage et d’un maillage des deux villes étudiées est également nécessaire afin de délimiter la zone d’étude de façon précise et de représenter au mieux la répartition spatiale de ces filières.

Zone d’étude 1 : Bouaké

Pour la ville de Bouaké, le périmètre d’étude a été limitée à la sous-préfecture, correspondant à la zone urbaine et péri-urbaine comme demandé par notre commanditaire. Au sein de celle-ci, cinq secteurs ont été définis selon un découpage suivant les points cardinaux (Annexe 2) : la zone nord-ouest, la zone nord-est, la zone sud-ouest, la zone sud-est et la zone centre. Ce maillage nous a servi de repère afin de répartir les enquêtes sur les cinq différents secteurs. Il est important de noter que peu d’enquêtes ont pu être réalisées dans la zone centrale de Bouaké, composée presque exclusivement de commerces et d’industries.

Afin de constituer un échantillon le plus représentatif possible de la situation agricole locale, nous voulions obtenir des informations sur la proportion des filières animales et végétale présentes dans la zone d’étude. L’objectif étant de se rapprocher de ces proportions générales en termes de nombre d’entretiens par filière lors de nos enquêtes. Cependant, à ce jour, aucun recensement n’a été réalisé à l’échelle de Bouaké. A défaut d’obtenir des données recensées, nous nous sommes appuyés sur des constats issus d’études et d’expériences du terrain. En effet, pour la filière végétale, nous nous sommes servis d’une étude menée par Nitidæ (anciennement RONGEAD) en 2014 : le « Diagnostic de la filière maïs en Côte d’Ivoire ». La figure 4 présente les données extraites de l’étude sur la répartition des terres agricoles par usage à Bouaké.

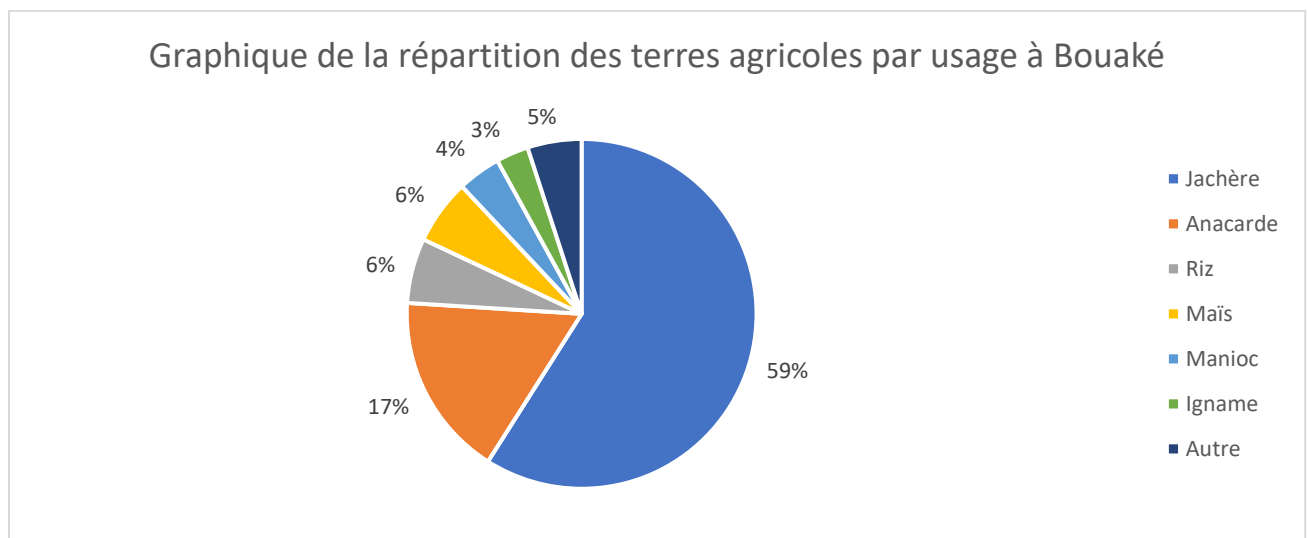


Figure 4: Graphique de la répartition des terres agricoles par usage à Bouaké (source : RONGEAD, 2014)

Pour la filière animale, nous avons obtenu des proportions globales des types d’élevage présents à Bouaké lors de discussions avec un chercheur de l’ANADER, Monsieur TOURE et un vétérinaire en partenariat avec l’ANADER, Docteur KEITA. Le graphique ci-dessous (figure 5) présente

le constat que ce dernier a effectué à la suite de son expérience du terrain.

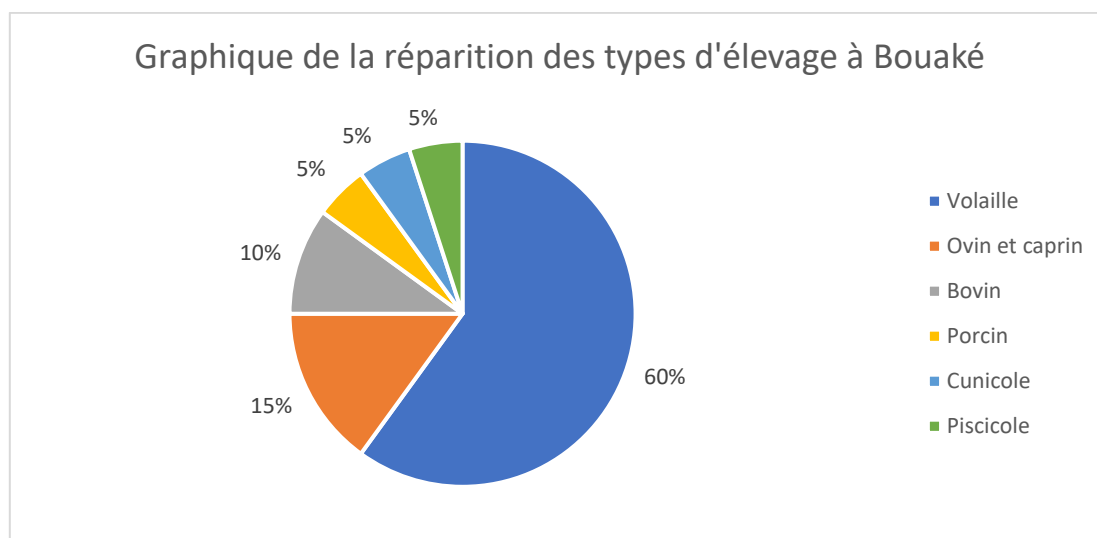


Figure 5: Graphique de la répartition des types d'élevage à Bouaké (source : Discussion ANADER, 2022)

Zone d'étude 2 : Korhogo

Pour la ville de Korhogo, le périmètre d'étude a été délimité à 10 kilomètres autour de la commune en raison de l'étalement urbain. En effet, selon SANGARE *et al*, « Korhogo [...] est sujette à une croissance démographique rapide combinée à une extension spatiale ». De 2 500 hectares en 1985, la superficie urbanisée de la ville de Korhogo est passée à 3 300 hectares en 2000 pour atteindre 10 367 hectares en 2016 (Y.S.K. KOFFI, 2017, p. 1)

Contrairement à l'équipe présente à Bouaké, l'équipe d'étudiants à Korhogo n'ont pas eu l'opportunité d'effectuer un maillage ni un échantillonnage. En effet, n'ayant pas obtenu d'informations sur le contexte agricole par l'ANADER, ils ont dû adopter une méthode différente pour mener à bien la phase d'enquête. Sachant que la superficie de la ville est relativement restreinte par rapport à celle de Bouaké, les étudiants n'ont pas eu de réel besoin de zoner les quartiers de la ville pour couvrir leur zone d'étude. Bien qu'ils aient eu la volonté de rayonner sur toutes les zones de Korhogo, les étudiants se sont davantage concentrés sur les quartiers industriels et marchands de « Petit Paris » et « Commerce » (Annexe 3), concentrant à eux deux la majeure partie des entités productrices de déchets (usines de séchage de mangue, décortiqueuses de riz, coopératives de transformation du karité...).

b. Phase d'enquête

i. Conduite des entretiens

La phase de pré-enquête a été nécessaire pour se lancer dans la réalisation des enquêtes auprès des acteurs opérationnels sur le terrain. Les deux équipes se sont ainsi déployées sur leurs villes respectives afin de commencer leurs entretiens.

Durant cette phase, les équipes ont à nouveau fonctionné différemment. La démographie et la superficie à couvrir étant plus importante à Bouaké, l'équipe sur place a principalement consacré son temps sur le terrain afin d'effectuer un maximum d'entretiens et de collecter une diversité de données. Cela a permis d'obtenir une représentativité des pratiques agricoles de la zone ainsi qu'une estimation de la quantité totale de déchets organiques produite dans la ville. L'équipe de Korhogo, quant à elle, s'est davantage concentrée sur la collecte d'informations globales via les institutions ainsi que de la

bibliographie.

Concernant notre attitude adoptée avec les enquêtés, notre première action était de les rassurer en se présentant et en expliquant brièvement notre motif d'enquête. Dans cette optique, nous précisions également que notre questionnaire était rapide (la durée des entretiens variait entre 5 et 20 minutes avec les agriculteurs et les éleveurs) et comportait des questions simple (type d'activité ; superficie cultivée ou effectif du cheptel ; type et quantités de PRO produits, transformés et/ou consommés ; destination du PRO...). Bien que certains acteurs aient été retissant au départ, la plupart des personnes interrogées ont bien voulu répondre à nos questions. Parfois, la barrière de la langue, notamment avec les éleveurs Peul, rendait difficile la conduite de l'entretien. Dans ce cas, n'ayant pas prévu de traducteurs pour notre mission, nous essayions de trouver une personne tierce (souvent un voisin) pour nous servir d'intermédiaire.

Conduite des entretiens à Bouaké

Durant les premiers jours d'entretiens, l'équipe de Bouaké se rendait toute la journée sur le terrain avec l'ensemble des trois membres afin d'effectuer un repérage de la ville. L'objectif étant de pouvoir se séparer plus facilement par la suite.

En ce qui concerne la prise de contact avec les acteurs à enquêter, les étudiants ont eu recours à deux types d'approche en fonction de l'évolution des opportunités sur le terrain. Dans un premier temps, ils se sont servis des différentes listes de contact fournies au préalable par les institutions. L'objectif était de planifier téléphoniquement le maximum de rendez-vous avec les différents acteurs opérationnels. Au bout de deux semaines d'entretiens, après avoir épuisé toutes les listes à notre disposition, les étudiants ont dû adopter une méthode leur permettant d'entrer en contact avec de potentiels acteurs qui n'étaient pas recensés par les institutions. L'approche adoptée a été de consacrer des journées par quartiers où peu d'enquêtes avaient été réalisées grâce à la première approche. Ainsi, les étudiants partaient déambuler dans une zone définie pour essayer de rencontrer directement les acteurs durant toute la journée. Une fois une première rencontre établie, les étudiants se servaient du réseau de l'acteur interrogé pour poursuivre leurs entretiens. En ce qui concerne la fréquence d'enquête, une dizaine d'entretiens étaient effectués en moyenne par jour. Ainsi, en quatre semaines d'enquêtes, 163 entretiens ont été réalisés.

Les journées d'enquêtes comportaient beaucoup d'imprévus, et ce peu importe le type d'approche adopté. Pour la première approche, c'est-à-dire celle des prises de rendez-vous, certains acteurs (en majorité des éleveurs et des agriculteurs) ne se souvenaient pas forcément des créneaux de rencontre. Il était donc nécessaire de recontacter le matin ces derniers afin de confirmer nos rendez-vous de la journée. Pour la deuxième approche, c'est-à-dire celle des rencontres spontanées, la principale limite de cette démarche a été d'arriver sur des exploitations vides. En effet, n'ayant pas prévenu de notre arrivée, certains acteurs n'étaient pas sur place lors de nos visites. Ce problème intervenait majoritairement chez les éleveurs puisque l'activité d'élevage était annexe pour un certain nombre d'entre eux. Ainsi, ces derniers, partant travailler en ville la journée, n'étaient présents sur leurs fermes qu'en tout début et fin de journée. Les éleveurs bovins étaient également très peu présents sur leur site de parage la journée puisqu'ils faisaient pâturer leurs zébus dans les alentours.

Conduite des entretiens à Korhogo

Du côté de Korhogo, l'équipe a réalisé moins d'entretiens avec les acteurs opérationnels que l'équipe de Bouaké. Deux raisons sont à l'origine de cette différence :

- La présence de moins d'acteurs potentiels à enquêter qu'à Bouaké (ville plus petite) ;
- L'obtention de plus d'informations globales sur la gestion des déchets organiques de la ville grâce aux données fournies par certaines institutions (MIRAH, Ministère de l'Agriculture,

ONAD...) et aux recherches bibliographiques.

Ainsi, la source de données principale à Korhogo est d'origine bibliographique grâce aux références et aux études fournies par les institutions en phase de pré-enquête (figure 3).

Néanmoins, les étudiants de Korhogo ont tout de même réalisé 50 entretiens. Pour la conduite de ces derniers, les étudiants ont exclusivement utilisé l'approche par prise de rendez-vous décrite dans la méthode mise en place à Bouaké.

En parallèle des entretiens, des prélèvements d'échantillons de PRO ont été effectués dans les deux villes d'étude lorsque cela était possible. Une diversité de gisements a été récupérée en vue de leur analyse en laboratoire par Monsieur Dominique MASSE, chercheur à l'IRD. Nous y reviendrons par la suite dans la partie 2.c.ii. en détaillant le protocole suivi et les résultats attendus.

ii. Recherches bibliographiques

A Bouaké, combiner les entretiens et la recherche bibliographique durant la phase d'enquête a été difficile. En effet, les journées étant chargées par les entretiens, nous ne faisons de la bibliographie que le week-end ou en fin de journée lorsque nous avons du temps. Nous avons par la suite priorisé la recherche bibliographique à la fin de la mission pour compléter nos données obtenues sur le terrain et pouvoir élaborer le diagramme de Sankey.

A contrario, l'équipe de Korhogo consacrait au moins une journée par semaine à la recherche bibliographique. Leurs rendez-vous étant plus espacés, une ou deux personnes pouvaient se permettre de rester à la maison afin de chercher des informations sur internet. Contrairement aux étudiants de Bouaké, l'équipe était déjà bien avancée en termes de recherches de données complémentaires à la fin de la mission. Ainsi, un espace de partage numérique (drive) a été mis en place afin de partager la documentation accumulée à l'ensemble des deux équipes.

La majeure partie des ouvrages consultés dans le cadre de ces recherches bibliographiques est issue d'internet. Il s'agissait principalement d'articles de revues scientifiques, de rapports de missions et d'études, de travaux universitaires (mémoires ou thèses) ou encore de cartographies. L'ensemble de ces références est répertorié dans la partie « Bibliographie ».

iii. Constitution d'une base de données

L'objectif de cette phase de capitalisation de l'information était de constituer une base de données par ville (Bouaké et Korhogo) de l'ensemble des gisements de PRO rencontrés. Ces bases de données, réalisées sur Excel, ont été remplies dans l'optique de la création de cartographies sur le logiciel QGIS®.

Les bases de données sur Excel étaient organisées de la même manière pour les deux équipes. Ces dernières prenaient la forme tableaux organisés par feuillets en fonction de la nature des enquêtés : un tableau pour les producteurs, un pour les transformateurs et un autre pour les consommateurs de PRO. Chaque colonne des tableaux correspondait donc à une partie des questionnaires élaborés pour un type d'enquêté. Finalement, les questions des entretiens, et donc les colonnes des bases de données, comportent les données suivantes :

- L'ID : le numéro d'identification spécifique à chaque gisement recensé ;
- La localisation du gisement (quartier et coordonnées GPS) ;
- Le nom de l'acteur enquêté ;
- Le secteur et le type d'activité (par exemple : Elevage – Volaille ou Agroalimentaire – Transformation d'attiéké)
- Le type de PRO (par exemple : Bouse de zébu, boue activée, Tige de maïs...)

- La quantification du PRO : Quantité de matière organique produite, transformée et/ou consommée par an, par mois et par saison avec la source de la donnée estimée (issue d'entretien ou de la bibliographie)
- La qualification du PRO : Teneur en N, P, K, pH, état de la matière, taux de matière sèche, taux de carbone organique et ETM avec la source de la donnée (issue de l'analyse des prélèvements en laboratoire ou de la bibliographie) ;
- La destination du PRO : Autoconsommation, don, vente ou absence de valorisation avec à chaque fois la quantité de la matière organique transférée, son utilisation, sa localisation finale, son prix d'achat ou de vente et son moyen de transport.

Ce travail de capitalisation de données à fait appel à différentes sources d'informations. En effet, pour les données quantitatives, les chiffres sont issus d'estimations reposant sur (1) la parole des acteurs enquêtés (données brutes des entretiens) et sur (2) les calculs effectués a posteriori (données des entretiens extrapolées). Peu importe la source de ces estimations, des équivalences en poids des contenants les plus utilisés par les acteurs interrogés ont dû être établies, et ce pour chaque type de PRO rencontré. En effet, la majorité des agriculteurs ou des éleveurs locaux résonnaient en termes de contenants (sac de 50, 100 ou 120 kg, brouette, seau...). Pour ce faire, des pesées de ces contenants remplis des différents types de PRO ont été réalisées par les étudiants. Pour le calcul des quantités annuelles, nous nous adaptions à ce que l'acteur interrogé pouvait nous fournir comme information : quantité de PRO nettoyé par jour, semaine, mois ou par bande¹. Une fois cette quantité annuelle calculée par extrapolation, nous cherchions à connaître la variation de la disponibilité mensuelle du PRO en question. Puisque nous n'avions que des appréciations non chiffrées des variations saisonnières de la matière, nous avons décidé de les traduire quantitativement en ayant recourt à un système d'équation. Ce dernier prenait, en général, la forme suivante :

$$\begin{cases} ax + by = T \\ x = 2y \end{cases}$$

avec x : la quantité mensuelle de PRO produite/transformée/consommée lors d'un pic de production
y : la quantité mensuelle de PRO produite/transformée/consommée lors d'une période creuse
a : le nombre de mois de pic de production
b : le nombre de mois de période creuse, en sachant que a + b = 12 mois = 1 an
T : la quantité annuelle de PRO produite/transformée/consommée
NB : Le rapport de deux entre la quantité mensuelle de PRO lors d'un pic de production et d'une période creuse a été définie arbitrairement.

Afin d'obtenir des bases de données interprétables sur QGIS, nous avons dû respecter certaines règles internes lors du remplissage des tableaux. En effet, afin d'éviter les doublons nous nous efforçons d'adopter une même nomenclature par base de données (choix des termes propres à chaque équipe d'étudiants). De plus, afin d'avoir des données homogènes, nous reportions toutes les données chiffrées dans les mêmes unités : quantités en tonne, prix de la matière organique en FCFA/kg, quantité de NPK en pourcentage...

L'étape de remplissage de ces différentes colonnes a été menée en parallèle de nos entretiens. Le déroulé de cette étape n'a pas été identique pour les deux équipes. Pour les étudiants de Bouaké, le report sur Excel des données issues des entretiens n'était pas systématique. En effet, en rentrant des enquêtes le soir, il était impossible pour les étudiants de tenir la base de données à jour. Ce travail était plutôt réalisé le week-end ou alors dans la semaine lorsqu'un des membres du groupe restait

¹ La conduite en bande est une méthode d'élevage qui consiste à remplir en une seule fois un bâtiment d'élevage avec des animaux de même âge, de même poids et de même stade physiologique. De cette façon, les animaux quitteront également le bâtiment au même moment, et l'éleveur en profite pour nettoyer et désinfecter le bâtiment.

travailler à la maison. Cependant, chaque soir, l'équipe de Bouaké rentrait l'ensemble des contacts des acteurs enquêtés durant la journée sur un tableau partagé. En parallèle, un tableau du nombre d'enquêtes réalisées par filière de production et par zone délimitée lors du maillage était complété (Annexe 4). De plus, les enregistrements audios avec les photos prises durant la journée étaient exportés sur un dossier numérique partagé (drive) en prenant soin de noter à quelle enquête ils se référaient. L'équipe de Korhogo, ayant beaucoup moins de données issues des entretiens, a commencé à remplir le tableau Excel en milieu de mission lorsque les données commençaient à s'accumuler.

