



ETUDE SECTORIELLE

GESTION ET RECYCLAGE DE DECHETS ORGANIQUES EN COTE D'IVOIRE

Aly DIABATE / Barriatou'lah ACHIMI

Retrouvez toutes nos études en libre accès sur
www.entrepreneurcorner.org

Table des matières

1. Executive summary.....	15
2. Process de traitement des déchets.....	16
2.1. Chaîne de valeur du traitement des déchets.....	16
2.2. La collecte et le prétraitement.....	16
2.3. Le traitement.....	17
2.4. La valorisation.....	18
2.4.1. Valorisation matière.....	19
2.4.1.1. Le réemploi.....	19
2.4.1.2. Le recyclage.....	19
2.4.1.3. La régénération.....	20
2.4.2. La valorisation énergétique.....	20
2.4.2.1. L'incinération.....	20
2.4.2.2. La pyrolyse.....	20
2.4.2.3. La gazéification.....	20
2.4.2.4. Les combustibles issus de déchets.....	21
2.4.3. La double valorisation matière et énergie.....	21
2.4.4. L'élimination.....	21
2.5. L'essentiel à retenir.....	22
3. Environnement règlementaire concernant les déchets en Côte d'Ivoire.....	23
4. Déterminants du marché.....	25
5. Analyse de l'offre de déchets ménagers en Côte d'Ivoire.....	26
5.1. Evolution du volume et de la typologie des déchets.....	26
5.1.1. Production de déchets.....	26
5.1.2. Composition des déchets.....	27
5.2. Focus sur la gestion des déchets à Abidjan.....	27
5.2.1. Evolution du cadre institutionnel.....	28
5.2.2. Evolution du modèle de financement et des coûts associés.....	29
5.2.3. Organisation générale de la chaîne de valeur.....	30
5.2.3.1. La collecte et le transport des déchets ménagers.....	30
5.2.3.2. La pré-collecte.....	30
5.2.3.3. La collecte.....	31
5.2.3.4. Le traitement des déchets ménagers.....	33
5.2.3.5. La valorisation des déchets ménagers.....	34
5.2.4. Coûts actuels associés à la gestion des déchets ménagers.....	34
6. L'offre de déchets agricoles.....	36
6.1. Offre de biomasse issue de déchets agricoles.....	36
6.1.1. Filière Cacao.....	36

6.1.2.	Filière cajou.....	37
6.1.3.	Le palmier à huile.....	38
6.1.4.	L'hévéa.....	41
6.1.5.	Filière Coton.....	42
6.1.6.	Filière café.....	42
6.1.7.	Filière riz.....	44
6.1.8.	Mais.....	45
6.1.9.	Filière mangue.....	46
6.1.10.	Filière sucre.....	47
6.1.11.	Autres filières.....	48
6.1.11.1.	Filière ananas et autres filières fruitières.....	48
6.1.11.2.	Filière coco.....	48
6.1.11.3.	Filière bois & foresterie.....	50
6.1.11.4.	Filières céréalières.....	50
6.1.12.	Conclusion partielle sur l'offre de biomasse issue de la production agricole.....	51
7.	Techniques de valorisation et analyse de la demande en biomasse.....	52
7.1.	Secteur de l'électricité en Côte d'Ivoire.....	52
7.1.1.	Environnement réglementaire du secteur électrique en Côte d'Ivoire.....	52
7.1.2.	Le secteur des énergies renouvelables à base de biomasse en Côte d'Ivoire.....	52
7.1.3.	Coût de l'électricité en Côte d'Ivoire.....	53
7.2.	Fertilisants et intrants agricoles.....	54
7.2.1.	Marché des engrais en Côte d'Ivoire.....	54
7.2.2.	Perspectives d'évolution et le potentiel de développement des engrais organiques et biopesticides.....	54
7.3.	Marché des pesticides.....	55
7.3.1.	Environnement réglementaire concernant les pesticides & engrais.....	56
7.4.	Combustibles.....	56
7.4.1.	Butane, charbon, biogaz.....	56
7.4.2.	Carburant et biocarburants.....	57
8.	Les acteurs du secteur de la biomasse et initiatives.....	58
8.1.	Les PME & start-up de valorisation de la biomasse en Côte d'Ivoire.....	59
8.2.	Les multinationales présentes en Côte d'Ivoire.....	63
8.3.	Projets internes des entreprises.....	64
8.4.	ONG et bailleurs.....	65
9.	Analyse SWOT.....	67
10.	Investir dans le secteur des déchets organiques.....	68
11.	Conclusion.....	71
12.	Bibliographie.....	72

1. Executive summary

Dans son septième rapport sur la situation économique en Côte d'Ivoire (juillet 2018), la Banque Mondiale a présenté une image contrastée de la Côte d'Ivoire, qui connaît une croissance économique solide mais fortement exposée au dérèglement climatique. En effet, la déforestation en Côte d'Ivoire (la plus importante d'Afrique) ainsi que ses conséquences sur l'émission des gaz à effet de serre ou encore les productions agricoles ont poussé le gouvernement ivoirien à prendre des engagements dans le cadre de l'Accord de Paris sur le Climat.

En effet, le pays s'est engagé à réduire de 28% ses émissions de gaz à effet de serre (d'ici 2030) et aussi d'augmenter substantiellement la part d'énergie renouvelable dans son mix énergétique (42% d'ici 2030). Ces objectifs seraient atteints grâce notamment à :

- L'intensification et la mécanisation de l'agriculture et de la production animale ;
- La réduction des émissions des gaz à effet de serre dues à la déforestation et à la dégradation des forêts ;
- La gestion durable et la valorisation des déchets.