Le report des données issues d'une enquête sur Excel prenait sept minutes en moyenne. Cette durée pouvait varier du simple au double en fonction de la complexité de l'estimation des données chiffrées (calcul des équivalences, extrapolations, résolutions de systèmes d'équations...). Au total, nous estimons que le travail de report de données a duré environ 50 heures pour l'équipe de Bouaké (249 gisements recensés) et 7 heures pour celle de Korhogo (55 gisements recensés).

2. Analyse des données

Cette partie résume la méthodologie qui a été suivie à la suite de la phase de collecte de données du terrain. L'objectif principal de la mission est de décrire la situation des gisements de matière organique dans les zones d'influence de Bouaké et Korhogo. Afin d'y répondre, les données collectées lors des phases d'enquêtes et de pré-enquêtes sont traitées et analysées dès le retour de la phase terrain. En vue de la complexité des résultats attendus par le commanditaire, le traitement de ces données fera l'objet de plusieurs phases de traitement et d'analyse.

a. Typologie d'acteurs

Tout d'abord, les acteurs rencontrés sur le terrain par la MJE ont été regroupés dans une base de données. Cette base de données n'est pas exhaustive mais permet d'avoir une représentativité des différents acteurs des deux villes allant de très petites à de très grandes exploitations. Cette base de données est un outil précieux pour le CIRAD et pour tout organisme de recherche ou de projets voulant se développer en Côte d'Ivoire. En effet, en Côte d'Ivoire, il n'existe pas de recensement récent et fiable des acteurs du monde agricole.

La base de données, constituée sur Excel, comprend quatre feuillets. Ces feuillets ont été constitués sur la base du rôle de l'acteur dans la situation des gisements. Un acteur peut être un producteur, un consommateur, un transformateur et/ou un transporteur de PRO. Les questionnaires ont été construits et adaptés pour chaque type d'acteur car les informations recherchées étaient différentes. Après avoir entamé la phase d'enquête, nous étions en mesure de réaliser une typologie en classifiant les différents acteurs enquêtés et de les catégorisant selon ces quatre classes. Les critères de classement d'un acteur avaient été définis dans la note méthodologique préalable à la phase terrain. Cette classification s'était largement inspirée du travail réalisé par N'Diémor lors de son étude des bassins maraîchers au Sénégal en 2012. Par exemple, nous définissons comme Unité de Transformation (UT) tout acteur faisant passer un matériau de l'état de déchet, à l'état de produit. La nature des enquêtés varie beaucoup pour un même type, nous en citons quelques-uns ci-dessous :

- Unité de Production (UP) : Eleveurs, agriculteurs, grossistes, industries agro-alimentaires...
- Unité de Transformation (UT) : Unité de compostage et de méthanisation, STBV...
- Unité de Consommation (UC) : Agriculteurs, maraîchers, éleveurs...
- Unité de Transport (Ut) : Pas de contacts.

Le tableau 3 ci-dessous regroupe le nombre d'enquêtés pour chaque type d'acteur étudié à Bouaké et à Korhogo.

Tableau 3: Tableau du nombre d'enquêtés selon la typologie d'acteurs pour chaque ville (source: MJE ENAWA, 2022)

Type d'acteur	Bouaké	Korhogo
Unité de Production (UP)	243	31
Unité de Consommation (UC)	3	6
Unité de Transformation (UT)	3	4
Unité de transport (Ut)	0	1

A la demande du commanditaire, nous avons limité la représentativité des Unités de Consommation (UC). En effet, une étude parallèle a été menée par des étudiants ivoiriens sur le recensement des maraîchers qui sont les principaux UC. Nous nous sommes alors intéressés aux consommateurs autres que les maraîchers. Par exemple, nous considérons comme UC un éleveur de mouton utilisant des épluchures de manioc ou un éleveur de porcs utilisant des viscères de poulets pour nourrir leurs bêtes.

La transformation des déchets n'est pas une pratique courante en Côte d'Ivoire. A Bouaké, l'équipe a enquêté un éleveur de porc qui produisait du biogaz et du digestat avec son lisier de porcs. Ils ont également visité une unité de compostage. A Korhogo, des biodigesteurs avaient été installés par l'ONG Nitidæ pour transformer le tourteau liquide de karité en biogaz et en digestat. Enfin, dans les deux villes, les équipes ont pu rencontrer l'Office National de l'Assainissement et du Drainage (ONAD). L'ONAD est la seule entité d'assainissement des eaux usées et boues de vidange de la Côte d'Ivoire. C'est une initiative récente et l'utilisation des boues traitées est aujourd'hui en phase expérimentale dans les deux villes.

Concernant les Unités de transport (Ut), il est important de préciser que la plupart des UC sont également des Ut. Par exemple, un maraîcher utilisera son tricycle (moto avec remorque) ou son vélo pour aller chercher de la fiente de volaille dans un poulailler. Pour faciliter le travail de représentation, nous le comptons uniquement comme UC.

La typologie d'acteurs constituée permettra par la suite de représenter de façon schématique les puits et sources de résidus organiques, ainsi que les différents flux existants entre ces pôles.

b. Construction cartographique

En parallèle de la typologie, une localisation précise de ces acteurs ainsi que des gisements organiques qui leurs sont liés a été effectuée. Ce travail a pour objectif de réaliser un inventaire spatial des gisements de matière organique par représentation cartographique sur QGIS. Le choix d'une telle représentation avait été fait lors de la construction méthodologique, précédant la phase terrain. La carte est un outil support synthétique, visuel, à la fois descriptif et analytique qui permet de renseigner sur une situation en place à un endroit et de mieux appréhender la phase de proposition de solutions d'amélioration. Par exemple, afin de minimiser la distance parcourue par un PRO entre producteur et consommateur ou entre transformateur et consommateur, il est important d'avoir une idée assez représentative de la localisation de ces mêmes acteurs.

Nous avons effectué une exportation de nos fichiers Excel comportant toutes les données quantitatives et qualitatives relevées lors de nos enquêtes dans les deux villes. Une réunion avec monsieur Adrien Guetté préalable à notre départ nous a permis de mieux appréhender le logiciel de cartographie QGIS que nous avons exploité pour traiter nos données. Ainsi, nous savons comment agencer les données recueillies de manière à les traiter efficacement via le logiciel. Les données Excel

(Annexe 11) ont été exportées au format CSV vers QGIS. Ce format permet en effet de transcrire les coordonnées GPS d'un point sur une carte géographique.

Nous ne sommes pas parvenus à nous procurer des fonds de cartes représentant les quartiers de Bouaké et Korhogo et avons donc utilisé les fonds en libre accès de cartes Open Street Map (OSM). Sur ce fond de carte nous avons nous-même tracé les différentes zones (chaque zone regroupant différents quartiers où se localisent des UP, UT et/ou UC) propres aux villes de Bouaké et Korhogo.

Un jeu de cartes a été conçu en fonction des données recueillies dans chaque ville. Celles-ci exposent notamment la localisation des acteurs recensés, la localisation des bassins maraîchers de Bouaké et les filières produisant le plus de matière organique par zone.

c. Caractérisation agroéconomique des gisements organiques

i. *Caractérisation quantitative*

La caractérisation quantitative de notre étude a été découpée en deux phases. La première est directement en lien avec les enquêtes réalisées. La deuxième phase, se plaçant à l'échelle du territoire, consistait à faire des extrapolations à partir des statistiques, des données d'enquêtes et de la bibliographie. Cette deuxième phase a été développée à partir d'un outil spécifique : le diagramme de Sankey. Cette deuxième phase n'avait pas été anticipée en amont de la mission. Elle a été pensée et mise en place au milieu de la mission.

La limite de la première phase est qu'il est difficile de savoir si les informations obtenues par enquêtes étaient représentatives à l'échelle d'un territoire (ville). Or, la prise en compte de l'échelle territoriale est primordiale dans le projet MARIGO. Les enquêtes seules n'auraient pas permis de raisonner à l'échelle d'une ville entière car sur six semaines il est impossible d'interroger tous les acteurs de toutes les filières. C'est pour cela qu'il a fallu réfléchir à un moyen d'extrapolation à une échelle plus grande pour disposer d'une représentation de la réalité étudiée.

Première phase : Analyse quantitative à partir des enquêtes

L'analyse quantitative réalisée à la suite de nos enquêtes était celle développée dans la note méthodologique. Elle a consisté à interroger différents acteurs sur les quantités et masses de résidus organiques qu'ils produisent, consomment ou transforment durant une année. Ces données ont été enregistrées au fur et à mesure dans un tableur Excel. Nous retrouvons les quantités produites de matière organique, les quantités données, vendues ou jetées, les quantités valorisées et non valorisées avec leurs destinations ainsi que la disponibilité de ces ressources organiques dans le temps. L'unité de mesure considérée pour chaque gisement est la tonne.

Il faut différencier les résidus (matière dont il faut se débarrasser, du point de vue du producteur) des coproduits (matière à valeur commerciale). Dans le but d'effectuer une distinction pertinente entre les co-produits, sous-produits et PRO, nous repartons de la qualification donnée par l'INRAE en 2017, définissant les PRO comme « toutes matières résiduelles organiques pouvant être épandues en agriculture à l'état brutes ou traitées. Le terme PRO regroupe ainsi les effluents d'élevage et les matières organiques, traitées ou non, provenant de l'agriculture (ex. bois de taille), des activités urbaines (ex. boues de STEP, ordures ménagères), des industries agro-alimentaires (ex. vinasses, plumes, boues de laiteries) et autres industries (ex. boues papetières) ». Cette définition, associée au parcours des diverses références traitant des PRO, nous permet d'élaborer et de nous conformer à une nomenclature pour les deux localités, déterminant les matières organiques entrant ou non dans la catégorie des PRO (Annexe 10).

Deuxième phase : Elaboration du diagramme de Sankey

Le diagramme de Sankey porte le nom de l'Irlandais Matthew Henry Phineas Riall Sankey, qui l'a utilisé pour la première fois dans une publication sur l'efficacité énergétique d'une machine à vapeur en 1898. Ce diagramme nous a été proposé par le chercheur agronome Dominique Masse, basé à Abidjan, comme un moyen idéal de représentation schématique des données des systèmes de production et des chaînes de valeur. C'est une représentation qui permet de visualiser et d'analyser les interactions des flux de matière à partir de deux indicateurs :

- La largeur des flèches qui est proportionnelle à la quantité de flux : plus la largeur d'une flèche est grande, plus le flux de matière est important.
- L'orientation des flèches qui indique les flux d'un point de départ vers un autre d'arrivée.

Dans le cas de notre étude, ce diagramme permet de renseigner les flux de matière (exprimés en masse) observés à Bouaké et à Korhogo, et ce à plusieurs échelles : urbaine, territoriale et nationale. Le système urbain correspond à la ville et l'échelle territoriale à sa zone d'influence (ex : le département, la région). A la demande du commanditaire, nous nous sommes uniquement focalisés sur ces deux échelles.

Afin de réaliser le diagramme de Sankey, il a fallu renseigner dans un tableau Excel les principales sources de flux, leurs provenances, leurs destinations et leurs quantités. Les flux représentés sont tous les flux de matières organiques présentes dans les deux villes : alimentation humaine et animale, biodéchets, co-produits, déchets verts, boues d'épuration, effluents d'élevage... Un extrait non complété du tableau Excel est présenté ci-dessous (tableau 4).

Tableau 4: Extrait du tableau de données Excel permettant de faire le diagramme de Sankey (source : MJE ENAWA, 2022)

Unit	From	Flow/stock	Mass/volume (t)	N	P	K	C	To
t	Importation aliments	Aliments	0					Marchés
t	Importation engrais	Aliments animaux	0					Elevage périurbain
t	Agro-industrie	Biodéchets	0					Décharge

Le diagramme de Sankey a pour finalité de faire un bilan des matières et de mettre en évidence des déséquilibres pouvant intervenir entre les flux de matières entrante et sortante d'un territoire ainsi qu'entre les flux valorisés et les flux non valorisés. Il permet également d'établir des bilans de types carbone, azotés, en oligo-éléments etc. pour un territoire donné.

Plusieurs techniques d'estimation et extrapolation sont possibles. Dans le rapport Agro2Ecos sur les gisements et valorisations au District d'Abidjan (Masse, 2020), l'extrapolation se faisait par multiplication de la quantité utilisée par le nombre d'acteurs du même type. Par exemple, la bibliographie et les données d'enquêtes nous ont permis d'avoir des données sur la quantité de fèces qu'un bovin adulte de poids moyen pouvait produire par an. Grâce aux données du ministère des Ressources Animales et Halieutiques (MIRAH) sur la nature et l'effectif des cheptels, nous avons pu obtenir par multiplication de la moyenne des déjections produites pour un animal, une estimation de la quantité totale de fumier de bovin dans chaque ville à l'année.

Il est important de faire correspondre les entrées et les sorties du tableau. Une matière entrant dans la ville correspond forcément à une ou plusieurs sorties. Par exemple, la quantité d'aliments produite dans la ville sera retrouvé dans les boues produites par les populations qui les mangent, dans

les quantités d'exportations d'aliments. Une différence non nulle entre entrées et sorties sera considérée comme allant à la décharge. L'estimation des résidus finissant à la décharge est très importante dans notre travail puisqu'elle nous permet de quantifier la part des résidus organiques qui ne sont pas encore valorisés et qui sont par conséquent potentiellement valorisables. Nous essaierons par le biais de nos connaissances mais aussi de la bibliographie d'être force de propositions pour améliorer la gestion actuelle des résidus organiques non valorisés ou mal valorisés.

ii. Caractérisation qualitative

La qualification consiste à renseigner les teneurs en nutriments (N, P, K), carbone et humidité sur la base de la littérature, ainsi que de prélever des échantillons pour des analyses ultérieures (qui comprendront en plus des teneurs en éléments traces métalliques).

A l'exception de quelques-unes, les entretiens n'ont pas permis de renseigner les paramètres qualitatifs des PRO. Afin de renseigner les paramètres qualitatifs, nous avons procédé à une étude bibliographique sur chaque gisement rencontré sur le terrain. Nous n'avons pas toujours trouvé des références provenant de la Côte d'Ivoire. Pour être le plus réaliste et le plus juste possible, nous avons privilégié des références provenant de zones ayant des contextes se rapprochant de celui de la Côte d'Ivoire. Les articles servant de référence proviennent pour la plupart de pays d'Afrique de l'Ouest ou de Madagascar. Une étude similaire à la nôtre est en cours à Madagascar et nous avons eu accès aux premiers résultats par le biais de Monsieur MASSE Dominique menant la même étude à Abidjan. L'étude nous a permis d'avoir la composition de plusieurs PRO communs aux deux zones comme tous les effluents d'élevage (porcs, bovins, ovins/caprins). Pour les autres types de PRO, nous nous sommes basés sur des données de CORPEN et SATEGE (Services de la Chambre d'Agriculture).

Lorsque cela était possible, des prélèvements de gisements ont été réalisés. Un protocole de prélèvement avait été établi en cours de mission par le CIRAD et consistait à prélever un bon kilogramme de chaque gisement rencontré. L'étape suivante consistait à peser cet échantillon, le faire sécher à l'air libre et le repeser avant de le conditionner dans un sachet plastique sous abri. Chaque échantillon prélevé est identifié par un ID et répertorié dans un tableau Excel avec l'origine du PRO, sa date de prélèvement, son état et sa provenance. Ces échantillons seront analysés par la suite dans les laboratoires d'Abidjan et permettront d'avoir des données plus précises sur les paramètres qualitatifs que ceux obtenus dans la bibliographie.

A ce jour, 50 échantillons ont été prélevés à Bouaké et 19 à Korhogo. Du fait de l'étendue de Bouaké, l'équipe déployée sur le terrain a émis l'hypothèse que la composition chimique des gisements pouvait varier d'une zone de la ville à l'autre. Ils ont alors effectué des prélèvements d'un même gisement dans plusieurs zones. Par exemple, de la fiente de volaille a été prélevée dans le Nord et dans l'Est de Bouaké. A Korhogo, ce sont 19 gisements différents qui ont été prélevés, en ne faisant pas de différence entre les zones de la ville. La majorité des prélèvements ont été effectués sur des effluents d'élevage (fiente de volaille, bouse de zébu, lisier de porc...) pour Bouaké et des déchets agro-industriels pour Korhogo.

iii. Disponibilité et évolution temporelle

La matière n'est pas stable dans le temps. C'est pour cela que nous avons trouvé pertinent de prendre en compte la dimension du temps sur les facteurs quantitatifs (disponibilité) et qualitatifs (état de la matière). Ainsi, lors des enquêtes menées, il a été renseigné pour chaque gisement étudié, lorsque cela était possible, sa disponibilité tout le long de l'année et son état. Cette analyse permet de

statuer sur la disponibilité de chaque PRO au cours de l'année.

Tableau 5 : Extrait d'un tableau montrant la disponibilité d'un PRO issu de l'élevage bovin (source : MJE ENAWA, 2022)

TYPE D'EXPLOITATION	Type de PRO	SAISON SECHE		SAISON SECHE HUMIDE		GRANDE SAISON PLUVIEUSE			PETITE SAISON PLUVIEUSE		SAISON SECHE		
		Jan	fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Dec.
ELEVAGE BOVIN	Fumier bovin	20kg	10kg	15kg	20kg	50kg	60kg	45kg	40kg	45kg	22kg	12kg	18kg
...

La disponibilité de chaque PRO au cours de l'année influe sur sa consommation par les UC. Néanmoins, il est important d'y associer aussi les itinéraires techniques des exploitations pour avoir une idée de la saisonnalité de consommation. Pour cela nous avons représenté la répartition de consommation des PRO sur le long de l'année pour savoir à quel moment de l'année les PRO étaient le plus prisé par les agriculteurs/éleveurs. Le traitement des données s'est fait sur Excel et permet de sortir les grandes tendances sur la production et la consommation des PRO au cours de l'année.

iv. Caractérisation économique

La dimension économique de notre étude intervient principalement sur les volets approvisionnement et commercialisation des PRO. En interrogeant des UP et des UC, il en est ressorti des données chiffrées et des coûts liés à l'approvisionnement et la commercialisation des gisements organiques. Estimer la valeur d'un déchet ou d'un PRO est un facteur important de compréhension et d'analyse qu'il faut prendre en compte pour modéliser la situation locale des gisements organiques. A chaque résidu organique correspond un prix de vente au kilogramme ou à la tonne. Nous avons relevé une grande variabilité des prix de vente en fonction de la saisonnalité et donc de la balance offre/demande.

De plus, l'analyse économique permet d'avoir une idée du coût d'opportunité que peut représenter l'utilisation des PRO plutôt que celle des intrants chimiques importés devenus rares et chers. Lors des enquêtes, nous avons accès aux prix des PRO (prix de vente ou coût de transport) mais également aux points de vue des acteurs quant à l'intérêt grandissant porté à l'utilisation de matière organique ces derniers temps.

IV. Résultats obtenus

Cette partie décrit l'ensemble des livrables attendus par notre commanditaire. A l'issue de notre phase d'enquête, nous avons pu analyser l'ensemble des données récoltées sur le terrain. Ainsi, nous avons obtenu des résultats de diverses formes :

- Résultats schématiques : cartographies, diagrammes de Sankey
- Résultats analytiques : Caractérisation agroéconomique des gisements

L'élaboration de ces résultats nous a permis de faire émerger des pistes de réflexion sur la gestion des PRO en Côte d'Ivoire.

1. Cartographie

a. Bouaké

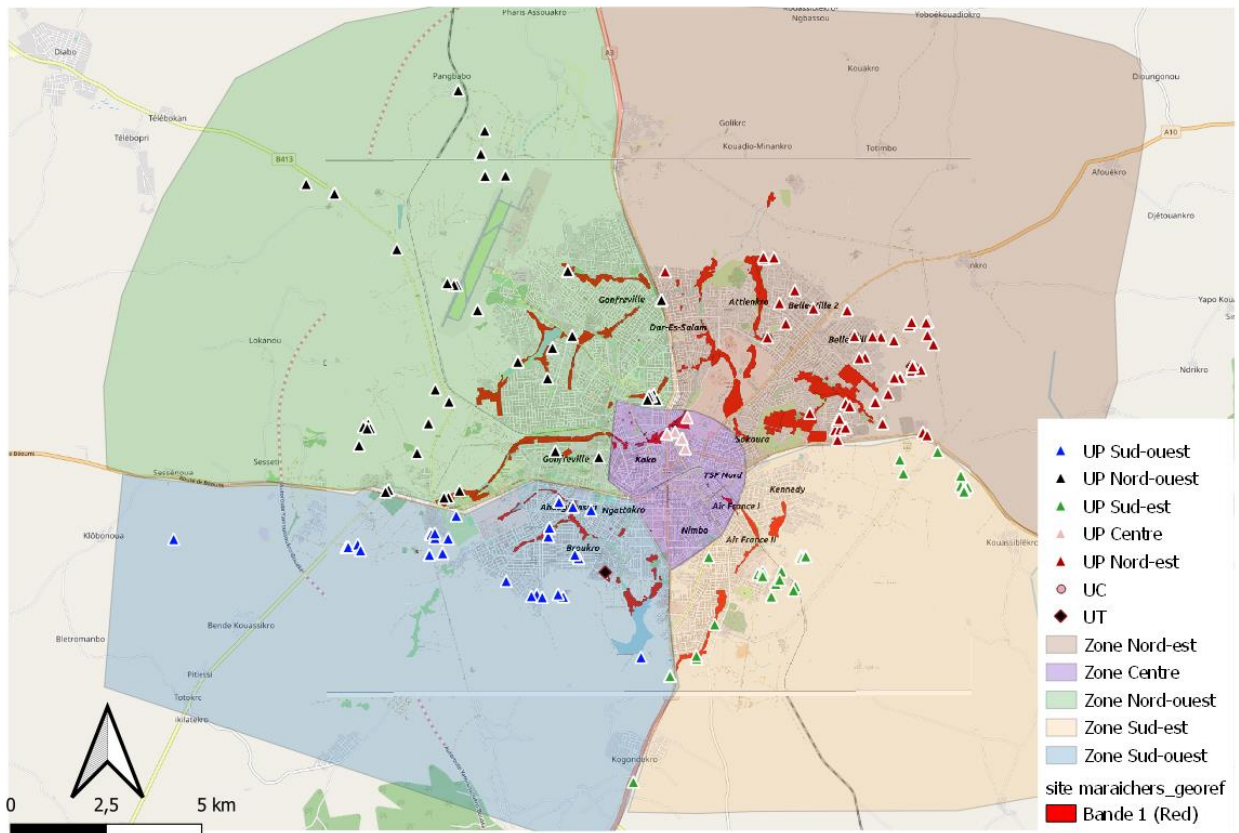


Figure 6: Localisation des UP, UC, UT et les périmètres maraîchers de la ville de Bouaké (source : MJE ENAWA, 2022)

La figure 6 nous montre une répartition plus ou moins égale des Unités de Production de gisements organique dans les 5 grandes zones géographiques de Bouaké. Nous retrouvons 80 UP qui produisent de la fiente de volaille associées le plus souvent avec de balle de riz ou du copeau de bois réparties de façon homogène dans la ville. Dans la zone centrale, les UP les plus représentées sont issues es résidus de tri de végétaux, des produits pourris, de résidus issus de la transformation de manioc, ou encore des déchets d'abattoirs. Les effluents d'élevage tels que la bouse de zébu, les excréments de chèvre, le lisier de porc ne représentent qu'une soixantaine d'UP. De plus, nous notons que les trois UC que nous avons rencontré sont majoritairement des exploitations bovines qui récupèrent des pelures de manioc des unités de transformation d'attiéké. La seule UT enquêtée représente une unité de méthanisation.

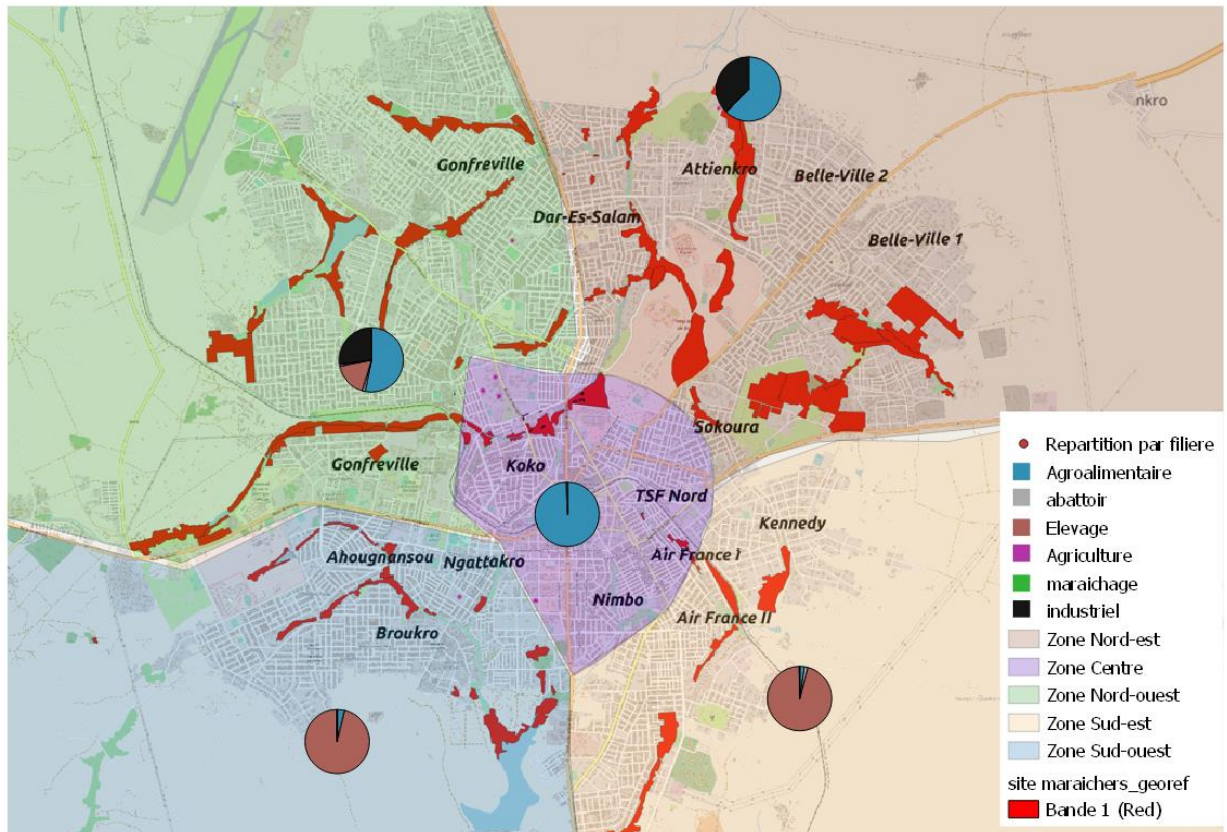


Figure 7: Carte représentant la production de matière organique par filière productrice et par zone de géographique dans la ville de Bouaké (source : MJE ENAWA, 2022)

Cette carte nous montre une représentation de la production des PRO en fonction des filières et de la zone géographique. Dans le Sud, on remarque une large dominance de matière organique provenant de l'élevage par rapport aux autres filières. En revanche cette tendance n'est pas observée dans le centre regroupant une quantité de PRO élevé issu de l'agroalimentaire. Dans la zone nord-ouest, on remarque une prépondérance d'activités agroalimentaire suivie d'activités industriels et d'élevage. Et enfin, on peut noter que le 3/5 de la production de matière organique provient d'unité de transformation alimentaire et le reste d'usines industrielles dans le Nord-est.

b. Korhogo

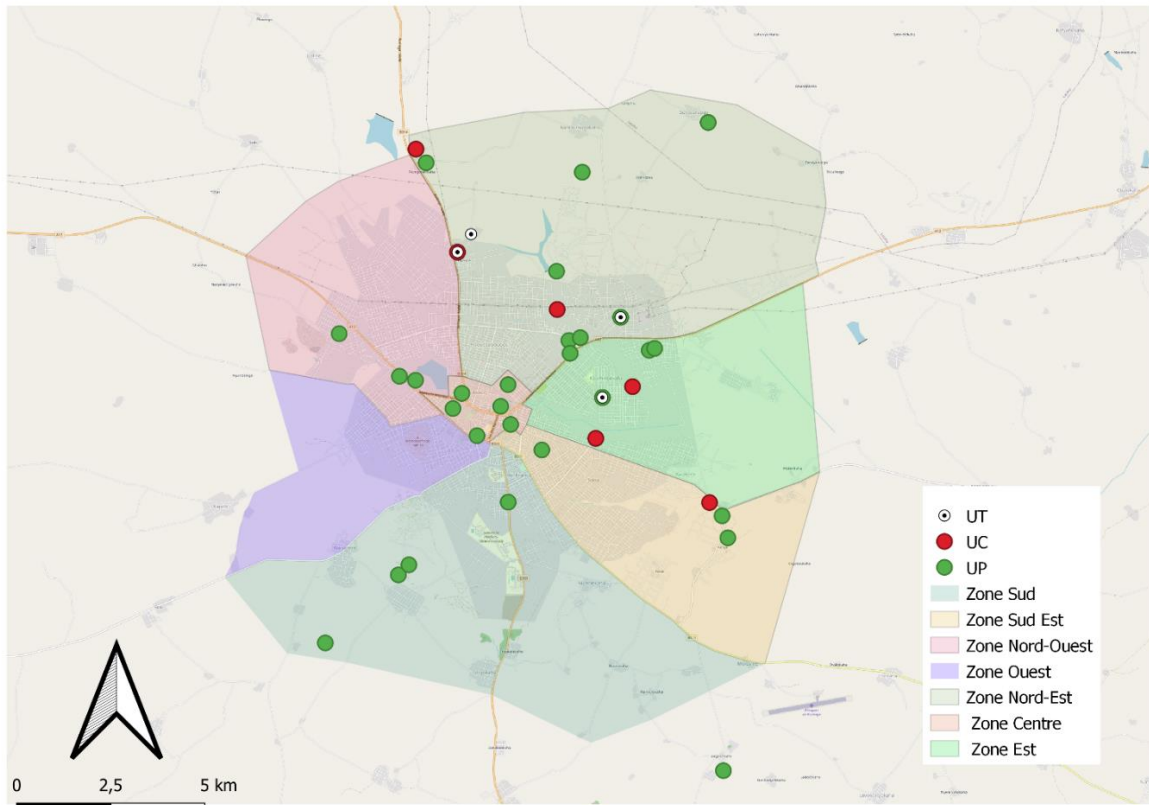


Figure 8: Carte de la localisation des UP, UT et UC dans la ville de Korhogo (source : MJE ENAWA, 2022)

Cette représentation graphique représente les UP, UT et UC que nous avons dans la ville de Korhogo. Elle permet de constater que la majeure partie des acteurs de la ville se concentrent au nord et au centre de la ville. Notre étude s'intéressait principalement aux sources de PRO. En effet, dans le cadre du projet MARIGO, ayant déjà diagnostiqué les unités maraîchères et vivrières de la ville, principales consommatrices de PRO. Toutefois, nous avons jugé nécessaire de nous entretenir avec une poignée de ces acteurs pour une meilleure représentation des flux et des pratiques associées aux PRO dans la ville de Korhogo. Cela explique que le nombre d'acteurs enquêtés produisant des PRO soit bien plus important que le nombre d'acteurs consommant ces PRO (29 UP contre 6 UC et 4 UT). On constate également sur la carte que pour trois des quatre unités transformatrices de PRO, il y a parallèlement ou des activités menant à la production de PRO ou à la consommation de PRO transformées. On voit également sur cette carte que notre échantillonnage ne nous a pas conduit à rayonner la Zone Ouest de la ville. Cela s'explique par le fait que cette zone soit quasi exclusivement résidentielle.

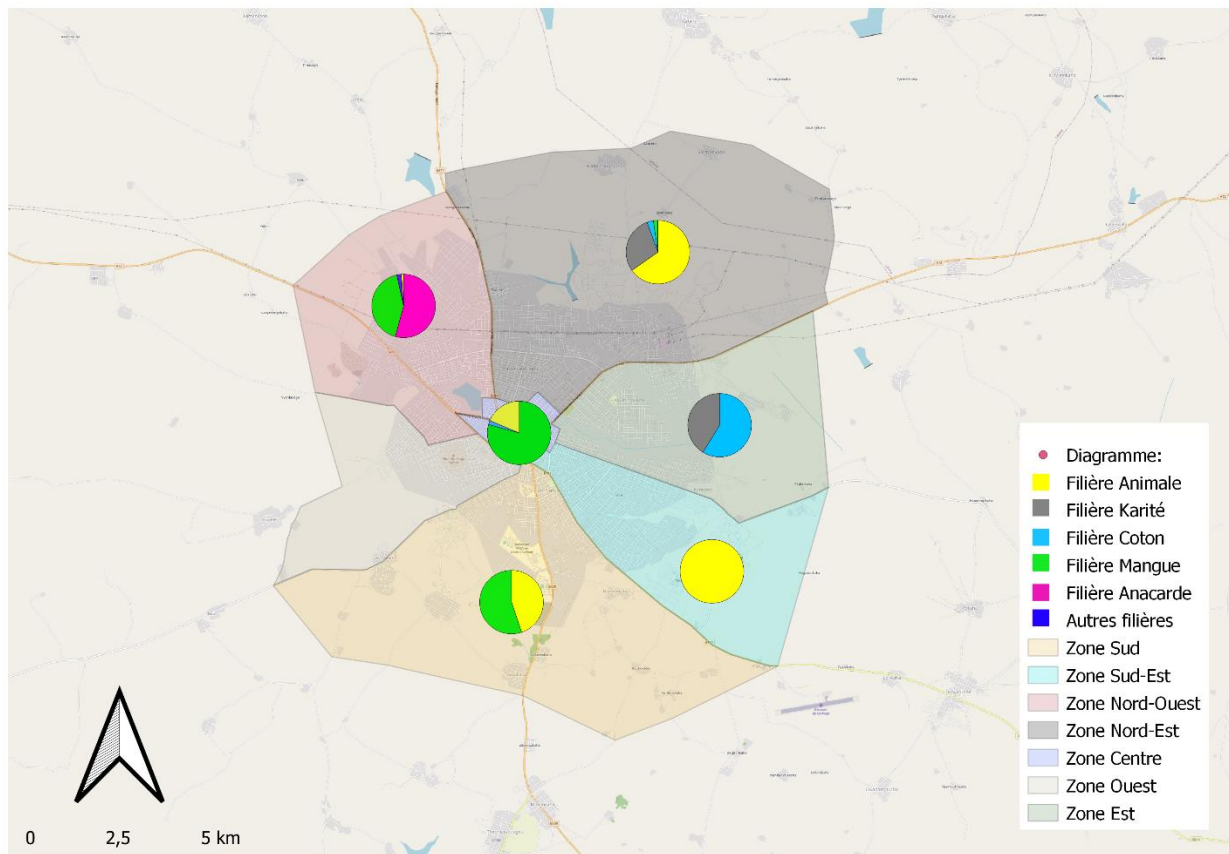


Figure 9: Carte représentant la production de matière organique par filière productrice et par zone de dans la ville de Korhogo (source : MJE ENAWA, 2022)

Cette carte permet d’observer les spécificités de certains quartiers en matière de type de PRO produit. On constate notamment que la filière animale est la plus présente dans deux des six zones productrices de PRO et la deuxième plus présente dans deux autres zones. La filière mangue est également bien implantée puisque majoritaire dans deux zones. D’autres zones ont leurs propres spécificités, notamment au nord où seule la Zone Nord-Ouest est productrice de PRO issus de la filière anacarde, où le coton est exclusivement présent dans la Zone Est qui est également la seule productrice de déchets issus de la filière karité avec la Zone Nord-Est.

2. Caractérisation agroéconomique des gisements organiques

Cette partie s’intéresse à la caractérisation agroéconomique des gisements organiques recensées dans les zones urbaines et périurbaines de Bouaké et de Korhogo. Afin d’établir un diagnostic le plus complet sur la situation des PRO dans ces deux zones, les gisements ont été caractérisés quantitativement, qualitativement et économiquement. De plus, une étude sur la disponibilité et l’évolution temporelle de ces PRO a été réalisée.

a. Caractérisation quantitative

Les graphiques présentés en annexes 6 et 7 nous offrent une représentation de la production des PRO selon les grands secteurs d’activité au sein des deux villes.

A Korhogo, les gisements principaux de PRO proviennent des effluents d’élevage, dont les quantités sont estimés à une centaine de tonnes par an et qui représentent 39% de la quantité totale recensée. La quantité de résidus de cultures est estimée à près de 22 000 tonnes/an et constitue

environ 11% des volumes totaux générés par Korhogo. Nous pouvons également noter une importante disponibilité dans le secteur des déchets urbains qui selon Joncoux (2013) et de Guardia (2018), regroupe la fraction organique des déchets ménagers ainsi que les eaux usées municipales. La quantité de déchets organiques recensée dans les déchets solides municipaux, bien que difficile à estimer, avoisinerait les 75 000 tonnes/an et représente le second gisement le plus volumineux (33% de la totalité des PRO). Les boues non traitées de la ville, estimées à 36 500 tonnes, sont les boues qui ne sont pas vidangées et assainies par les services de l'ONAD.

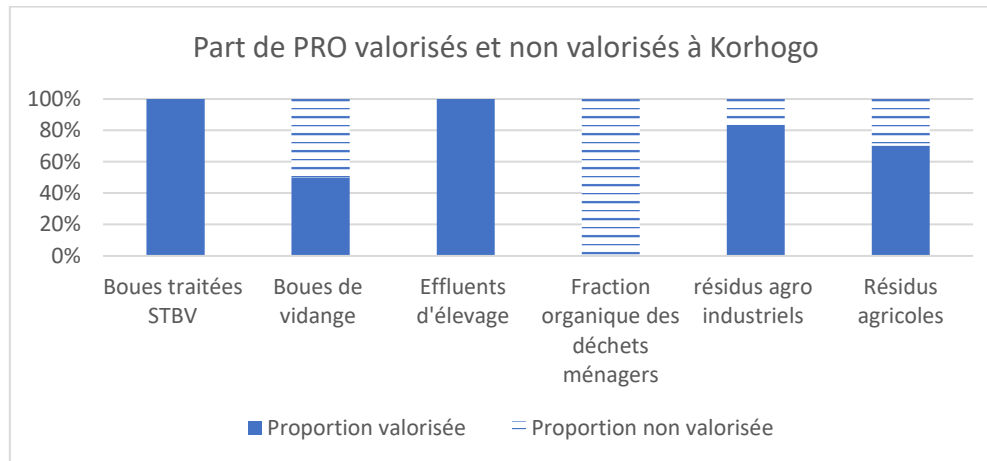


Figure 10: Graphique de la proportion des PRO valorisés et non valorisés à Korhogo (source : MJE ENAWA, 2022)

La figure 10 nous permet de constater les proportions de produits valorisés ou non, selon les différents secteurs à Korhogo. Il nous permet de déduire le fort potentiel que représente la fraction fermentescible des déchets solides ménagers de la commune. Ceux-ci ne font l'objet d'aucune valorisation et il n'existe pas de système de tri ou de criblage au niveau de la décharge. En outre, on remarque que la situation des boues de vidange n'est qu'à moitié prise en charge par la municipalité. À l'heure actuelle, seules 50% des boues de vidange émises par la ville de Korhogo suivent un processus de traitement à l'ONAD. Ainsi, la fraction à stabiliser représente un potentiel qui ne peut être négligé dans l'optique d'une valorisation agricole.