La valorisation des déchets est d'autant plus nécessaire quand on sait que les Ivoiriens produisent en moyenne 0,64 kilogramme de déchet par habitant par jour, largement supérieur à la moyenne de l'Afrique sub-saharienne (0,46 kg/j). De plus, le pays occupe une place de choix en Afrique en termes de production agricole (premier producteur mondial de cacao et de cajou, premier producteur africain d'hévéa, mangues etc.).

Les déchets agricoles issus de ces productions ne sont quasiment pas valorisés et sont souvent sources de maladies pour les plantes (cas du cacao par exemple). Le gouvernement ivoirien estime à entre 15 et 17 millions la production annuelle de déchets agricoles même si la présente étude montre que ces chiffres sont sous-estimés.

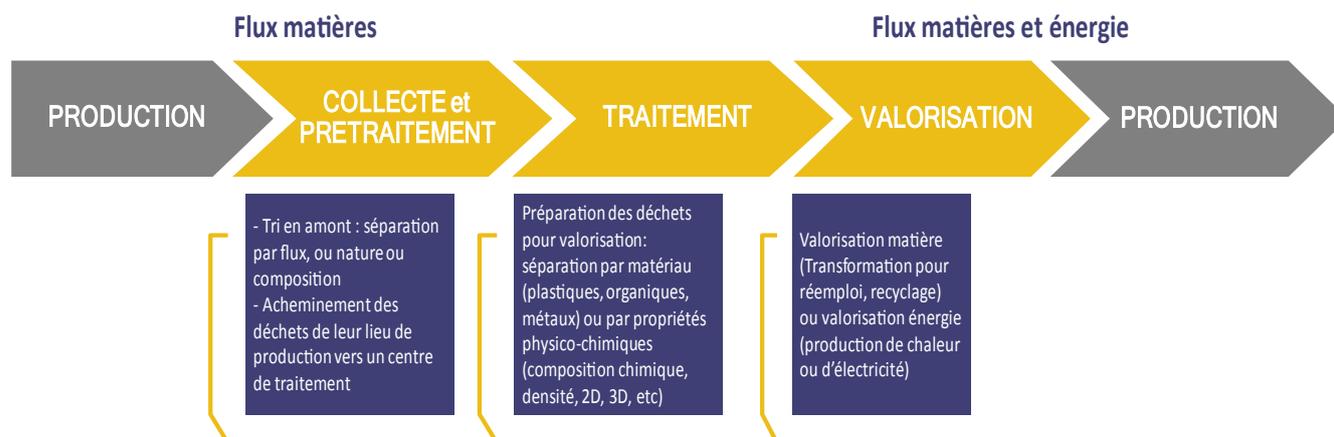
Enfin, le coût de l'électricité en Côte d'Ivoire reste élevé à 14 cents dollars (dans la moyenne africaine) comparativement à l'Asie (4 cents dollars) et l'Europe (18 cents dollars mais plus faible ramené au niveau de vie). L'électricité représente donc une part importante du budget des industriels affectant leur compétitivité.

La situation décrite ci-dessus milite pour une meilleure valorisation des déchets en Côte d'Ivoire. C'est dans ce cadre que Comoé Capital et la GIZ ont décidé de mener une étude afin de présenter le potentiel de valorisation des déchets organiques (agricoles et ménagers) mais aussi les opportunités d'investissement ainsi que les acteurs déjà présents sur cette chaîne de valeur.

2. Process de traitement des déchets

2.1. Chaîne de valeur du traitement des déchets

La chaîne de valeur de la gestion des déchets a évolué d'un modèle linéaire à un modèle circulaire permettant de les réintroduire dans la production après valorisation sous forme de matière ou d'énergie.



Chaîne de valeur de la gestion des déchets dans une logique d'économie circulaire

Dans la suite, nous désignerons par chaîne de valeur la séquence « Collecte et Prétraitement – Traitement – Valorisation ». La gestion des déchets relève en général de la responsabilité du gouvernement local qui par sa politique en matière d'environnement et d'urbanisation définit et réglemente les filières au sein de chaque maillon de la chaîne de valeur. Cette responsabilité peut être transférée à des opérateurs privés dans le cadre de contrats d'exploitation et de partenariats publics - privés ou dans un cadre privé. L'activité des opérateurs qu'ils soient publics ou privés doit être toutefois réglementée par l'autorité locale.

La réglementation est définie à la fois à l'échelle nationale et régionale.

2.2. La collecte et le prétraitement

La collecte et le prétraitement permettent de :

- regrouper les déchets depuis leur lieu de production vers un lieu de traitement : les producteurs de déchets, hormis quelques exemples dans le secteur industriel ou agricole, ne sont en général pas équipés pour traiter leurs propres déchets. Par ailleurs, l'effet d'échelle rend le coût de traitement plus compétitif, ce qui justifie de regrouper les déchets en centre de traitement adapté.
- séparer, si nécessaire en amont les flux collectés afin d'en faciliter le traitement. Les systèmes les plus évolués peuvent trier en amont plus d'une dizaine de flux.



Exemple de consignes de tri en amont de déchets municipaux – Source : SMITOM de Haguenau, France

Plusieurs systèmes de collecte peuvent être mis en place, allant du plus simple au plus complexe consistant à collecter séparément tous les flux triés en amont. Le pré-tri est fait à la source par le producteur de déchets. Les déchets collectés chez le producteur en porte-à-porte sont acheminés en camion dédié vers des centres de traitement spécialement conçus pour trier les flux collectés.

Le pré-tri des flux peut également se faire en déchetteries où sont collectés en apport volontaire des déchets dangereux ou encombrants tels que : les déchets de construction, les meubles, les appareils électroménagers usagés et autres déchets électriques et électroniques, les déchets verts d'abattage ou de jardinage, le bois, le textile, la ferraille, etc.



Exemple de collecte d'ordures ménagères en tricycle Abidjan

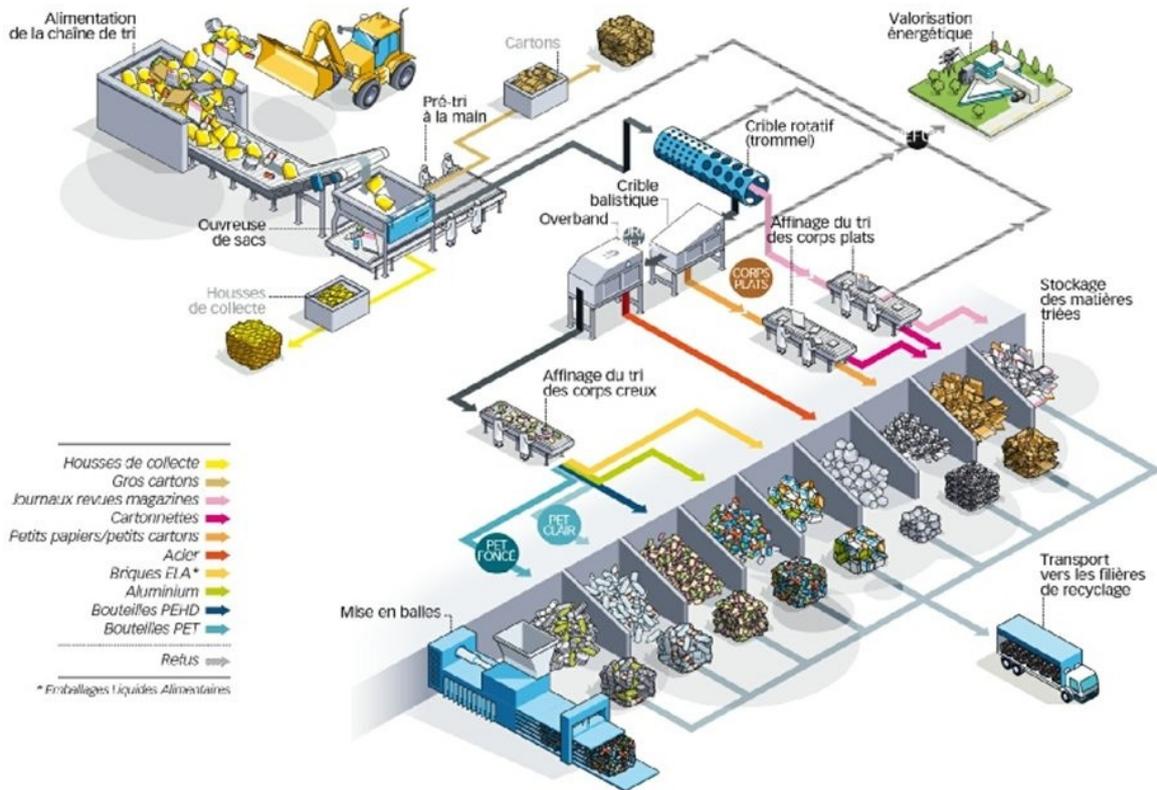


Exemple de collecte en apport volontaire en déchetterie – Source : www.falaisesdutalou.fr

2.3. Le traitement

Plusieurs types de traitement existent, ils sont très variables, souvent adaptés à un type de déchets. Le traitement vise à préparer les déchets pour l'étape de valorisation. Il consiste le plus souvent en un tri visant à séparer les flux entrants en différentes fractions selon leur composition et leurs propriétés physico-chimiques : matériau, densité, aspect 2D ou 3D. Le tri peut être manuel ou mettre en œuvre des procédés de séparation mécanique plus ou moins complexes selon la diversité des matériaux et composants contenus dans les déchets.

Les centres de tri mécaniques peuvent par exemple séparer les ordures ménagères en différents flux : fraction organique, films plastiques, bouteilles plastiques en PE et PET, cartons et emballages cartons, papier, verre, métaux ferreux et non ferreux (aluminium par exemple), etc.