Enfin, du point de vue des résidus agricoles et effluents d'élevage, on observe une forte tendance à la valorisation à Korhogo. En effet, nos enquêtes ne nous ont pas conduits à recenser d'unités d'élevage pour lesquelles les déjections n'étaient pas récupérées par les maraîchers environnants. Ce phénomène amène à supposer une assez faible disponibilité compte tenu du rapport entre l'offre et la demande considérable sur ces PRO. Au niveau des résidus agricoles, nous avons également constaté que la quasi-intégralité de ces PRO, lorsqu'ils ne servent pas au fourrage des animaux, sont laissés au champ pour le paillage, enfouis pour la restitution organique et un enquêté nous a renseigné sur son système de compostage à l'air libre mélangeant pailles de riz et de maïs. La majeure partie des résidus de culture qui ne font l'objet d'aucune valorisation, est représentée par les mangues immatures qui tombent et se décomposent rapidement au sol. Ces « petits fruits » sont alors rassemblés et acheminés au plus vite à la décharge par les producteurs afin d'éviter la prolifération des mouches de fruits, qui représentent une menace pour les rendements. La décision de les considérer comme des PRO revient à l'importante production (environ 6 300 t/an) et à leur potentiel valorisable dans un compost.

Le graphique en annexe 6 traduit la répartition des PRO produits, à l'échelle de la commune de Bouaké. Les principaux gisements proviennent de l'activité agro-industrielle qui avec environ 250 000 tonnes de PRO, représente 37% de la production totale. On peut aussi noter que les effluents d'élevage comme à Korhogo représentent une source considérable de PRO avec des volumes estimés à près de 210 000 tonnes. Une proportion non négligeable de ces effluents notamment les fientes de

volaille se voit tout de même commercialisée vers des zones de culture de rente (cacaoyère, palmier à huile), hors de Bouaké, amenuisant leur disponibilité pour les systèmes (péri)urbains de la zone. De plus, l'installation récente d'une station de traitement de boues de vidanges par l'ONAD ne permet à ce jour de traiter qu'une moitié de la production Bouakéenne qui s'élève à 139 356 tonnes. Au niveau de l'offre en déchets fermentescibles ménagers, les proportions correspondent à peu près à 10% de l'offre totale en PRO à Bouaké avec des quantités générées dépassant les 70 000 t/an. Enfin, la production des résidus agricoles à Bouaké est très faible et ne représente que 3% de l'offre totale en PRO de la commune.

Les diagrammes de Sankey, présentés en annexe 12, ont été élaborés à main levée car ils n'ont pas encore pu être générés par le commanditaire. Ils nous permettent de nous représenter les flux de matières organiques transitant dans les territoires étudiés de leurs provenances à leurs destinations. Plus que de savoir la part de PRO non valorisés à Bouaké à Korhogo, nous pouvons ainsi nous rendre compte des quantités de biodéchets se destinant aux décharges gérées s'élevant à près de 140 000 tonnes pour Bouaké et 75 000 tonnes pour Korhogo. Le diagramme offre ainsi une véritable vision d'ensemble sur les puits et les sources de PRO et permet en outre d'identifier les similitudes et différences entre les deux zones notamment observées sur la prise en charge des déchets solides municipaux.

b. Caractérisation qualitative

Le tableau en annexe 8 présente les caractéristiques biochimiques et chimiques de quelques PRO de Bouaké et Korhogo. L'étude bibliographique n'a pas permis de renseigner de façon précise et complète la totalité des gisements rencontrés sur le terrain. Il s'agit notamment des PRO issus des filières riz, coton et pisciculture ainsi que les déchets d'abattoirs.

Parmi les quatorze PRO qui ont pu être renseignés, nous pouvons distinguer ceux qui se distinguent par leur teneur élevée en azote total. La fiente de volailles et surtout celle de poules est très riche en azote avec une teneur comprise entre 3,75% et 6,5%. Les boues séchées des stations d'épuration ainsi que les déchets ménagers fermentescibles présentent également des teneurs assez élevées en azote. Certaines valeurs comme la fiente de volaille chair sont assez faibles, ceci s'explique par le fait qu'elle est souvent mélangée avec de la balle de riz ou des copeaux de bois qui sont des produits secs.

Nous pouvons également distinguer les PRO qui se distinguent par leurs rapports C/N. Le rapport carbone sur azote est un indicateur de la capacité d'un produit organique à se décomposer. C'est un indicateur intéressant qui donne une idée du caractère du PRO. Les déchets d'abattoir et les bouses de zébu ont des valeurs C/N compris entre 16 et 21.

Le choix d'un PRO va dépendre de la culture à fertiliser. Pour une culture à cycle court, on favorisera d'un engrais riche en azote (caractère fertilisant). Pour une culture à cycle long ce sera plutôt un engrais efficace sur le long terme avec un rapport C/N élevé (caractère amendant).

c. Disponibilité et évolution temporelle

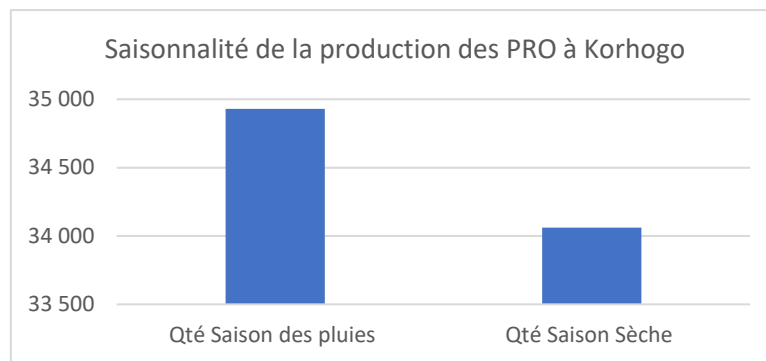


Figure 11: Graphique de la saisonnalité de la production des PRO à Korhogo (source : MJE ENAWA, 2022)

La figure 11 nous renseigne sur la saisonnalité des volumes produits dans la localité de Korhogo. Elle s'appuie sur les réalités perçues à travers nos enquêtes, et permet de rendre compte une légère différence en termes de PRO générés dans la ville de Korhogo entre les saisons. Ainsi, on observe une production un peu plus importante en saison des pluies. Cette différence peut trouver une explication entre autres par les conduites d'élevage bovins, dont les fumiers produits, représentent une grande part des PRO générés. En effet, la saison sèche est la période au cours de laquelle les troupeaux transhumants, conduits par les peuls, quittent totalement Korhogo en quête de pâturages. Le cheptel restant est ainsi majoritairement constitué des bovins de culture attelée et de troupeaux laitiers sédentaires. Les transhumants reviennent alors dans leur localité d'origine pour y être parqués en saison des pluies avec les autres bovins, augmentant ainsi la production en déjections à cette période. En outre, la figure 13 nous montre que la production atteint son summum au mois de juin. Cette manifestation s'explique par l'occurrence de la fête de Tabaski, qui induit une augmentation des cheptels, principalement ovins et caprins. Les éleveurs et vendeurs s'approvisionnent au Burkina Faso ainsi qu'au Niger, faisant gonfler les effectifs et par conséquent la production en effluents à l'approche de l'évènement.

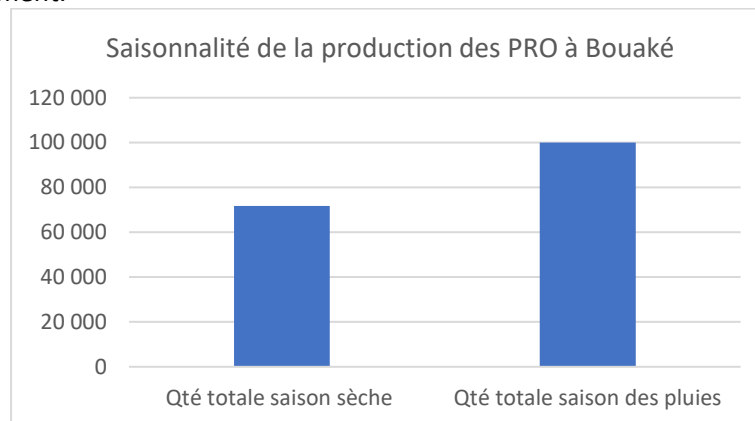


Figure 12: Graphique de la saisonnalité de la production des PRO à Bouaké (source : MJE ENAWA, 2022)

En ce qui concerne la saisonnalité de la production des PRO à Bouaké (figure 12), le gradient s'avère plus marqué qu'à Korhogo, avec des volumes générés en plus grande quantité en saison des pluies. Toutefois pour les deux localités, il paraît important de faire la distinction entre quantités produites et disponibilité. Si l'on reprend l'exemple des élevages bovins, en saison des pluies, il est possible de constater une augmentation des cheptels dans les parcs et donc de la production d'effluents. Toutefois, les pluies répétées transforment ces gisements en boues, difficilement transportables et exploitables par les maraîchers. Les plus organisés d'entre eux se voient alors contraints à constituer des stocks de fumiers secs en prévision des jours pluvieux. Autrement, les producteurs profitent de l'accumulation des boues dans les enclos qui après séchage, avec le retour du soleil, redeviennent disponibles.

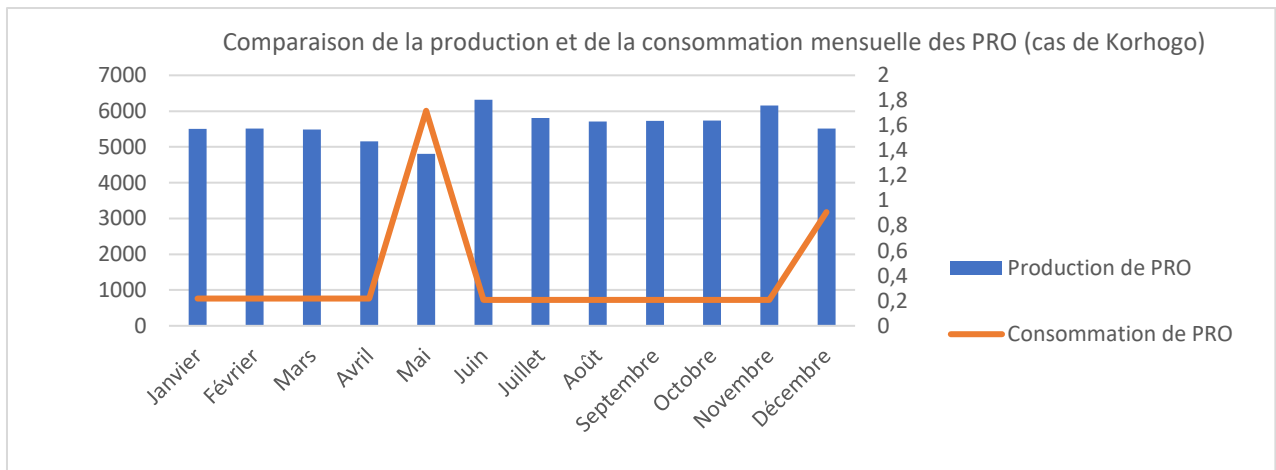


Figure 13: Graphique de la production et de la consommation mensuelle de PRO à Korhogo (source : MJE ENAWA, 2022)

La figure 13 nous renseigne également sur la consommation en PRO sur un total de six unités maraîchères enquêtées à Korhogo. Les réalités concernant la consommation des PRO à Korhogo sont assimilables à celles constatées à Bouaké. Le graphique nous démontre un pic de la consommation des PRO en mai, correspondant à la mise en culture du maïs et de l'arachide. Le second pic atteint en décembre, correspond à la reprise d'une activité purement maraîchère dans les bas-fonds à la suite de la récolte du riz. Les terres se voient alors préparées en conséquence avec des apports en intrants d'origine organiques. Cette figure permet en outre de mettre en correspondance les temporalités en termes de production et de consommation à Korhogo. Ainsi, nous pouvons remarquer un décalage d'un mois entre les deux sommums, la production atteignant son maximum en juin quand la consommation l'atteint en mai. En revanche, un second pic de la production survient en novembre, pouvant s'expliquer par une production de résidus issus de la récolte du riz, s'accordant ainsi au second pic de la consommation qui se révèle en décembre.

d. Caractérisation économique

La caractérisation économique des gisements est présentée en annexe 5 à travers l'estimation de leurs prix de vente. Cette étude nous a notamment permis de nous rendre compte de l'intérêt porté par les acteurs locaux sur l'utilisation des matières organiques comme moyen de fertilisation ou comme aliments pour bétail. En effet, il est ressorti de nos entretiens qu'il y a de cela quelques années, la majeure partie des déchets organiques n'était pas du tout valorisée ou alors était donnée gratuitement. Or, aujourd'hui, du fait du coût et de la rareté des intrants agricoles importés, les acteurs doivent s'adapter et trouver d'autres sources de matière première. La matière organique et plus précisément les effluents d'élevage sont aujourd'hui très prisés et leurs prix ne cessent d'augmenter. Par exemple, auparavant, les effluents d'élevage comme la fiente de volaille, étaient considérés comme des déchets pour les éleveurs qui avaient du mal à s'en débarrasser. Certains d'entre eux devaient parfois même payer des transporteurs pour que leurs effluents soient mis en décharge. Aujourd'hui, les maraîchers et les exploitations cacaoyères du sud-ouest de la Côte d'Ivoire (Daloua, Soubré, Abidjan...) se déferlent dessus. Le prix du sac de 120 kg peut atteindre les 1 000 FCFA (données d'enquêtes à Bouaké). Il faut cependant préciser qu'un sac de 120 kg en volume ne contient pas 120 kg de fientes mais plutôt 30 kg soit un prix de 33 FCFA le kilo.

Il nous a semblé intéressant dans l'analyse économique de calculer le coût d'opportunité que représente l'utilisation d'engrais organique à la place ou en combinaison de l'engrais chimique (Annexe 9). Le coût d'opportunité, également appelé coût de substitution, désigne la perte des biens auxquels on renonce lorsque l'on procède à un choix, autrement dit lorsqu'on affecte les ressources disponibles à un usage donné au détriment d'autres choix. Pour l'obtenir, nous avons calculé les coûts liés à l'approvisionnement en engrais chimique et en engrais organique en prenant l'exemple d'un hectare

de maïs et un hectare de cultures à maraîchères à Korhogo, et ce pour les raisons suivantes : Avec une production moyenne annuelle d'environ 600 000 tonnes, le maïs est, en Côte d'Ivoire, la céréale la plus cultivée après le riz. Ces besoins moyens en azote sont estimés à 150 kg par hectares (YARA, 2022). Quant au maraîchage, il est au cœur même du projet DeSIRA Marigo. Nous avons considéré comme cultures maraîchères la salade, la carotte et le chou vert. En se basant sur un chapitre du livre "Le recyclage des résidus organiques" écrit par Paillat *et al* (2016), nous avons pu obtenir les besoins moyens en azote pour ces cultures (YARA, 2022). Le raisonnement qui suit est basé uniquement sur les besoins en azote des cultures c'est à dire en considérant l'azote comme facteur limitant dans la croissance des plantes. Par soucis de simplification des calculs et par manque de données précises, nous n'avons pas intégré au raisonnement les trois éléments N-P-K en prenant en compte l'équilibre apport/besoin.

Tableau 6: Tableau des besoins azotés de la culture de maïs et du maraîchage (source : YARA, 2022 et Paillat *et al*, 2016)

Type de culture	Besoin moyen en N par cycle cultural (kg/ha)	Rendement moyen (t/ha)
Maïs grain	150	5
Maraîchage	120	12,7

Nous avons ensuite calculé les prix de revient liés à l'approvisionnement en engrais d'un agriculteur fictif possédant un hectare de maïs et un hectare de cultures maraîchères. Ainsi, nous sommes arrivés au calcul du coût d'opportunité pour deux types de cas :

- 1^{er} cas d'étude : Le coût d'opportunité du passage de l'utilisation exclusive de l'engrais chimique de type NPK aux prix de vente actuels sur le marché ivoirien à l'utilisation exclusive d'engrais organique de type effluents d'élevage aux prix de vente actuels sur les villes de Bouaké et de Korhogo
 - 2^{ème} cas d'étude : Le coût d'opportunité d'une situation intermédiaire, c'est-à-dire un mélange égal (50-50) entre l'engrais chimique et organique
- 1^{er} cas d'étude : Passage du 100% engrais chimique à 100% engrais organique

Dans le cas d'une fertilisation unique à l'engrais chimique, on pose l'hypothèse que l'agriculteur utilise de l'engrais de type N-P-K. Le prix moyen de sac de 50 Kg de N-P-K (15-15-15) coûte en moyenne 37 000 FCFA en Côte d'Ivoire (Agridigitale, 2022). Cette valeur est en accord avec les chiffres qui ont pu ressortir de nos enquêtes lorsque les agriculteurs se plaignaient du prix de plus en plus élevé des intrants. Ainsi, pour couvrir les besoins en azote d'une culture de maïs estimé à 150 kg à l'hectare, il faut 20 sacs de 50 kg de N-P-K. Et pour les besoins du maraîchage il faut 16 sacs (Annexe 9).

Pour une fertilisation avec uniquement des gisements organiques, nous sommes repartis de quatre types d'effluents d'élevage. Ces résidus sont les plus importants dans chaque ville et représentent une source intéressante de matière fertilisante pour les cultures. En se basant sur la composition chimique de chaque effluent trouvé en littérature, nous avons pu estimer la quantité nécessaire pour subvenir aux besoins moyens des culture de maïs et cultures maraîchères. Les tableaux détaillés des calculs nous permettant d'arriver aux résultats présentés dans la suite sont présentés en annexe 9.

En conclusion de ce premier cas d'étude, la substitution de l'engrais chimique par l'engrais organique ne présente pas d'avantage économique pour un agriculteur aujourd'hui. En effet, la fiente de volaille est le seul effluent qui permettrait d'avoir un coût d'opportunité allant jusqu'à 433 000 pour un hectare de culture de maïs. La fiente de volaille se distingue par sa teneur élevée en azote total comparément aux autres effluents. Le tableau ci-dessous résume les différents coûts d'opportunités en fonction du type d'effluent.

Tableau 7: Tableau du calcul des coûts d'opportunités pour le cas d'étude n°1 (source : MJE ENAWA, 2022)

Type de coût		Coût d'approvisionnement (en FCFA)		Coût d'opportunité (en FCFA)	
Type de culture		Mais (1 ha)	Maraîchage (1 ha)	Mais (1 ha)	Maraîchage (1 ha)
100% engrais chimique		740 000	592 000		
100% engrais organique	<i>Fiente de volaille</i>	306 711	245 368	433 289	346 632
	<i>Bouse de bovin</i>	1 171 875	937 500	-431 875	-345 500
	<i>Lisier de porc</i>	1 269 841	1 015 873	-529 841	-423 873
	<i>Mélange</i>	916 142	732 913	-176 142	-140 913

- 2^{ème} cas d'étude : Passage 100% engrais chimique à 50% engrais chimique + 50% engrais organique

Sachant qu'un tel changement d'alternative est plutôt irréaliste dans le contexte de l'étude, nous avons également calculé le prix d'opportunité pour un système dans lequel 50% des engrais nécessaires proviendraient de gisement organique et les 50% restant d'engrais chimique. Ce changement semble déjà plus probable. Pour effectuer ce calcul, nous sommes repartis des besoins en azote de chaque système (monoculture de maïs et maraîchage). Nous avons posé l'hypothèse que 50% de la couverture des besoins en azote serait apporté par des effluents d'élevage de type lisier de porcs ou fientes de volailles et le reste par de l'engrais N-P-K.