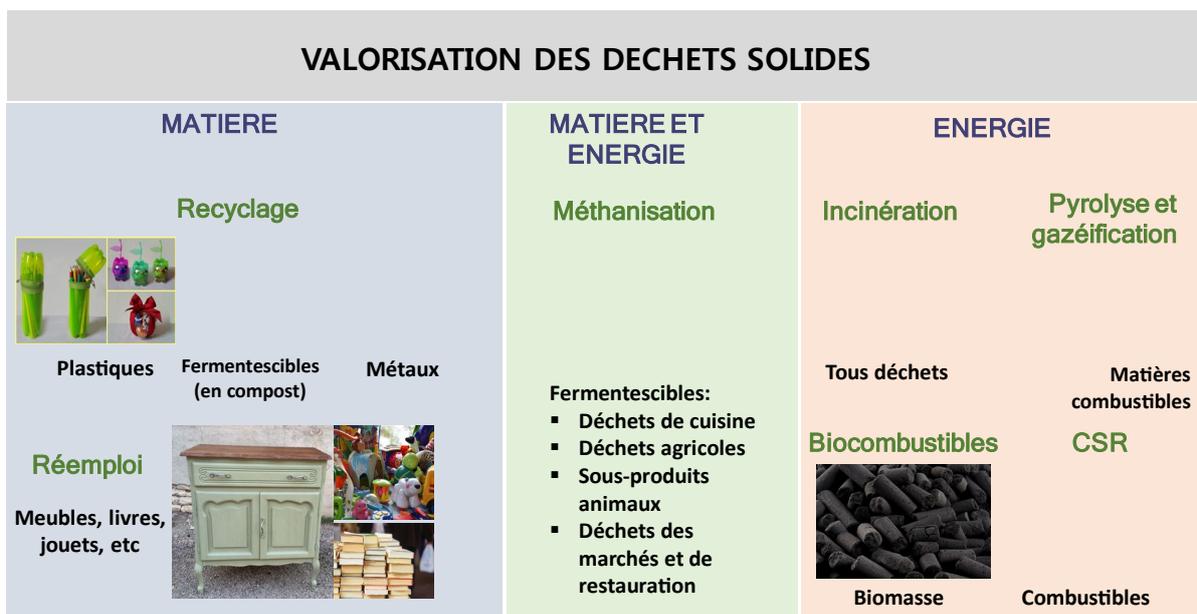


Exemple de procédé de tri mécanique de déchets d'emballages - Source SIDOMRA, France

Les différents flux issus du tri peuvent ensuite être orientés vers leurs filières respectives de valorisation.

2.4. La valorisation

La valorisation consiste à transformer les matières issues du tri pour en faciliter la réinsertion dans l'étape de production. Cette valorisation peut se faire sous forme de matière ou d'énergie.



Synthèse des filières de valorisation de déchets

2.4.1. Valorisation matière

Le choix de la méthode ou technique de valorisation dépend de plusieurs facteurs :

- La nature et l'état des matières issues du traitement ;
- Les outils de traitement ou de valorisation disponibles sur le territoire ;
- La politique locale en matière de gestion des déchets ;
- La rentabilité des filières de valorisation.

2.4.1.1. Le réemploi

Après nettoyage et éventuellement réparation et contrôle qualité les produits issus du traitement peuvent être réintroduits dans le circuit de consommation et réutilisés. Le déchet redevient donc une ressource. Les ressourceries sont des lieux de collecte, de reconditionnement et de vente des produits destinés à la réutilisation. La réutilisation contribue également à la réduction des déchets à l'étape de production et rend le cycle de l'économie circulaire plus efficace. Le mobilier, les produits électroménagers, les jouets, les livres, les textiles se prêtent à la réutilisation.

2.4.1.2. Le recyclage

Le recyclage consiste en toute opération de valorisation par laquelle les déchets, y compris les déchets organiques, sont retraités en substances, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins. Il permet de transformer les substances, des matières, ou des produits en d'autres substances, matières ou produits réintroduits dans le circuit de production. Le recyclage est également un des fondamentaux de l'économie circulaire.

Parmi les matières recyclables, on compte :

- *Les plastiques* tels que le PET (recyclable à 100%), le PEHD, le PELD, le PVC, le PP, le PS et les polycarbonates. A noter qu'en théorie tous les plastiques sont recyclables, mais en pratique seuls le PET et le HDPE sont recyclés en majorité. Les autres sont estimés trop coûteux à recycler actuellement.
- *Les métaux* : la plupart des métaux sont recyclables à l'infini, notamment les emballages métalliques (cannes, boîtes de conserve)
- *Le verre*
- *La matière organique fermentescible* : c'est de la matière fabriquée par des êtres vivants, végétaux ou animaux. D'un point de vue chimique, elle est composée majoritairement de carbone et d'hydrogène. Dans les déchets, elle se retrouve principalement sous forme de restes de cuisine et de sous-produits agricoles. La matière organique fermentescible est recyclable sous forme de matière par le compostage.



Exemples de matières recyclables : Bouteilles et bocaux en verre, bouteilles en plastique et canettes métalliques

2.4.1.3. La régénération

La régénération est basée sur des procédés de raffinage d'un fluide ou d'un solide, impliquant l'extraction de la fraction polluante ou indésirable contenue dans le déchet. La régénération peut concerner les huiles, solvants, les gaz fluorés, les plastiques, les catalyseurs, etc. Elle peut s'opérer par filtration, déshydratation sous vide, raffinage, etc (source ADEME).

2.4.2. La valorisation énergétique

Elle permet de transformer les déchets en énergie thermique, qui peut être à son tour convertie en énergie électrique.

2.4.2.1. L'incinération

C'est une forme de valorisation énergétique par combustion des déchets à très haute température (entre 850 et 1000°C). La plupart des déchets sont incinérables, sauf les inertes et les métaux récupérés dans les cendres de combustion (mâchefers). La chaleur produite est utilisée pour convertir de l'eau en vapeur, qui est à son tour convertie en électricité via une turbine à vapeur.

2.4.2.2. La pyrolyse

La pyrolyse est la décomposition chimique de matières organiques (comportant une chaîne carbonée et hydrogénée) sous l'action de la chaleur (de 200 jusqu'à 1000 degrés) et en milieu pauvre en oxygène. Ce n'est donc pas une combustion et elle se déroule sans flamme, contrairement à l'incinération. Les résidus de la pyrolyse dépendent de la matière pyrolysée. Elle produit un solide carboné combustible (le coke ou charbon), et potentiellement une huile et un gaz. L'huile peut être valorisée en produit de raffinerie de haute qualité par hydrogénation. Le gaz est un mélange de produits valorisables comme le dihydrogène H₂ (dont la combustion ne dégage que de l'eau), d'hydrocarbures et de monoxyde de carbone CO. La pyrolyse est notamment utilisée pour valoriser des déchets industriels toxiques tels que les boues de peinture, les vernis, les colles, les sables de fonderie usagés, etc.

2.4.2.3. La gazéification

Il s'agit d'une voie de valorisation intéressante de la biomasse, notamment les déchets agricoles.

Combinant la pyrolyse et la combustion, ce procédé permet de convertir des matières carbonées ou organiques en un gaz de synthèse combustible (souvent appelé « syngas » ou « syngaz »), composé majoritairement de monoxyde de carbone (CO) et de dihydrogène (H₂), contrairement à la combustion dont les produits majoritaires sont le dioxyde de carbone (CO₂) et l'eau (H₂O).

La gazéification est potentiellement 30 % moins chère que le stockage en CET ou l'incinération. Elle comporte plusieurs avantages par rapport à l'incinération à savoir :

- Les produits de combustion sont directement dégradés en syngaz, alors que l'incinération produit un volume de fumée beaucoup plus important. Le syngaz peut être valorisé en moteur ou turbine à gaz, qui sont moins onéreux et plus efficaces que le cycle de la vapeur de Rankine utilisé dans les incinérateurs. Le dihydrogène produit peut être utilisé comme biocarburant
- Les composants du syngaz peuvent servir d'intermédiaire de synthèse d'autres carburants ou dans l'industrie chimique.
- Certains procédés de gazéification permettent de rendre inertes les cendres chargées de métaux lourds en les vitrifiant de sorte qu'elles deviennent inertes et chimiquement stables.

Néanmoins le rendement énergétique de la gazéification peine à rester positif, car le bon rendement de la conversion de gaz de synthèse en énergie électrique est compensé par une forte consommation d'énergie pour le prétraitement des déchets, par la nécessité de produire ou d'injecter de grandes quantités d'oxygène pur (qui est souvent utilisé comme agent de gazéification), et par le coût d'élimination des gaz.

La gazéification est donc aujourd'hui peu mise en œuvre à l'échelle industrielle et n'est pas suffisamment mature pour être rentable.

2.4.2.4. Les combustibles issus de déchets

Les déchets peuvent également être triés et transformés en combustibles solides qui sont à leur tour brûlés ou incinérés pour être convertis en énergie.

- Le **biocharbon** fabriqué à partir de biomasse qui peut être soit la fraction fermentescible des déchets ménagers, soit des résidus agricoles : feuilles et tiges, mauvaises herbes, résidus pailleux, cabosses de cacao, etc. Les déchets subissent préalablement une combustion (donc en présence de l'air) puis la combustion est interrompue et privée d'oxygène, ce qui génère un charbon utilisable comme biocombustible en cuisine en remplacement du bois ou du charbon de bois.
- Le **Combustible Solide de Récupération (CSR)** peut être composé de n'importe quels déchets combustibles secs (biodéchets, résidus de recyclage de plastiques, textiles, bois). Son taux d'humidité est contrôlé et il est biologiquement inerte et granulé, ce qui permet son transport, son stockage pour valorisation, sans les nuisances générées par les ordures ménagères ou les déchets bruts. Il peut être produit en centre de tri ou par séchage et granulation de déchets agricoles. Selon les pays, des normes définissent ses caractéristiques physico-chimiques, notamment le taux d'humidité, le Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI) et les taux de polluants. Le CSR est par exemple utilisé comme combustible pour les fours de cimenterie ou en chaufferie CSR pour produire de la chaleur et de l'électricité.
- Les **biocarburants pour le transport** : les déchets agricoles tels que les graines et résidus de fruits à coque (et donc riches en corps gras) peuvent être transformés en biodiesel également appelé FAME pour Fatty Acid Methyl Ester ou ester méthylique d'acides gras. Le biodiesel liquide, est surtout utilisé mélangé à du gazole ordinaire ou sous sa forme pure à 100 %. Par rapport au diesel classique, le biodiesel permet la réduction des émissions de CO₂ jusqu'à 85 %¹.

2.4.3. La double valorisation matière et énergie

La **méthanisation** des matières fermentescibles présente la particularité de permettre une valorisation à la fois sous forme de matière et d'énergie. Elle permet la dégradation des matières organiques fermentescibles, digérées par des bactéries en milieu anaérobie (dépourvu d'oxygène de l'air). Les produits de la digestion sont le biogaz (composé de gaz méthane et de CO₂), et le digestat, résidu de la digestion. La combustion du biogaz permet de produire de la chaleur et de l'électricité, et le digestat peut être valorisé en amendement organique.