En conclusion de cette deuxième analyse, nous remarquons également que la fiente de volaille serait l'option la plus avantageuse aujourd'hui pour un agriculteur souhaitant intégrer partiellement de la matière organique dans ses cultures.

Tableau 8: Tableau du calcul des coût d'opportunités pour le cas d'étude n°2 (source : MJE ENAWA, 2022)

Type de coût		Coût d'approvisionnement (en FCFA)		Coût d'opportunité (en FCFA)	
Type de culture		Mais (1 ha)	Maraîchage (1 ha)	Mais (1 ha)	Maraîchage (1 ha)
100% engrais chimique		740 000	592 000		
50% engrais chimique + 50% engrais organique	<i>NPK + fiente de volaille</i>	492 684	418 684	247 316	173 316
	<i>NPK + bouse de bovin</i>	955 937	764 750	-215 937	-172 750
	<i>NPK + lisier de porc</i>	1 004 920	803 936	-264 920	-211 936
	<i>NPK + mélange</i>	828 071	662 457	-88 071	-70 457

- Réflexion sur les deux cas d'études

Dans les deux situations présentées ci-dessus, un agriculteur fictif ayant un hectare de maïs ou un hectare de cultures maraîchères ne gagnerait pas à intégrer totalement ou partiellement de l'engrais organique à son itinéraire technique aujourd'hui. La fiente de volaille est à ce jour le seul effluent susceptible de présenter des avantages et ceci s'explique par sa teneur élevée en azote total ; Paillat *et al* (2016). En plus d'être riche en azote, elle est produite en grande quantité dans les deux villes.

Néanmoins, ce calcul reste assez simpliste et présente plusieurs limites qu'il est nécessaire de mettre en évidence :

- Tout d'abord, nous avons conscience que les quantités d'engrais organiques nécessaires afin de substituer à l'engrais chimiques sont très importantes. Par exemple, pour un hectare de cultures maraîchères, il faudrait jusqu'à 93 tonnes de bouses de bovins contre 1000 kg de N-P-K, soit 93 fois plus. En termes de disponibilité en matières premières mais aussi et surtout de logistique (transport), ce facteur est important à prendre en compte.
- De plus, les calculs effectués se basent sur des valeurs en azote assez faibles pour les effluents d'élevage puisque nous considérons la matière comme étant fraîche (non composté, non transformé). Il est ressorti de nos enquêtes que beaucoup d'agriculteurs étaient réticents à l'utilisation d'engrais organiques et notamment d'effluent d'élevage car les effets recherchés

n'étaient pas immédiats comparés à un engrais chimique. Un autre inconvénient de l'application d'effluent non décomposé ou composté est qu'il contient souvent des graines d'adventices.

- Enfin, les prix utilisés dans l'étude sont ceux du marché actuel, un marché qui n'est pas encore structuré et dans lequel tout se fait de façon informelle. De plus, nous avons conclu précédemment que les prix étaient très volatils et variaient beaucoup depuis quelques années du fait d'un intérêt grandissant porté à l'utilisation des PRO.

La transformation des PRO présente aujourd'hui un réel enjeu dans la thématique étudiée. Nous verrons par la suite que dans le cas des effluents d'élevage par exemple, une transformation de type compostage permettrait de faire augmenter leurs valeurs en azote, phosphore et potassium et donc de maximiser leur efficacité en fertilisant organique.

V. Discussion

1. Réflexion

A travers nos travaux d'enquêtes et l'analyse des résultats, il nous est possible de réfléchir sur les conditions et perspectives liées à la valorisation des PRO dans les deux localités. En dressant le bilan des observations réalisées dans les deux villes, nous comprenons qu'il existe des différences entre les réalités de Korhogo et celles de Bouaké. Néanmoins, lorsque nous mettons nos raisonnements en commun, nous comprenons que les leviers potentiels à l'amélioration de la gestion des PRO semblent pouvoir être assimilées.

Comme évoqué dans 3.a, la matière organique des sols des deux zones sont faiblement stables. Dans les contextes (péri)urbains, les terres sont par ailleurs en exploitation quasi-constante, favorisant ainsi la diminution des réserves organiques du sol par leur exportation. Il existe ainsi, un besoin réel quant à la reconstitution des stocks de matière organique de ces sols. Afin de mieux raisonner, il paraît important de pouvoir distinguer propriétés amendantes et fertilisantes. Selon Weil et Duval (2009), les amendements organiques vont en premier lieu contribuer à la structuration, à l'entretien de la fraction humique du sol et ainsi, au maintien de sa fertilité. D'après ces mêmes auteurs, les fertilisants quant à eux, auront la charge d'une libération de nutriments immédiatement assimilables par la plante. On comprend alors l'importance des apports en matières amendantes dans les contextes agro systémiques des deux localités.

Dans la littérature, les composts et fumiers sont communément perçus comme matières amendantes (Weil et Duval, 2009), (Chabalié *et al*, 2002). Le croisement des données quantitatives et qualitatives, notamment par l'identification des rapports C/N, nous indique que les bouses bovines sont les amendements organiques principaux à Korhogo et Bouaké. Au sein des deux communes, toutefois, nous pouvons noter une gestion perfectible des produits issus notamment de déjections bovines, au regard des besoins des systèmes. A Korhogo, bien que produit en quantité importante, le gisement est très prisé par l'ensemble des producteurs de la zone amenuisant ainsi sa disponibilité. À Bouaké, ce type de PRO, généré en moins grande quantité semble intéresser relativement peu les producteurs. Aussi, est-il nécessaire de rappeler l'impact de la saisonnalité sur la disponibilité de ce PRO.

Une organisation de la filière par une mise en relation d'acteurs, facilité par un travail cartographique pour Korhogo, et une sensibilisation accrue au potentiel des gisements en déjections bovines pour Bouaké, seraient à réfléchir dans l'optique de répondre aux besoins organiques des sols. Toutefois, il est important de noter que les problématiques d'urbanisation freinent de plus en plus les producteurs dans le (péri)urbain à raisonner sur le long terme. De nombreux producteurs exploitent

en métayage, induisant une insécurité foncière dont la croissance est favorisée par le développement des villes. Les logiques des producteurs (péri)urbain s'orientent alors vers une intensité de la production avec des rendements immédiats. Ces évolutions les mènent à être plus naturellement attirés vers des produits fertilisants justifiant par ailleurs l'intérêt croissant sur l'engrais de synthèse, de plus en plus cher (GIZ, 2018). La caractérisation économique aura cependant fait ressortir l'intérêt des fientes de volailles comme matières à potentiel fertilisants, produites en grandes quantités dans les deux localités, mais dont les propriétés améliorantes pour les sols sont moins certaines.

De nombreuses références traitent de l'intérêt de la transformation des résidus bruts par la voie du compostage pour l'obtention d'un produit de qualité, garantissant innocuité, valeur agronomique et réduction des volumes à épandre (Protect'eau, 2018). En effet selon Berger (1996), l'apport de matières organiques insuffisamment dégradées peut provoquer un effet dépressif sur les cultures car elles continuent leur évolution dans les sols. Cette affirmation viendrait justifier l'intérêt d'épandre une matière organique mature et suffisamment humifiée c'est à dire des produits spécifiques résultant de l'altération de diverses matières organiques. Les composts sont reconnus pour leur capacité à augmenter la matière organique des sols (De Guardia *et al*, 2018), (Hanem, 2017). Par ailleurs, la diversification des sources de PRO par l'élaboration de mélanges, pourrait permettre de réduire les problématiques liées à la disponibilité d'approvisionnement et d'utilisation des gisements. Le producteur, en composant son compost, aurait la maîtrise sur sa logistique et son calendrier vis-à-vis de ses objectifs de production. L'effort de prospection pourrait en outre être facilité par un travail cartographique représentant les diverses sources de PRO, associé à un bilan des flux.

Ainsi, notons les importantes quantités d'autres gisements organiques dont les diagrammes de Sankey ont pu démontrer les lacunes dans la valorisation, particulièrement au niveau des déchets urbains. Toutefois, de nombreuses études, comme celle de Yeo *et al*, (2020) démontrent les difficultés liées à la maîtrise de la fabrication de substrats mélangeant des déchets organiques municipaux. De plus, il n'existe aucun procédé de criblage dans les deux localités. L'article insiste toutefois sur une facilitation de la mise en place des unités intégrant les déchets fermentescibles urbains par leur décentralisation.

Des projets de sensibilisation au compostage ont été menés chez les producteurs par l'ANADER, mais n'ont pas rencontré de succès. Une enquête avec l'Interprofession de maïs à Korhogo nous a alors fait comprendre que l'erreur qui a pu être commise par l'ANADER provenant du manque de certitudes qu'avaient les producteurs quant à la technologie. Ces derniers affirment qu'ils se seraient davantage intéressés à cette pratique avec des preuves de son efficacité. On comprend donc l'importance d'une sensibilisation complète, transparente et d'une prise en compte totale des contraintes des producteurs lorsqu'il s'agit d'initiatives visant à la modification ou à l'adoption de nouvelles pratiques.

2. Limites

Nous avons pu soulever quelques limites à la suite de la réalisation de notre mission. Tout d'abord la phase de pré-enquête qui n'avait pas été anticipée étant donné que l'arrivée de notre groupe d'experts n'avait pas été annoncée dans les deux villes d'étude. Nous pensons que nous aurions gagné un temps précieux si notre expertise ainsi que le projet DeSIRA MARIGO avait été introduit auprès de toutes les institutions locales avant notre arrivée. Nous avons perdu beaucoup de temps pour des raisons administratives ainsi que l'envoi d'un courrier officiel nous autorisant à enquêter sur les lieux.

De plus, notre méthode de prélèvements d'échantillons n'a pas été bien définie au départ. Nous pensons qu'une fiche technique ainsi que des balances auraient dû nous être fournies par le CIRAD sur place. Nos limites se ressentent principalement au niveau de notre analyse qualitative de ces échantillons. Ne disposant pas des résultats d'analyses en laboratoire, la plupart de nos données

proviennent de la bibliographie où il est difficile d'extraire des valeurs universelles sur les PRO.

La construction d'une nomenclature catégorisant ou non les matières organiques recensées comme PRO n'a pas été aisée. Il a fallu adapter et croiser les définitions rencontrées dans la littérature, associées à nos raisonnements communs et aux dires d'acteurs pour réussir à faire le tri dans parmi tous les résidus organiques inventoriés. En effet, nombreux sont les résidus organiques qui sont propres à la zone et rappelons, le manque de documentation lié aux PRO en Côte d'Ivoire.

Enfin, nous pensons que pour réaliser un diagramme de Sankey plus précis, il nous aurait fallu plus de temps sur le terrain car à l'heure actuelle, nos données proviennent uniquement d'extrapolations concernant la production de la matière organique et leur devenir. Nous avons réalisé trop peu d'enquêtes par rapport à la réalité existante sur le terrain, donc les résultats ne sont pas exhaustifs.

VI. Conclusion

1. Synthèse

Pour synthétiser le contenu de ce livrable nous pouvons dire que les jeunes experts ont réalisé une mission portant sur le recensement et diagnostic de gisements de Produits Résiduaire Organiques répartis sur deux zones périurbaines de Côte d'Ivoire (Bouaké et Korhogo). Finalement, plus de 200 enquêtes ont été menées auprès de différents acteurs. A travers cette étude, une représentation de la situation actuelle de gestion des produits résiduaire a été établie sur la base de volumes produits dans chaque ville et de leur valorisation actuelle ou non. Nous avons aussi mené une analyse qualitative qui consistait à mettre en avant les valeurs fertilisantes des PRO ainsi qu'une analyse agroéconomique afin de calculer le coût d'opportunité que représente l'utilisation d'engrais organique à la place ou en combinaison de l'engrais chimique. Les résultats issus de nos enquêtes ainsi que de la recherche bibliographique ont été présentés. Nous retrouvons toute notre méthodologie de travail détaillée, l'analyse de nos données, une typologie des acteurs, des cartes, des diagrammes de Sankey ainsi qu'une partie discussion et réflexion non négligeables.

2. Ouverture

L'étude que nous avons menée en Côte d'Ivoire nous a permis de soulever plusieurs questionnements. En effet, notre sujet portant sur la valorisation des PRO nous a amené à vouloir comprendre certains fonctionnements au-delà de la simple quantification et qualification de ces PRO.

Aujourd'hui, l'utilisation de ces engrais organiques soulèvent des contraintes agro-climatiques, économiques, socio-organisationnelles et foncières. Certains maraîchers se trouvent parfois sous une pression foncière, qui les obligent à se polariser sur des cultures à cycles court et ont donc plus facilement recouru à des engrais chimiques qui fertilisent rapidement les parcelles. Leurs actions ne sont pas menées sur le long terme et cela nous renvoie vers des problématiques socio-économiques que nous aurions aimé approfondir sur le terrain si nous avions eu plus de temps.

Il serait important d'étudier les paramètres environnementaux et réglementaires afin d'éviter la dégradation de la qualité des sols et de l'air en se conformant à la réglementation et en instaurant une politique de gestion des PRO. Cela passerait par une fixation des prix aux PRO, un temps de travail défini (transport et épandage), un coût d'énergie accordé tout en minimisant les nuisances liées à l'enfouissement rapide, le stockage près des habitations, la fréquence et le prix des transports ainsi que les impacts sur la santé humaine et animale. L'objectif serait finalement d'informer les acteurs en manque de connaissances sur les PRO et de motiver les agriculteurs quant à l'utilisation de ces engrais organiques encore peu connus et pourtant si bénéfiques.

Bibliographie

- AfricaFertilizer.** 2018. *Aperçu des statistiques sur les engrais - CÔTE D'IVOIRE.* Rapport. https://africafertilizer.org/wp-content/uploads/2018/11/CIV-Fertilizer-Statistics-Overview-2017_FR.pdf
- AIWA Aïwa Edmond.** 2015. *L'impact de la culture du coton sur le développement socio-économique : Etude de cas de la région de Korhogo, au Nord de la Côte d'Ivoire.* Université Peleforo Gon Coulibaly de Korhogo, Côte d'Ivoire, UFR des sciences sociales, Département de Sciences Economiques. édition vol.11, No.31 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431. <file:///C:/Users/user/Downloads/impact%20de%20la%20culture%20de%20coton%20sur%20d%C3%A9veloppement%20%C3%A9co%20KGO.pdf>
- ANADER.** 2015. *Etude sur les filière et chaînes de valeur prometteuses dans les régions du Gbéké, Poro, Tonkpi et du district d'Abidjan.* [Rapport final, Projet « Femmes en entreprise »]. <https://www.careevaluations.org/wp-content/uploads/ETUDE-SUR-LES-FILIERES-ET-CHAINES-DE-VALEUR-PROMETTEUSES.pdf>
- ANADER.** 2012. *Rapport annuel d'activité.* Agence nationale d'appui au développement Rural. 33 p.
- AMADOU Gon Coulibaly.** 2004. *Recensement national de l'agriculture.* http://cote-divoire.countrystat.org/fileadmin/user_upload/countrystat_fenix/congo/docs/recensement_national_agriculture_2001.pdf
- Aquaculture.** 2018. *Valeurs fertilisantes des boues piscicoles.* QUEBEC. Agriculture Pêche et Alimentation. Document d'informations spécialisées. <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/AQUACULTURE-Valeurfertilisantedesbouespiscicoles.pdf>
- ATTA Koffi .**1978. *Dynamique de l'occupation de l'espace urbain et péri-urbain de Bouaké (Côte-d'Ivoire).* [Thèse de doctorat 3è cycle, O.R.S.T.O.M, Paris, 309 p.] [Dynamique de l'occupation de l'espace urbain et péri-urbain de Bouaké \(Côte d'Ivoire\) \(ird.fr\)](http://www.ird.fr)
- BAMBARA Cheick Aboubacar.** 2017. *Effets des fientes de volaille sur les propriétés chimiques du sol et le rendement paddy du riz pluvial strict en zone sud soudanienne du Burkina Faso.* [Mémoire de fin d'études. INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL (IDR). <https://beep.ird.fr/collect/upb/index/assoc/IDR-2017-BAM-EFF/IDR-2017-BAM-EFF.pdf>
- Banque mondiale.** 2020. *Croissance de la population (% annuel) - Cote d'Ivoire.* <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/SP.POP.GROW?end=2020&locations=Ci&start=1961>
- BECHI Grah Félix.** 2018. *Répartition des activités agricoles sur les marges de la ville de Bouaké.* Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire). http://www.revue-geotrope.com/update/root_revue/20181202/15-article-BECHIR.pdf
- BERGER M.** 1996. *L'amélioration de la fumure organique en Afrique Soudano-sahélienne.* Agriculture et développement : numéro hors-série.
- Chambre d'Agriculture région Nord-Pas de Calais.** 2018. *ETUDE PREALABLE A LA VALORISATION DES DIGESTATS EN AGRICULTURE.* <https://www.nord.gouv.fr/content/download/58115/369632/file/Etude%20pr%C3%A9alable%20%C3%A0%20la%20valorisation%20des%20digestats%20en%20agriculture%20ENERGIE%20VERETE%20U%20BAYARD%20%C3%A0%20ESTAIRES.pdf>

CIRAD. 2019. *Etude d'identification et d'analyse des contraintes à la production maraîchère selon les grandes zones agro-climatiques de la Côte d'Ivoire.* [Rapport d'expertise, PS N°009/FIRCA/DCARA/PRO2M].

<https://agritrop.cirad.fr/591600/1/Rapport%20complet%20Maraichage%20RCI%20CIRAD%20FIRCA%20VF%20%202019.pdf>

CIRAD. 2017. *Les pratiques de production et de distribution de la « fiente de poulet » en Côte d'Ivoire.* Dans le cadre du projet « Innovations paysannes et résilience au changement climatique dans les cacaoyères de Côte d'Ivoire » du « Programme d'Appui à la Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle en Afrique de l'Ouest » (PASANAQ).

https://www.nitidae.org/files/5054ddd1/les_pratiques_de_production_et_de_distribution_de_la_fiente_de_poulet.pdf

CORPEN. 2006. *Des indicateurs d'azote.* OEB. <https://bretagne-environnement.fr/des-indicateurs-azote-pour-gerer-actions-maitrise-pollutions-echelle-parcelle-exploitation-territoire>

CORPEN. 2007. *Estimation des rejets d'azote, de phosphore et de potassium par les élevages avicoles.* Influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections.

[file:///C:/Users/user/AppData/Local/Packages/microsoft.windowscommunicationsapps_8wekyb3d8bbwe/LocalState/Files/S0/292/Attachments/Corpen_2007_10_rejet_elevage_avicole\[6938\].pdf](file:///C:/Users/user/AppData/Local/Packages/microsoft.windowscommunicationsapps_8wekyb3d8bbwe/LocalState/Files/S0/292/Attachments/Corpen_2007_10_rejet_elevage_avicole[6938].pdf)

CORPEN. 2001. *Normes CORPEN pour l'estimation de l'azote produit sur l'exploitation.* (circulaire PMPOA n° 5010 du 15 mai 2003).