2.4.4. L'élimination

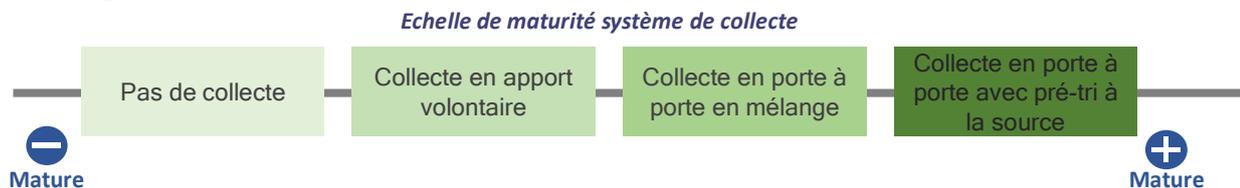
L'élimination en dernier recours, n'est pas de la valorisation à proprement parler. Elle permet d'éliminer des déchets ultimes non valorisables par ailleurs, par stockage et enfouissement en Centre d'Enfouissement Technique (CET) ou par incinération.

2.5. L'essentiel à retenir

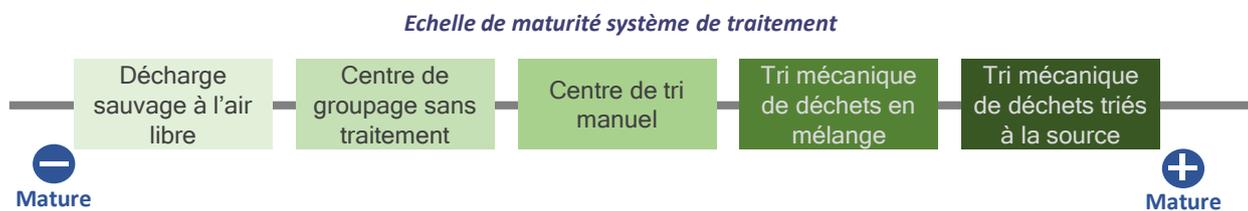
Les différentes filières de la chaîne de valeur peuvent être positionnées sur une échelle de maturité comme représentée ci-après :

¹ Estimation SCANIA : <https://www.scania.com/fr/fr/home/products-and-services/articles/alternative-fuels.html>

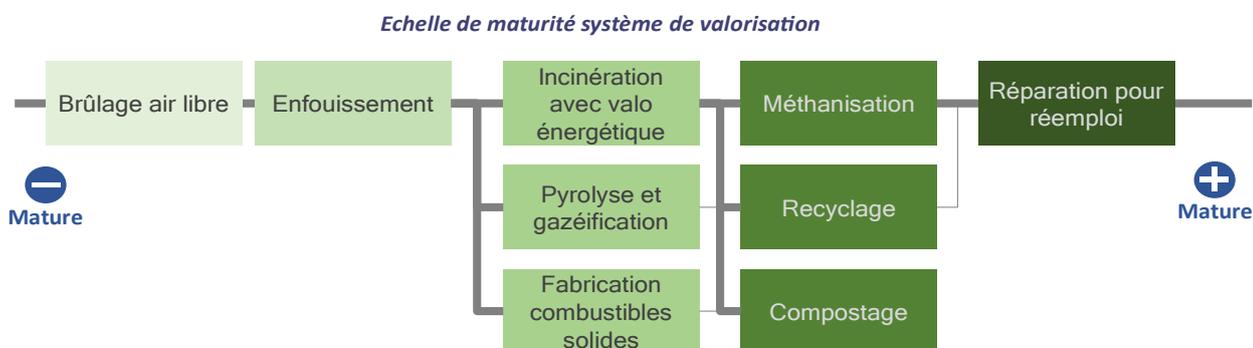
Collecte et prétraitement



Traitement



Valorisation



3. Environnement règlementaire concernant les déchets en Côte d'Ivoire

La Côte d'Ivoire dispose d'une loi cadre, le Code de l'Environnement depuis le 3 Octobre 1996. Ce Code définit la notion de déchet, pose les principes généraux et stipule :

- En son **article 26** que : « *Tous les déchets, notamment les déchets hospitaliers et dangereux, doivent être collectés, traités et éliminés de manière écologiquement rationnelle afin de prévenir, supprimer ou réduire leurs effets nocifs sur la santé de l'homme, sur les ressources naturelles, sur la faune et la flore et sur la qualité de l'Environnement* ».
- En son **article 27 et 28** que :
 - « *L'enfouissement dans le sol et le sous-sol de déchets non toxiques ne peut être opéré qu'après autorisation et sous réserve du respect des prescriptions techniques et règles particulières définies par décret.* »
 - *L'élimination des déchets doit respecter les normes en vigueur et être conçue de manière à faciliter leur valorisation. A cette fin, il est fait obligation aux structures concernées de : - développer et divulguer la connaissance des techniques appropriées ; - conclure des contrats organisant la réutilisation des déchets ; - réglementer les modes de fabrication.* »
- En son **article 60** que : « *L'Etat établit des normes conçues de manière à faciliter la valorisation des déchets. A cette fin, il est fait obligation aux structures concernées :*
 - *de développer et de divulguer la connaissance des techniques appropriées ;*
 - *de conclure des contrats organisant la réutilisation des déchets ;*
 - *de réglementer les modes de fabrication et d'utilisation de certains matériaux ou produits, afin de faciliter la récupération des éléments de leur composition..* »
- En son **article 66** que : « *Les communes sont responsables de la collecte, du transport et de l'élimination des déchets ménagers. Cette action peut être entreprise en liaison avec les départements et les régions ou avec des groupes privés ou publics habilités à cet effet. Elles ont l'obligation d'élaborer des schémas de collecte et de traitement des déchets ménagers avec le concours des services techniques des structures compétentes. Elles assurent également l'élimination d'autres déchets qu'elles peuvent, eu égard à leurs caractéristiques et aux quantités produites, contrôler ou traiter* ».
- Ainsi le Code, en son **article 67**, prévoit l'obligation pour les communes de collecter, transporter et valoriser les déchets de manière écologique, veiller à enrayer les dépôts sauvages et notamment instituer une taxe de salubrité. Dans les faits, l'insuffisance d'investissements et de structuration des acteurs de la filière n'ont pas permis de se conformer aux exigences de la réglementation.
- L'**article 100** du Code stipule que : « *Est puni d'une amende de 1000000 de francs à 30000000 de francs et d'un emprisonnement de trois à vingt-quatre mois ou de l'une de ces deux peines seulement, le promoteur de toute entreprise procédant à des **dépôts sauvages**. L'autorisation d'exercer toute activité de collecte de déchets sur le territoire national peut être suspendue pour une période d'au moins deux ans.* »

En complément, les autres textes sont relatifs principalement à la définition du cadre institutionnel décrit précédemment et des moyens de financement. Il s'agit par exemple :

- Du Décret n° 2017- 692 du 25 octobre 2017 portant création, attributions, organisation et fonctionnement de l'établissement public à caractère industriel et commercial dénommé Agence nationale de Gestion des Déchets (ANAGED).
- De l'Ordonnance n° 2007-586 du 04 octobre 2007 abrogeant certaines dispositions de la loi n°2003-208 du 7 juillet 2003 portant transfert et répartition de compétences de l'Etat aux collectivités territoriales.

2013 : Interdiction des déchets plastiques, peu efficace en pratique

En 2013, dans le but de réduire la production des déchets à la source et du fait de la nocivité des sacs plastiques, l'Etat Ivoirien interdit l'usage, la production et la commercialisation des sacs plastiques, par Décret n° 2013-

327 du 22 Mai 2013. Bien que le décret prévoie jusqu'à 6 mois d'emprisonnement et 1 million de FCFA d'amende ; en pratique l'application de cette interdiction s'avère difficile, voire impossible car :

- L'usage de ces sacs est ancré dans les habitudes de la population et leur niveau de sensibilisation à la problématique environnementale est faible.
- Il existe peu d'alternatives pratiques et à coût équivalent d'emballages plus écologiques en Côte d'Ivoire. Par ailleurs, on assiste à une prolifération de sachets étiquetés biodégradables, mais qui ne le sont pas.

4. Déterminants du marché

De notre analyse, il ressort que les principaux déterminants pour le développement du secteur de la valorisation des déchets organiques sont :

Une volonté politique

La plupart des pays subventionnent les secteurs de l'énergie et des intrants agricoles classiques. Le développement des sources alternatives d'énergie ou de fertilisants à travers la valorisation des déchets organiques implique une volonté politique forte afin de combler le déficit de compétitivité des énergies renouvelables ou des autres produits issus de la valorisation des déchets. La Côte d'Ivoire s'est engagée à réduire de 28% ses émissions de gaz à effet de serre (d'ici 2030) et aussi d'augmenter substantiellement la part d'énergie renouvelable dans son mix énergétique (42% d'ici 2030) grâce notamment à la gestion durable et la valorisation des déchets.

Disponibilité de la biomasse

La disponibilité de la biomasse est perceptible à travers plusieurs leviers :

- *La production agricole* : la Côte d'Ivoire est l'un des principaux pays agricoles d'Afrique et sa production annuelle augmente chaque année, ce qui permet de générer une part importante de biomasse. Le développement des surfaces cultivables laisse penser que cette tendance est à la hausse.
- *La capacité de transformation & développement industriel* : la transformation des produits agricoles permet de générer une part importante de biomasse, résidus de la transformation. La Côte d'Ivoire transforme assez peu ses matières premières et le développement de l'agroindustrie améliorera la quantité de déchets organiques disponible. Le développement des autres secteurs industriels permet aux acteurs de rechercher des sources de production d'énergie peu coûteuses.
- *La collecte ou l'accessibilité des déchets* : le taux de collecte des déchets ménagers reste faible et celui des déchets agricoles est quasi-inexistant. A ces facteurs, il convient de rajouter la mauvaise qualité des infrastructures routières (pour accéder aux parcelles) et la taille relativement faible des parcelles qui augmentent le coût de la collecte.

Le passage vers une agriculture intensive

L'agriculture ivoirienne, généralement extensive, souhaite se tourner vers une agriculture intensive. Les centres de recherche et les structures d'accompagnement comme le CNRA ou le FIRCA accompagnent les producteurs dans cette volonté de d'améliorer les rendements. La valorisation des déchets et notamment leur transformation en engrais est un levier potentiel d'amélioration des rendements.