[file:///C:/Users/user/AppData/Local/Packages/microsoft.windowscommunicationsapps_8wekyb3d8bbwe/LocalState/Files/S0/292/Attachments/Normes-Corpen_animaux\[6941\].pdf](file:///C:/Users/user/AppData/Local/Packages/microsoft.windowscommunicationsapps_8wekyb3d8bbwe/LocalState/Files/S0/292/Attachments/Normes-Corpen_animaux[6941].pdf)

DE GUARDIA Amaury. 2018. *Compostage et Composts. Avancées scientifiques et techniques.* Paris : Ed. Lavoisier, 645 p. ISBN 978-2-7430-2359-1

DE ROUW Anneke, RAJOT Jean Louis, SCHMELZER Gaby. 1998. *Effets de l'apport de bouses de zébus sur les composantes du rendement du mil, sur les mauvaises herbes et sur l'encroûtement superficiel du sol au Niger.* ResearchGate – La conduite du champ cultivé :

https://www.researchgate.net/publication/32968961_Effets_de_l'apport_de_bouses_de_zebus_sur_les_composantes_du_rendement_du_mil_sur_les_mauvaises_herbes_et_sur_l'encroûtement_superficiel_du_sol_au_Niger

DIABATE Aly, ACHIMI Barriatou'lah. 2010. *Gestion et recyclage des déchets organiques en Côte d'Ivoire.* Etude sectorielle. <http://entrepreneurcorner.org/wp-content/uploads/2020/10/Etude-Sectorielle-Gestion-de-Dechets-Organiques-en-CIV.pdf>

DIALLO Souleymane. 2022. *Rapport d'exploitation hebdomadaire de la STBV de Bouaké du 14 au 20 Février 2022.* ONAD

D. SORO1, S. BAKAYOKO, D. DAO, T. BI TRA, P. ANGUI et O. GIRARDIN. 2011. *Diagnostic de la fertilité du sol au Centre-Nord de la Côte d'Ivoire.* AJOL, Vol. 23 No. 3.

<https://www.ajol.info/index.php/aga/article/view/77817>

DUGUE Patrick, KONE Fahiraman Rodrigue, KONE Gnagandjomon. 2010. *Gestion des ressources naturelles et évolution des systèmes de production agricoles des savanes de Côte d'Ivoire : conséquences pour l'élaboration des politiques agricoles.* Cirad-TERA PAF - Programme Agriculture

Familiale. Université de Bouaké, Côte d'Ivoire. HAL – Science ouverte. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00128892>

DUPONT François. 2019. *Evaluation de la valeur économique de la paille*. INOSYS Grandes cultures. Chambre d'agriculture de Vienne.

FAO. 2014. *Bioénergie et sécurité alimentaire : évaluation rapide*. BEFS. 6p. <https://www.fao.org/3/bp843f/bp843f.pdf>

FAO. 2018. *Les 10 éléments de l'agroécologie – Guider la transition vers des systèmes alimentaires et agricoles durables*. I9037FR. <https://www.fao.org/3/i9037fr/i9037fr.pdf>

FAO. 2017. *RECENSEMENT DES EXPLOITANTS ET EXPLOITATIONS AGRICOLES 2015/2016*. Ministère de l'agriculture et du développement rural direction générale de la planification des statistiques et des projets direction des statistiques, de la documentation et de l'informatique. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/wca/docs/CIV_FRE_REP_PRELIMINARY_2015_VOL1.pdf

FIRCA, CIRAD. 2019. *Etude d'identification et d'analyse des contraintes à la production maraîchère selon les grandes zones agro-climatiques de la Côte d'Ivoire*. PROGRAMME D'APPUI AU DEVELOPPEMENT DES FILIERES MANIOC ET MARAICHERS EN COTE D'IVOIRE (PRO2M). AGRITROP. PS N°009/FIRCA/DCARA/PRO2M/2018 : <https://agritrop.cirad.fr/591600/1/Rapport%20complet%20Maraichage%20RCI%20CIRAD%20FIRCA%20VF%20%202019.pdf>

FRIDE LE CHAU B., LHUILLIER H, P. MICH A UD P., RIPAILLES C. 1964. *Etude régionale de Bouaké, Etude des sols*. BUREAU DE CONCEPTION, DE COORDINATION ET D'EXPLOITATION DES ETUDES REGIONALES DE LA REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE 1962-1965. https://ireda.ceped.org/inventaire/ressources/civ-1961-1968-onc-bou-o16_etude_des_sols_d11.pdf

GEVALOR. 2015. *Final Report : Study of the recycling of organic waste in the Abidjan district to reduce short-lived climate pollutants*. Abidjan : GIRUS, 35p. (Nous faisons grandir vos projets). https://www.waste.ccoalition.org/sites/default/files/files/organic_waste_study_english_1.pdf

GNAGNE Théophile. 2003. *Stratégie de gestion des boues de vidange issues des fosses septiques et des latrines dans une ville de plus de 500 000 habitants*. Bouaké, Côte d'Ivoire. A02 – Assainissement : 2p. https://www.pseau.org/epa/gdda/Actions/Action_A02/Resume_A02.pdf

GOMGNIMBOU Alain P.K. et al. 2019. *Effets à court terme de l'application des fientes de volaille sur le rendement du maïs (Zea mays L.) et les caractéristiques chimiques d'un sol ferrallitique dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso*. Int. J. Biol. Chem. Sci. 13(4): 2041-2052. <file:///C:/Users/user/Downloads/190986-Article%20Text-484546-1-10-20191108.pdf>

GOMGNIMBOU Alain P.K. 2014. *La gestion des déjections animales dans la zone périurbaine de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) : structure des élevages, perception de leur impact environnemental et sanitaire, perspectives*. Cahiers Agricultures 23(6):393-402. https://www.researchgate.net/publication/306264717_La_gestion_des_dejections_animales_dans_la_zone_periurbaine_de_Bobo-Dioulasso_Burkina_Faso_structure_des_elevages_perception_de_leur_impact_environmental_et_sanitaire_perspectives

GRISSA H. 2017. *Gestion organique des sols et compostage*. FAO

HUSSEIN Karim. 2008. *Cotton in West and Central Africa: Role in the regional economy & livelihoods and potential to add value.* FAO, IFAD, Rome. <https://www.fao.org/3/i0709e/i0709e05.pdf>

INS. 2014. *Répertoire des localités : Région du GBÈKÈ.* <http://www.ins.ci/documents/rgph/GBÈKE.pdf>

JOURDA Jean Patrice. 2009. *Situation de la gestion des eaux souterraines en côte d'ivoire. Forum pour la gestion durable des ressources en eaux souterraines dans le bassin de la Volta* Ange Hill Hotel, Accra-Ghana, 39p. <https://docplayer.fr/62945932-Situation-de-la-gestion-des-eaux-souterraines-en-cote-d-ivoire.html>

KODWO Miezah, KWASI Obiri-Danso, ZSOFIA Kádár, FEI-BAFFOE Bernard. 2015. *Caractérisation et quantification des déchets solides municipaux en tant que mesure de gestion efficace des déchets au Ghana.* ResearchGate, in Waste management : file:///C:/Users/user/Downloads/Municipal_solid_waste_characterization_and_quantif.pdf

KOFFI Yéboué, KOUASSY Stéphane. 2017. *Les quartiers de la guerre à Korhogo entre conflits fonciers et lutte d'insertion, In Ville Société Territoire (VST),* p.1 N'bessa Benoît., 2004, Politique du sol et du logement, Cotonou, UAC, 20 p.

K. P. AKANZA1, S. SANOGO, C. K. KOUAKOU, H. A. N'DA1, A. YAO-KOUAME. 2014. *Effets de la fertilisation sur la fertilité des sols et les rendements : incidence sur le diagnostic des carences du sol.* CNRA. 99p. ISSN 1813-3290 : https://revist.net/REVIST_24/REVIST_24_19.pdf

LAGRANGE Hélène. 2022. *COMMENT ESTIMER LES VALEURS FERTILISANTES DES PRODUITS ORGANIQUES ?* Arvalis.info.fr. <https://www.arvalis-infos.fr/integrer-les-valeurs-fertilisantes-des-produits-organiques-dans-le-plan-de-fumure-@/view-12357-arvarticle.html#:~:text=ARVALIS%20propose%20depuis%202021%20un,%2C%20phosphore%2C%20potassium%20et%20magn%C3%A9sium>.

LANDAIS Etienne, LHOSTE Philippe. 1993. *Systèmes d'élevage et transferts de fertilité dans la zone des savanes africaines.* CIRAD. (ORSTOMn n°38596) : https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/b_fdi_33-34/38596.pdf

LE GUEN Tanguy. 2004. *Le développement agricole et pastoral du Nord de la Côte-d'Ivoire : problèmes de coexistence.* Open Editions Journals. Electronic ISSN 1961-8603 : <https://journals.openedition.org/com/563?lang=en>

LOUPPE Dominique. 2003. *Anacardier.* CIRAD. ResearchGate : 2p. <file:///C:/Users/user/Downloads/Anacardier.pdf>

Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire. 2017. *La pisciculture : production et consommation* : <https://agriculture.gouv.fr/la-pisciculture-production-et-consommation>

Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. 2017. *Répertoire des sociétés coopératives.* [https://www.agriculture.gouv.ci/uploads/Repertoire_des_soci%C3%A9t%C3%A9s_coop%C3%A9ratives_FILIERES_2017_\(2\).pdf](https://www.agriculture.gouv.ci/uploads/Repertoire_des_soci%C3%A9t%C3%A9s_coop%C3%A9ratives_FILIERES_2017_(2).pdf)

MIRAH. 2022. *Rapport d'activité 2021.* 12p

N'DA N'DRI Marius. 2020. *Evaluation de la gestion environnementale dans les unités de transformation de bois en Côte d'Ivoire en vue d'une certification OLB.* [Mémoire, Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire]. <https://www.yumpu.com/fr/document/view/65909105/nda-ndri-marius-memoire-master-qsh-universite-nangui-abrogoua-2021-corrige>

N'DIENOR Moussa. 2012. *Description des UP (Unité de Production) et des UC (Unité de Consommation) de PRO (produits résiduels organiques) dans le bassin maraîcher de Rufisque (Sénégal).* (N° 224), pages 299 à 314. CAIRN. <https://www.cairn.info/revue-pour-2014-4-page-299.htm>

NGAHANE Emilienne Laure, GARNIER Julien, BROMBLET Hélène, VANIE Charles. 2021. *Axes stratégiques pour la pérennisation d'unités de compostage en Afrique : cas de Bouaké en Côte-d'Ivoire.* HAL – Science ouverte. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03159624>

Nitidae. 2018. *Etude d'orientation de la politique énergie et climat de la commune de Bouaké.* Bovive-CD. [file:///C:/Users/user/Downloads/nitid%C3%A6_Rapport%20diagnostic%20Bouak%C3%A9_16072018_clean%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/nitid%C3%A6_Rapport%20diagnostic%20Bouak%C3%A9_16072018_clean%20(2).pdf)

Nitidae. 2015. *Marchés d'intérêt national et international en Côte d'Ivoire.* Analyse Diagnostic. Etude de préféabilité. https://www.nitidae.org/files/7913458e/etude_compleete_de_prefaisabilite_pour_evaluer_la_pertinence_de_la_mise_en_place_d_un_ou_des_marches_de_gros_en_cote_d_ivoire.pdf

Nitidae. 2022. Vidéo de présentation finale des actions réalisées dans le cadre du projet Agrovalor. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=Rq_5S6bTqEE

OLLO Sib, HAVARD Michel, VALL Eric. 2014. *Analyse de la diversité et de la dynamique des systèmes agraires : cas des exploitations agropastorales de la région de Korhogo (Côte d'Ivoire).* ResearchGate. Project: Co-coordinator of a research and training platform in partnership « Agro-silvo-pastoral systems in West Africa ». Partners (CIRDES, INERA, IDR, Burkina Faso ; IER, Mali ; UPGC, Ivory Coast). https://www.researchgate.net/publication/274217134_Diversite_et_dynamique_des_systemes_agraires_et_des_exploitations_agropastorales_de_la_region_de_Korhogo_Cote_d'Ivoire

PAILLAT et al. 2016. *Le recyclage des résidus organiques : Regards sur une pratique agro-écologique.* Versailles : Ed. Quae, 264 p. (Matière à débattre et décider) ISBN 978-2-7592-2562-0

Province Sud, Nouvelle-Calédonie. 2019. *VALORISATION DES DÉCHETS ORGANIQUES ISSUS DES ÉLEVAGES HORS-SOL AFFAIRE N°3129_VO : 3129 Rapport DOHS phase 2 hors annexes.pdf (province-sud.nc)*

PUGNET Virginie. 2018. *Fiche pays producteur : La mangue en Côte d'Ivoire.* FRuiTROP, n°255. 82p. [file:///C:/Users/user/Downloads/F255+fiche+mangue+cote+ivoire+FRA%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/F255+fiche+mangue+cote+ivoire+FRA%20(1).pdf)

RABETOKOTANY RARIVOSON Nantenaina. 2022. *Organic resources from Madagascar: Dataset of chemical and near-infrared spectroscopy measurements.* ELSEVIER. [file:///C:/Users/user/AppData/Local/Packages/microsoft.windowscommunicationsapps_8wekyb3d8bbwe/LocalState/Files/S0/292/Attachments/1-s2.0-S2352340922005510-main\[6820\].pdf](file:///C:/Users/user/AppData/Local/Packages/microsoft.windowscommunicationsapps_8wekyb3d8bbwe/LocalState/Files/S0/292/Attachments/1-s2.0-S2352340922005510-main[6820].pdf)

RADANIELINA Mamy Harimisa. 2018. *Co-valorisation énergie et matière des résidus agricoles par pyro-gazéification.* [Thèse, Université d'Antananarivo], HAL-Thèses. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01894975>

RAJAONARIVELO Annie D'Arc. 2014. *Contribution à la valorisation des balles de riz sur l'horticulture dans la commune urbaine.* [Mémoire de fin d'étude, Ecole supérieure des sciences agronomiques, Université d'Antananarivo]. **Error! Hyperlink reference not valid.**

RONEAD. 2014. *DIAGNOSTIC DE LA FILIERE MAÏS EN CÔTE D'IVOIRE.* Projet « Redynamiser les productions, l'accès au marché et le conseil agricole pour les filières vivrières et commerciales du Nord

de la Côte d'Ivoire ». Programme FLEX-FED/2013/324 233.
https://www.nitidae.org/files/cfd69c6f/diagnostic_de_la_filiere_mais_en_cote_d_ivoire_rongead_2014.pdf

RUPELLAN Alain. 1984. *Pédologie et développement : la science du sol française au service du développement des pays du Tiers Monde.* Paris (FRA) ; Paris : AFES ; ORSTOM, 1984, 14 p. multigr. Célébration du Cinquantenaire de l'Association Française pour l'Etude du Sol : Conférence, Paris (FRA) : <https://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010043375>

RUF François, KONE Siaka, BEBO Boniface. 2019. Le boom de l'anacarde en Côte d'Ivoire : transition écologique et sociale des systèmes à base de coton et de cacao. ResearchGate. Cahier d'agriculture : https://www.researchgate.net/publication/336803335_Le_boom_de_l'anacarde_en_Cote_d'Ivoire_t_ransition_ecologique_et_sociale_des_systemes_a_base_de_coton_et_de_cacao

SANGARÉ Nouhoun, DOHO André, TCHAN Bi, KOUAKOU Bah, KOFFI Brou Émile. 2020. Dynamique urbaine et gouvernance des quartiers périurbains dans la ville de Korhogo (Côte d'Ivoire) de 2002 à 2020. http://www.revue-geotrope.com/update/root_revue/20210601/9-Article-SANGARE.pdf

SATEGE. 2013. *Les effluents d'élevage : mieux les connaître pour bien les valoriser.* 2p. Chambre de l'Agriculture, Somme. https://hautsdefrance.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Hauts-de-France/les_effluents_delevage.pdf

SCHEINBERG Anne, GACHUGI Joyce. 2011. *Valorisation durable des déchets organiques urbains : aperçu des études de cas africaines.* ResearchGate – Biologie végétale. https://www.researchgate.net/publication/239847141_Sustainable_valorisation_of_organic_urban_wastes_insights_from_African_case_studies

SORO Doudjo. 2020. *Valorisation de la pomme de cajou en bioproduits : jus, vin, vinaigre et biscuits.* LAUREATS CIAD 2019. FCIAD : <https://firca.ci/fciad/equipe-soro-doudjo-valorisation-de-la-pomme-de-cajou-en-bioproduits-jus-vin-vinaigre-et-biscuits/>

SORO Nambéguékone, ATCHIMAN Alain. 2019. *Caractéristiques du relief et répartition de l'habitat dans la ville de Bouaké.* DALOGE-Revue de Géographie de l'Université Jean-Lorougnon (Daloa, Côte d'Ivoire). <https://www.revuegeo-univdaloa.net/fr/publication/caracteristiques-du-relief-et-repartition-de-lhabitat-dans-la-ville-de-bouake>

SPONG. 2020. *Etat des lieux de la filière gestion des boues de vidange et l'impact de la gestion de la chaîne de valeur des boues de vidange à Ouagadougou.* Burkina Faso : Niyel.net, 2p. (Assainir Ordures et Liquides). <http://www.coalition-eau.org/wp-content/uploads/etude-gbv-burkina-faso-spong.pdf>

UEMOA. 2007. *The White Gold from West Africa Conquering the World Market.* Cotton from UEMOA : <https://afcot.org/wp-content/uploads/2019/07/West-African-Cotton-Brochure-ENGLISH.pdf>

UNCTAD. 2017. *Promoting cotton by-products in Eastern and Southern Africa.* National capacity-building workshop. https://unctad.org/system/files/official-document/Concept_note_Zambia_national_workshop_final.pdf

VAKARAMOKO Bamba, KOFFIE Bikpo Céline Yolande. 2019. *Les Acteurs Du Transport Des Produits Vivriers Au Marche De Gros De Bouake (Côte d'Ivoire).* European Scientific Journal January 2019 edition Vol.15, No.2 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431169 Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire.

[https://www.academia.edu/38328346/Les Acteurs Du Transport Des Produits Vivriers Au Marche De Gros De Bouake C%C3%B4te d Ivoire](https://www.academia.edu/38328346/Les_Acteurs_Du_Transport_Des_Produits_Vivriers_Au_Marche_De_Gros_De_Bouake_C%C3%B4te_d_Ivoire)

WEIL A., DUVAL J. 2009. *Amendements et fertilisation*. Chapitre 12. *Les amendements organiques : fumiers et compost*. Manuscrit du Guide de gestion globale de la ferme biologique et diversifiée. 2009. Disponible sur : [MARAI-chapitre 12-Amendements-SM \(agrireseau.net\)](#)

YEO D., DONGO K., MERTENAT A., LÜSSENHOP P., KÖRNER I., ZURBÜG C. 2020. *Material flows and greenhouse gas emissions reduction potential of decentralized composting in Sub-Saharan Africa : A case study in Tiassalé, Côte d'Ivoire*. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020; 17(19):7229.

YIRENYA-TAWIAH, D. et al. 2020. *Les déchets urbains en tant que ressource : le cas de l'utilisation des déchets organiques pour améliorer la productivité agricole Projet à Accra, au Ghana*. Dans: Hettiarachchi, H., Caucci, S., Schwärzel, K. (eds) *Organic Waste Composting through Nexus Thinking*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-36283-6_6

Annexes

Annexe 1 : Chronogramme de la mission terrain

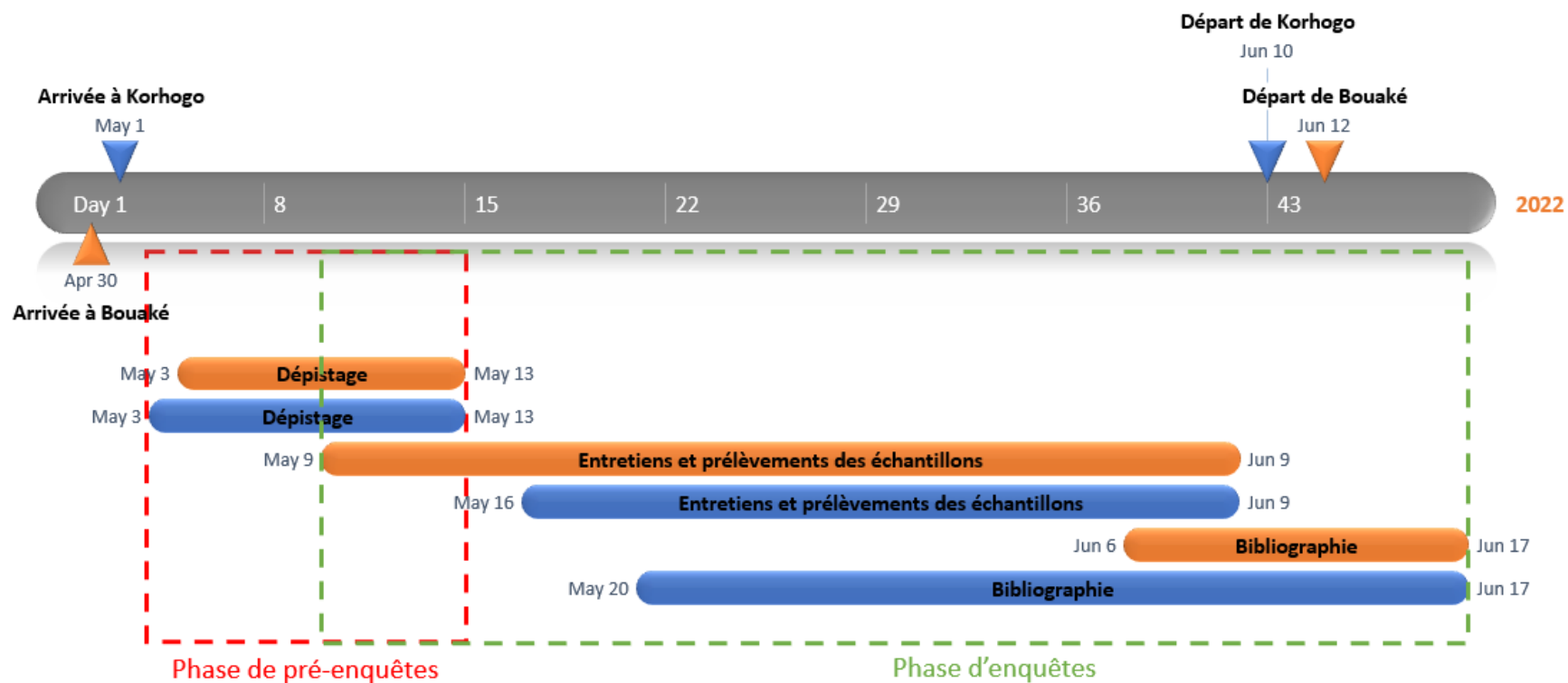


Figure 14: Chronogramme de la collecte de données sur le terrain (source : MJE ENAWA, 2022)

Annexe 2 : Zonage et maillage de Bouaké

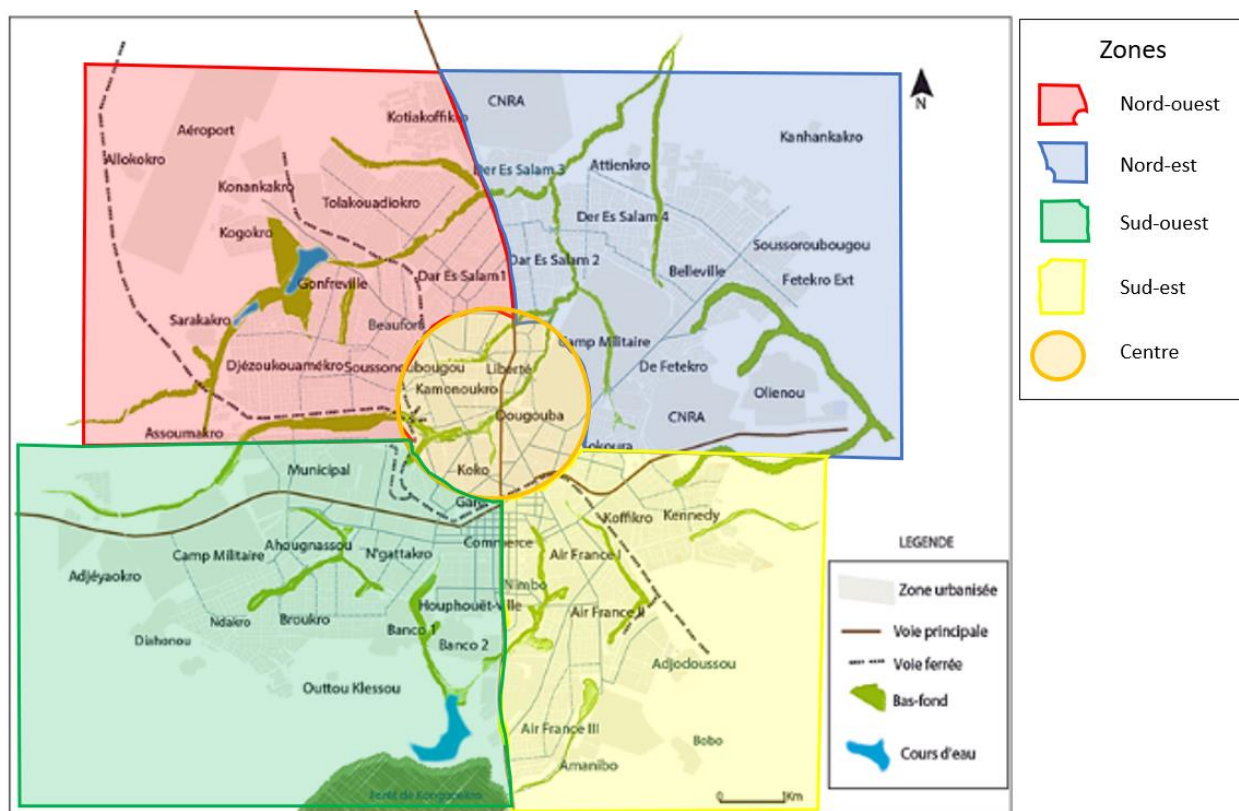
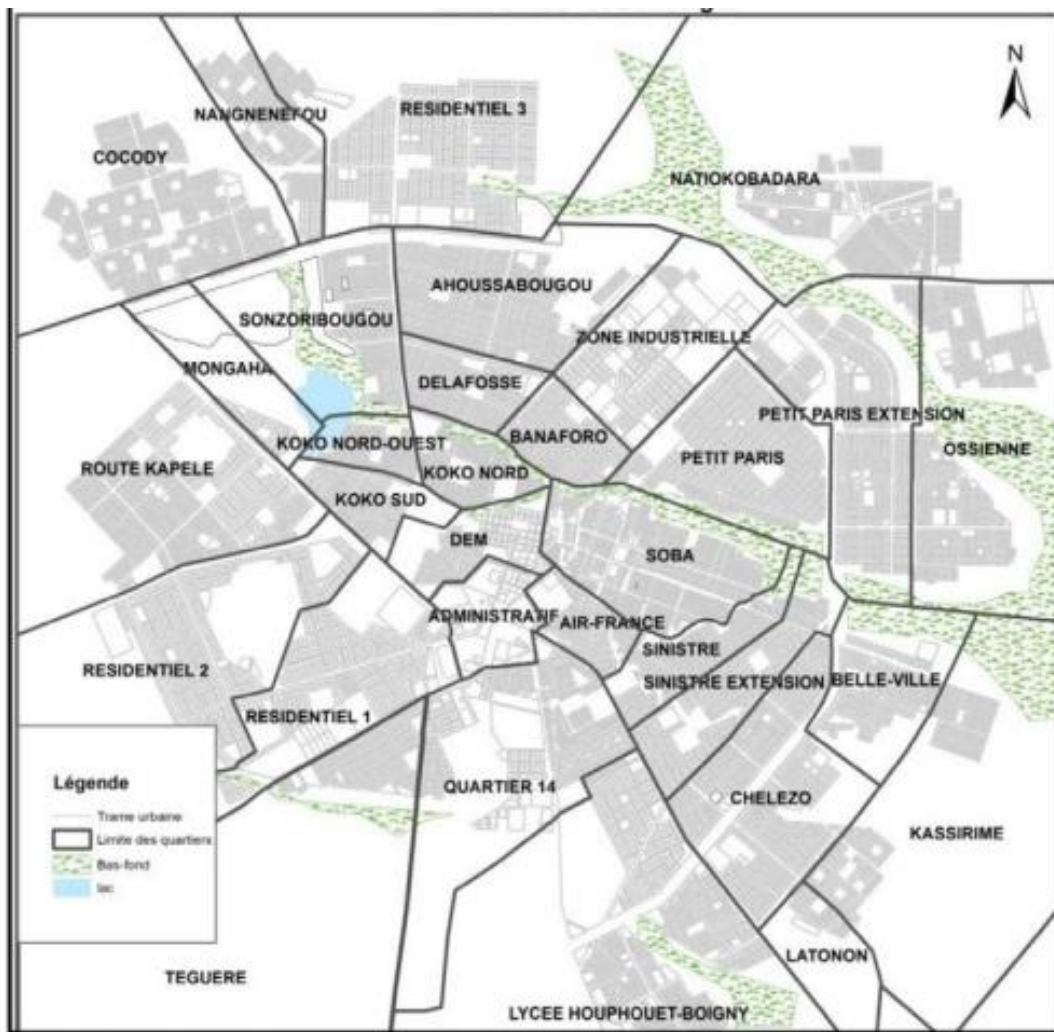


Figure 15: Carte du zonage de Bouaké (source : Konan A J-M, 2015 & modifications : MJE ENAWA)

Annexe 3 : Zonage de Korhogo



Source: Nos enquêtes 2016

Conception: DINDJ Roger

Réalisation: ZEREGBE Cyrille

Figure 16: Carte du zonage de Korhogo (source : Nos enquêtes, 2016)

Annexe 4 : Tableau du nombre d'enquêtes réalisées par filière et par zone à Bouaké

Tableau 9: Tableau du nombre d'enquêtes réalisées par filière et par zone à Bouaké (source : MJE ENAWA, 2022)

Filière	Activité	NO	NE	SO	SE	Centre	TOTAL	Pourcentages (%)	
Production animale	Volaille	21	27	30	26		104	43,5	77,4
	Bovin	5	13	1	5	1	25	10,5	
	Porcin	1	6	1	6		14	5,9	
	Caprin	4	2	2	1	1	10	4,2	
	Ovin	4	8	1	1	1	15	6,3	
	Cunicole	1	1	6	2		10	4,2	
	Piscicole	1		3	3		7	2,9	
Production végétale	Maraîchage	2	2	5	1		10	4,2	11,7
	Vivrier		5	4	3		12	5,0	
	Riziculture	2	1	1	1		5	2,1	
	Production d'anacarde	1					1	0,4	
Production agro-industrielle	Agro-industries	4	1	4	3	2	14	5,9	10,0
	Grossistes					5	5	2,1	
	Abattoirs		2		1	1	4	1,7	
	STBV				1		1	0,4	
Unité de méthanisation			1				1	0,45	0,45
Unité de compostage				1			1	0,45	0,45
TOTAL		46	69	59	54	11	239	100	100

Annexe 5 : Prix de vente et logistique des PRO à Bouaké et à Korhogo

Tableau 10: Prix de vente et logistique des PRO à Bouaké et à Korhogo (source : MJE ENAWA, 2022)

Type de PRO	Moyens de transport	Prix de vente Bouaké (FCFA/kg)	Prix de vente Korhogo (FCFA/kg)
Fumier de bovins	Tricycle, brouette, moto	Don	10-13
Lisier de porcs	Moto	0	16
Fientes + litière	Tricycle, brouette, moto, camion	5-300	10
Excréments de lapins	Brouette, tricycle, camion	6	/
Fumier ovins/caprins	Brouette, tricycle	Inconnu	10-20
Boue stabilisée	Tricycle, camion	/	Don
Boue non traitée	Aucun	/	/
Balle de riz	Camion	Inconnu	13
Farine basse	Tricycle	/	35-40
Déchets de mangue	Aucun	/	Jeté
Pomme d'anacarde	Aucun	Jeté	Jeté
Fico	Camion	Confidentiel	Inconnu
Graines de coton	Camion	/	100
Poussières de riz	Aucun	/	Jeté
Digestat de karité	Aucun	/	Jeté
Tourteau solide	Aucun	/	Autoconsommé (combustible)
Cendre	Aucun	/	Autoconsommé ou jeté
Déchets d'abattoir	Aucun	Jeté	Jeté
Anacarde pourrie	Tricycle, camion	100	/
Coque d'anacarde	Camion	10-100	/
Membrane d'anacarde	Camion	5	/
Pelures de manioc	Moto, tricycle	12.5	20

Annexe 6 : Répartition des PRO générés par secteurs à Korhogo

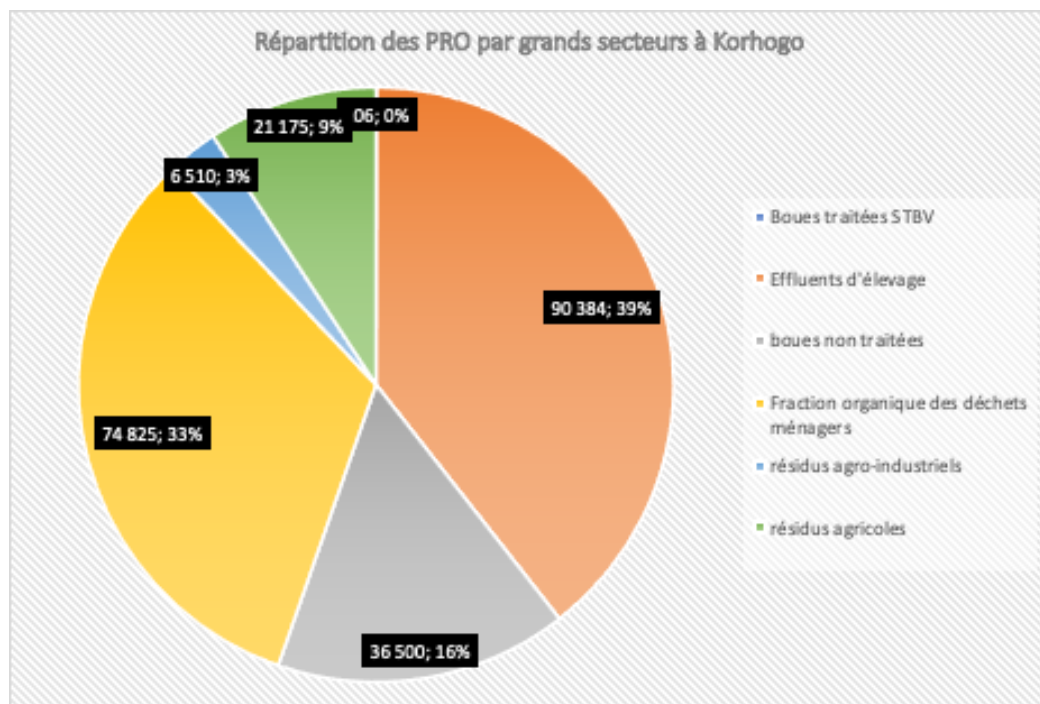


Figure 17: Graphique de la répartition des PRO générés par secteurs à Korhogo (source : MJE ENAWA, 2022)

Annexe 7 : Répartition des PRO générés par secteur à Bouaké

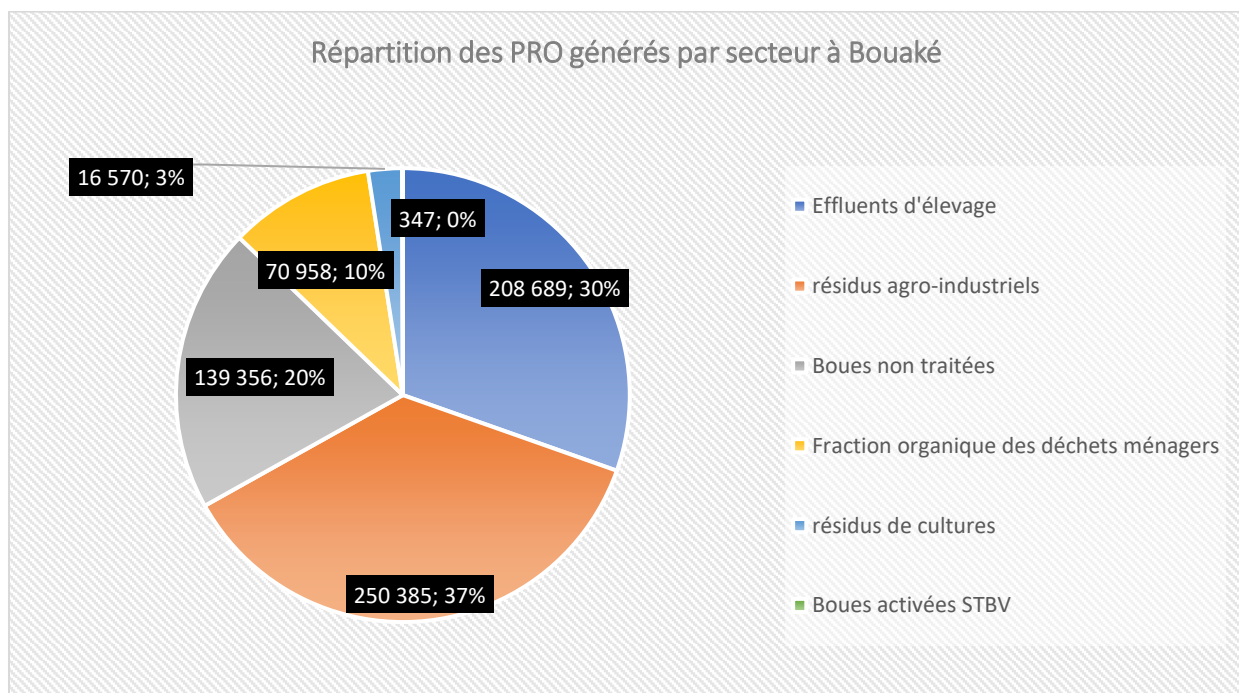


Figure 18: Graphique de la répartition des PRO générés par secteurs à Bouaké (source : MJE ENAWA, 2022)

Annexe 8 : Caractérisation qualitative des PRO recensés à Bouaké et à Korhogo

Tableau 11: Tableau de la caractérisation qualitative des PRO recensés à Bouaké et à Korhogo (source : MJE ENAWA, 2022)

Type de PRO	N	P	K	Taux de MS (%)	Taux de C organique	C/N	Sources
Fiente de volaille (chair) + balle de riz	3.92 (kg/t)	2.38 % MS	1.60% MS	85	29.29	7.4	Le recyclage des résidus organiques, Paillat <i>et al.</i> (2016)
Fiente de volaille (pondeuse) + balle de riz	6.50 (kg/t)	2.42% MS	2.37% MS	78	27.80	4.3	Le recyclage des résidus organiques, Paillat <i>et al.</i> (2016)
Boue de bassin piscicole	1 (kg/t)	0.49 (kg/t)	1.7 (kg/t)	35			VALEUR FERTILISANTE DES BOUES PISCICOLES, Ministère de l'agriculture (2018)
Fiente de volailles (pintade) + balle de riz	3.2 (kg/t)	2.5 (kg/t)	2.0 (kg/t)				Organic resources from Madagascar: Dataset of chemical and near-infrared spectroscopy measurements, MASSE D <i>et al.</i> (2022)
Lisier de porc N0377	1.89 (kg/t)	2.85 (kg/t)	1.48 (kg/t)				Organic resources from Madagascar: Dataset of chemical and near-infrared spectroscopy measurements, MASSE D <i>et al.</i> (2022)
Boues séchées (engrais organique)	7 (kg/t)	7 (kg/t)	15 (kg/t)				Dossier de déclaration des épandages de boues, Valbé (2021)
Pelure de manioc	1%	1,6%	1,1%		48,7%		<i>Comparison of biogas productivity of cassava peels mixed in selected ratios with major livestock waste types</i> , Adelekan and Bamgboye (2009)
Bouse de zébu	1.60 (kg/t)	0.31% MS	1.66% MS	80	31.36 Kg/T	16.2	<i>Le recyclage des résidus organiques</i> , Paillat <i>et al.</i> (2016)
Boues non traitées	250mg/L	44,4 mg/L		20	372,1 mg/L	1.49	ONAD
Boues traitées	5050mg/kg	5645 mg/kg	3918mg/kg	95,35	69200mg/kg	13.70	ONAD
Tourteau liquide de karité	0,84%			78,75	3,20%		ONG Nitidae
Digestat karité	0,67%	235 mg/L	449,12 mg/l	58,75	1,46%		ONG Nitidae
Déchets ménagers fermentescibles	11 (kg/t)	5 (kg/t)	6.6 (kg/t)				Comment estimer les valeurs fertilisantes des produits organiques ? Lagrange H. (2022)
Déchets de panse et sang	1,65g/kg	0,70% de la MS	0,50%de la MS	68	35,1g/kg	21,3	Le recyclage des résidus organiques, Paillat <i>et al.</i> (2016)

Annexe 9 : Calcul des coûts d'opportunités de l'utilisation de l'engrais organique

Tableau 12: Tableaux de calcul des coûts d'opportunités de l'utilisation de l'engrais organique pour la culture de maïs et le maraîchage (source : MJE ENAWA, 2022)

	Maïs	Maraichage			
Besoin en N	150	120			
Fourniture d'un sac	7,5	7,5			
Nombre de sacs nécessaires	20	16			
Prix d'un sac	37 000	37000			
Coût	740000	592000			
		Maïs			
	Fientes de volaille chair	Fientes de volaille pondeuses	Bouse de bovin	Lisier de porcs	Moy volaille
Quantité N (Kg/T)	3,92	6,50	1,60	1,89	
Quantité nécessaire (en T)	38,27	23,08	93,75	79,37	
Prix d'une Tonne	10 000,00	10 000,00	12 500,00	16 000,00	
Prix d'achat	382 653,06	230 769,23	1 171 875,00	1 269 841,27	306 711,15
		Moyenne	916 142,47		
		Maraichage			
	Fientes de volaille chair	Fientes de volaille pondeuses	Bouse de bovin	Lisier de porcs	Moy volaille
Quantité N (Kg/T)	3,92	6,50	1,60	1,89	
Quantité nécessaire (en T)	30,61	18,46	75,00	63,49	
Prix d'une Tonne	10 000,00	10 000,00	12 500,00	16 000,00	
Prix d'achat	306 122,45	184 615,38	937 500,00	1 015 873,02	245 368,92
		Moyenne	732 913,98		
50-50					
	Maïs	Maraichage			
Besoin en N	75	60			
Fourniture d'un sac	7,5	7,5			
Nombre de sacs nécessaires	10	8			
Prix d'un sac	37 000	37000			
Coût	370000	296000			
		Maïs			
	Fientes de volaille chair	Fientes de volaille pondeuses	Bouse de bovin	Lisier de porcs	Moy volaille
Quantité N (Kg/T)	3,92	6,50	1,60	1,89	
Quantité nécessaire (en T)	19,13	11,54	46,88	39,68	
Prix d'une Tonne	10 000,00	10 000,00	12 500,00	16 000,00	
Prix d'achat	191 326,53	115 384,62	585 937,50	634 920,63	153 355,57
		Moyenne	458 071,24		
		Maraichage			
	Fientes de volaille chair	Fientes de volaille pondeuses	Bouse de bovin	Lisier de porcs	Moy volaille
Quantité N (Kg/T)	3,92	6,50	1,60	1,89	
Quantité nécessaire (en T)	15,31	9,23	37,50	31,75	
Prix d'une Tonne	10 000,00	10 000,00	12 500,00	16 000,00	
Prix d'achat	153 061,22	92 307,69	468 750,00	507 936,51	122 684,46
		Moyenne	366 456,99		

Annexe 10 : Nomenclature des PRO recensés

Tableau 13: Tableau de la nomenclature des types de PRO recensés (source : MJE ENAWA, 2022)

Secteur	Type de PRO
Élevage	Fientes de volaille
	Litière de volaille (fiente + balle de riz
	Litière de volaille (fiente + balle de riz + broyats de maïs)
	Excrément de lapin
	Mélange fiente de volaille + copeaux de bois
	Bouse de bovin
	Fumier caprin
	Fumier ovin
	Fumier ovin/caprin
	Litière d'ovin (crottin + sciure de bois)
	Lisier de porc
	Excrément d'oie
	Excrément de canard
	Fiente de caille
Agro-industriel	Panse
	Sang
	Poussières de coton
	Digestat de karité
	Déchets de mangue
	Déchets d'abattoir
	Eaux usées d'IAA
	Poussières de riz
Urbain	Boues résiduelles
	Boues activées
	Déchets fermentescibles
	Déchets verts
Agricole	Pailles de riz
	Pailles de maïs
	Fanes d'arachide
	Résidus de culture maraîchères
	Tiges de manioc
	Résidus de récolte d'igname
	Résidus de récolte de manioc

Annexe 11 : Extraits des bases de données Excel des enquêtes menées à Bouaké et à Korhogo

ID	Localisation	X	Y	Nom_pro	Secteur_d	Type_d_a	Type_de	Precision	Quantite	Quantite	Quantite	Quantite	Quantite	Quantite	Quantite
7	6 Amanibo	7.6454763	-5.0211915	M._BINDE_S	Elevage	Cunicole	Crotte_de_la	Estimation_(	15	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
11	10 Adjijaoleno	7.6737238	-5.0801401	M._DEMBA	Elevage	Bovin	Bouse_de_ze	Estimation_(	10.5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
20	19 Broukro	7.6741824	-5.0564076	M._N_GUET	Elevage	Cunicole	Crotte_de_la	Estimation_(	8.4	0.29	0.29	0.29	0.58	0.58	0.58
21	20 Broukro	7.6741824	-5.0564076	M._N_GUET	Elevage	Cunicole	Urine_de_la	Estimation_(	1.2	0.041	0.041	0.041	0.083	0.083	0.083
24	24 Broukro	7.6691065	-5.0492084	Mme_SORO	Elevage	Caprin	Excrements	Estimation_(	1.44	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
25	25 Broukro	7.6691066	-5.0492085	Mme_SORO	Elevage	Cunicole	Crotte_de_la	Estimation_(	1.68	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
31	31 Kouassiblekr	7.6861733	-4.9581737	Mme_KOFFI	Elevage	Porcin	Lisier_de_po	Estimation_(	4.5	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3
32	32 Kouassiblekr	7.686289	-4.958266	Mme_DAHOU	Elevage	Porcin	Lisier_de_po	Estimation_(	2.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
33	33 Kouassiblekr	7.686071	-4.958593	Mme_COULI	Elevage	Porcin	Lisier_de_po	Estimation_(	6.6	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
40	40 Ahougnassoi	7.6762875	-5.0561406	M._TOURE_C	Elevage	Cunicole	Excrement_c	Estimation_(	3.64	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
48	49 Dar_Es_Salai	7.707592	-5.031385	M._KOUYATI	Elevage	Bovin	Bouse_de_ze	Estimation_(	2.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
49	50 Dar_Es_Salai	7.707593	-5.031386	M._KOUYATI	Elevage	Ovin	Excrements	Estimation_(	3.12	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
50	51 Broukro_3	7.6637435	-5.0663804	M._YAO_KOI	Elevage	Cunicole	Excrement_c	Estimation_(	38.33	3.194	3.194	3.194	3.194	3.194	3.194
51	52 Monastere_[	7.7131672	-4.9701863	M._KONE_Br	Elevage	Porcin	Lisier_de_po	Estimation_(	35	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92
52	53 Monastere_[	7.7131672	-4.9701863	M._COULIBA	Elevage	Porcin	Lisier_de_po	Estimation_(	23	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92
53	54 Monastere_[	7.7140038	-4.9695952	M._COULIBA	Elevage	Porcin	Lisier_de_po	Estimation_(	14	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
55	56 Monastere_[	7.7114418	-4.9729650	Mme_COULI	Elevage	Cunicole	Excrements	Estimation_(	76.65	6.39	6.39	6.39	6.39	6.39	6.39
59	60 Monastere_[	7.7114419	-4.9729651	Mme_COULI	Elevage	Porcin	Lisier_de_po	Estimation_(	3.3	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28

Figure 19: Extrait de la base de données Excel des enquêtes menées à Bouaké (source : MJE ENAWA, 2022)

ID	Localisation producteur	X	Y	Nom producteur	Secteur d'activité	Type d'activité / production	Effectif cheptel (si élevage)	Type de PRO
1	Obiato	9.4757227	-5.6144425	Seydou DOUMIA	Élevage	Ovins/caprins	6 783	fumiers ovins/caprin
2	Petit-Paris	9.461893	-5.6063198	Coopérative Tcheregnimin	agro-industrie	Beurre de karité		digestat
3	Petit-Paris	9.461893	-5.6063198	Coopérative Tcheregnimin	agro-industrie	Beurre de karité		condes
4	Petit-Paris	9.461893	-5.6063198	Coopérative Tcheregnimin	agro-industrie	Beurre de karité		tourteau solide
5	Natiokobadara	9.481351	-5.601902	Coopérative Tcheregnimin	agro-industrie	Beurre de karité		digestat
6	Natiokobadara	9.481351	-5.601902	Coopérative Tcheregnimin	agro-industrie	Beurre de karité		condes
7	Natiokobadara	9.481351	-5.601902	Coopérative Tcheregnimin	agro-industrie	Beurre de karité		tourteau solide
8	Mongaha	9.4670420	-5.6554555	Ivoire Organics	agro-industrie	Séchage de mangue		peaux + noyaux
9	Mongaha	9.4670420	-5.6554555	Ivoire Organics	agro-industrie	Séchage de mangue		fruits pourris
10	Dem	9.4526363	-5.6366877	Gninnangnon	agro-industrie	Séchage de mangue		Peaux + noyaux + fru
11	Résidentiel 3	9.4365188	-5.6291283	Yao Tropiques	agro-industrie	Séchage de mangue		peaux + noyaux
12	Résidentiel 3	9.4365188	-5.6291283	Yao Tropiques	agro-industrie	Séchage de mangue		fruits pourris
13	Petit-Paris	9.4726098	-5.6141545	COBEKO	agro-industrie	Séchage de mangue		peaux + noyaux
14	Petit-Paris	9.4726098	-5.6141545	COBEKO	agro-industrie	Séchage de mangue		fruits pourris
15	Lataha	9.5679138	-5.5902510	REPA-CI	agriculture	Anacarde		pomme d'anacarde
16	Lataha	9.5679138	-5.5902510	REPA-CI	Élevage	Bovins	124	fumiers bovins
17								
18								
19								
20	Nangnenefou	9.465008	-5.629158	Sogodogo Sina	Élevage	Ovins	30	Litière ovins
21	Nangnenefou	9.492507	-5.617412	Sogodogo Sina	Élevage	Bovins	15	fumiers bovins
22	Soba	9.4491718	-5.6209877	Boubakar Bari	Élevage	Bovins	100	fumiers bovins
23	Dokaha	9.418863	-5.655730	Konaté	Élevage	Volaille	16 000	litière volaille
24	Commerce	9.4597524	-5.6309478	Yassine Koné	agro-industrie	Volaille		déchets d'abattoir
25								

Figure 20: Extrait de la base de données des enquêtes menées à Korhogo (source : MJE ENAWA, 2022)

Annexe 12 : Diagrammes de Sankey

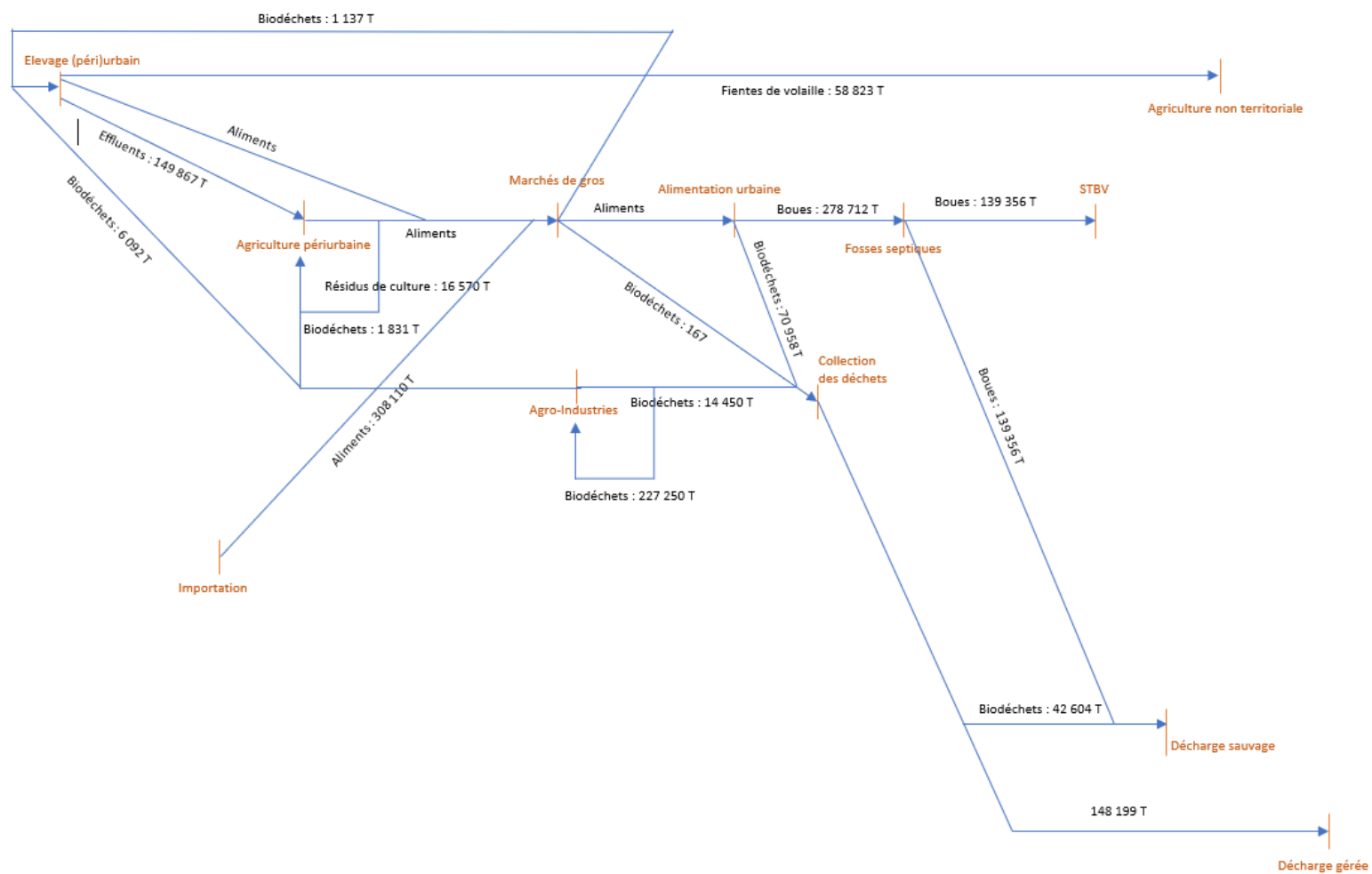


Figure 21: Diagramme de Sankey de la ville de Bouaké (source : MJE ENAWA, 2022)

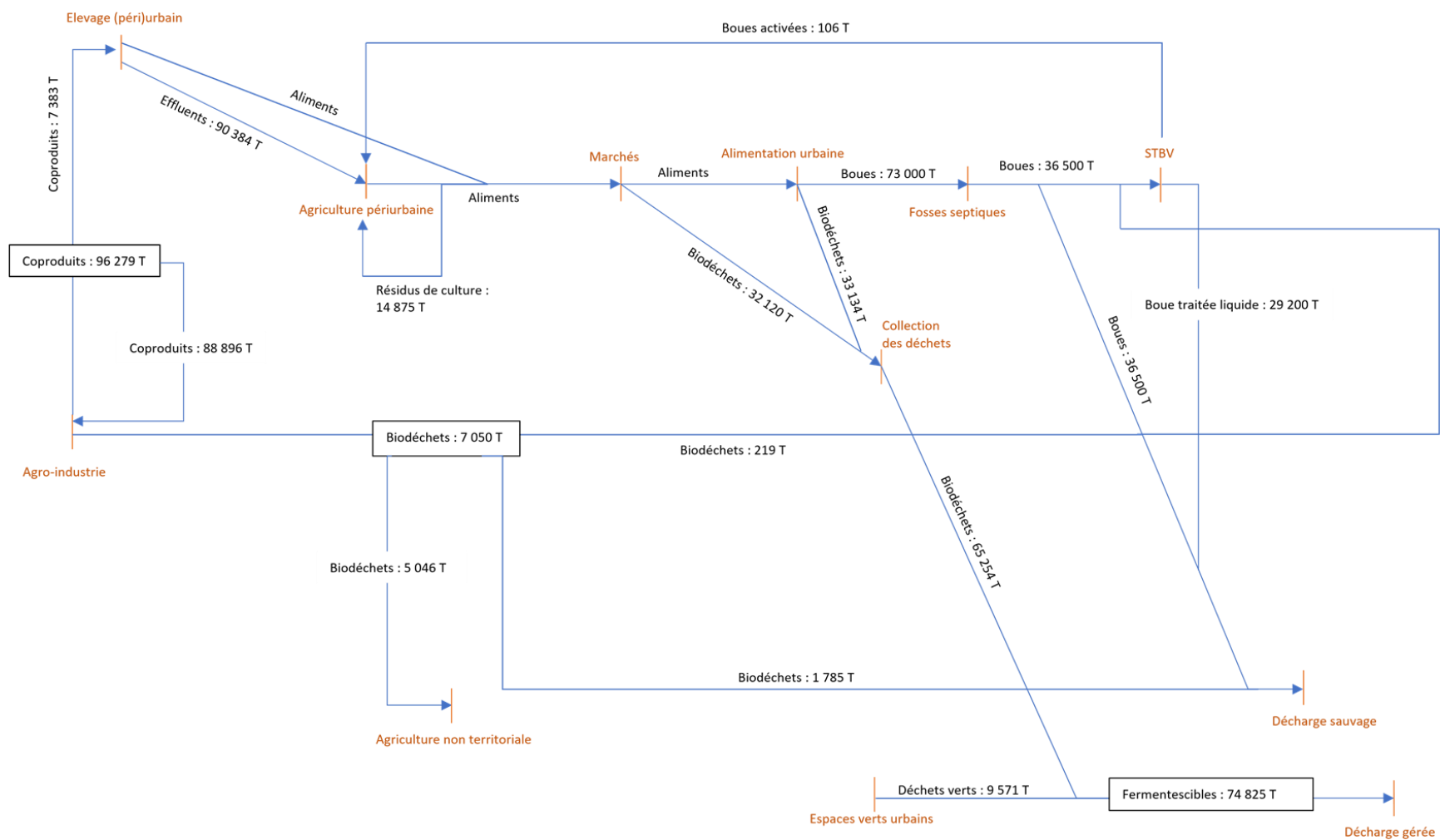


Figure 22: Diagramme de Sankey de la ville de Korhogo (source : MJE ENAWA, 2022)