Le développement économique et l'accès à l'électricité

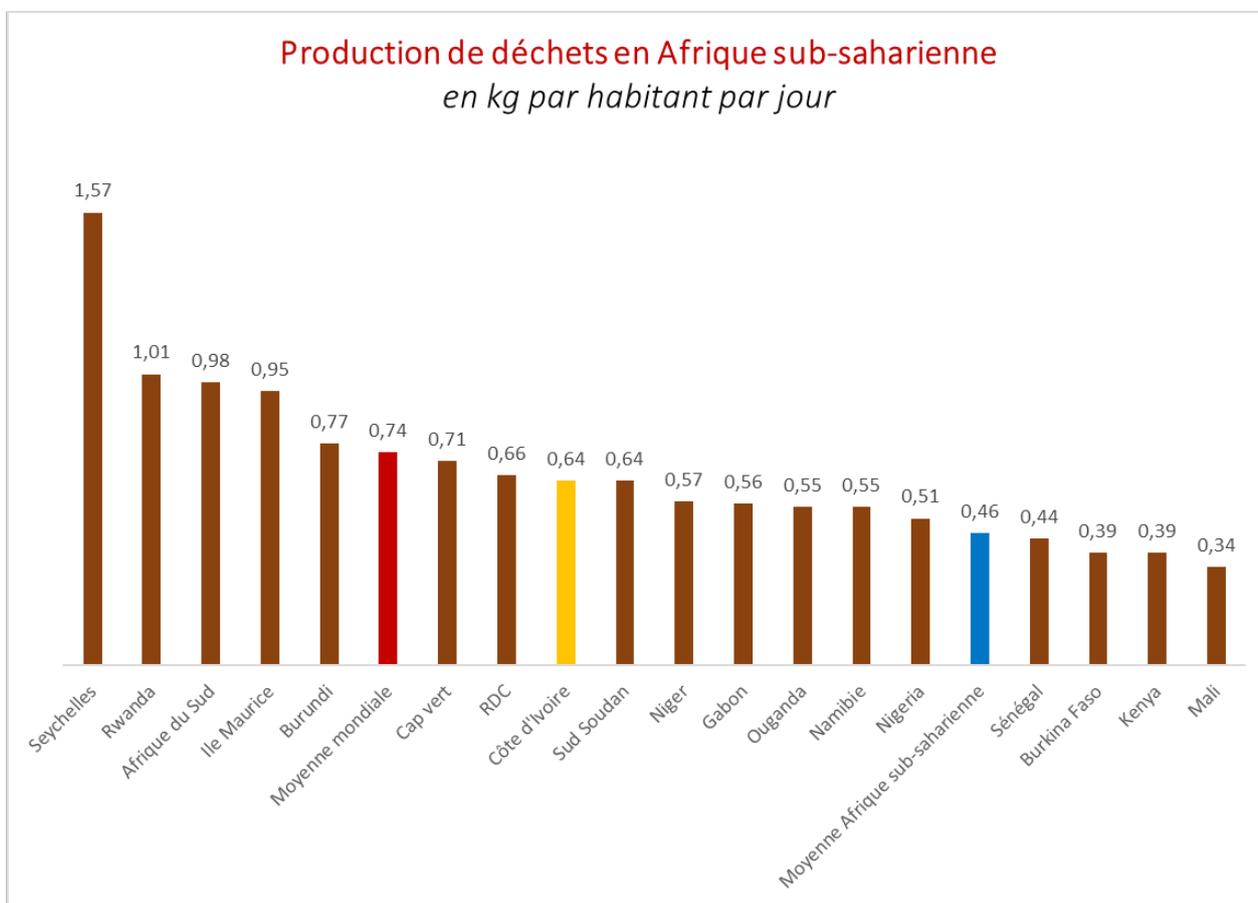
Seulement 59% de la population ivoirienne a accès à l'électricité. Le développement macroéconomique, la croissance démographique et l'urbanisation vont favoriser le développement des sources d'énergies renouvelables (biogaz, biocarburants et électricité) à la fois pour les industriels que pour les ménages.

5. Analyse de l'offre de déchets ménagers en Côte d'Ivoire

5.1. Evolution du volume et de la typologie des déchets

5.1.1. Production de déchets

La production des déchets en Afrique sub-saharienne reste inférieure au reste du monde (0,46 kg produit par habitant par jour contre 0,76 kg dans le reste du monde). La production ivoirienne reste toutefois assez élevée avec 0,64 kg par habitant par jour comme le montre le graphe ci-dessous.



Source : Banque mondiale (2018), *What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*

Les principaux paramètres influant sur la typologie et le volume des déchets produits sont la croissance démographique et le niveau de vie évoluant avec la croissance économique

Cas de la ville d'Abidjan dans la production des déchets

La métropole d'Abidjan, aujourd'hui constituée de 13 communes a connu une croissance démographique vertigineuse en 50 ans (x38 entre 1960 et 2010). Le taux de croissance même s'il ralentit s'établit à environ 3,5% en 2019 (supérieur à la moyenne nationale).

Les disparités socio-économiques influent également sur la quantité de déchets produits, notamment la production spécifique ou par habitant qui dépend du niveau de vie. Cette production spécifique a toutefois peu évolué en 40 ans. On peut répartir l'habitat du district d'Abidjan en 3 zones distinctes selon le niveau de vie :

- **Zones à faible niveau de vie** : constituées des quartiers Abobo, Attécoubé, Port-Bouët, Koumassi, Yopougon et des communes de Songon et Anyama avec un habitat moins évolué et dense. La production spécifique dans ces zones est estimée entre *0,5 et 0,6 kg/jour/habitant*.
- **Zones à niveau de vie moyen** incluant les quartiers de Treichville, Adjamé et Marcory, et la commune de Bingerville qui ont une production spécifique de *entre 0,8 et 0,9 kg/jour/habitant*.

- **Zones niveau de vie élevé** avec un habitat plus élaboré, moderne et une plus faible densité de population : Cocody et le Plateau. La production spécifique dans ces zones est estimée entre *1 et 1,1 kg/jour/habitant*.

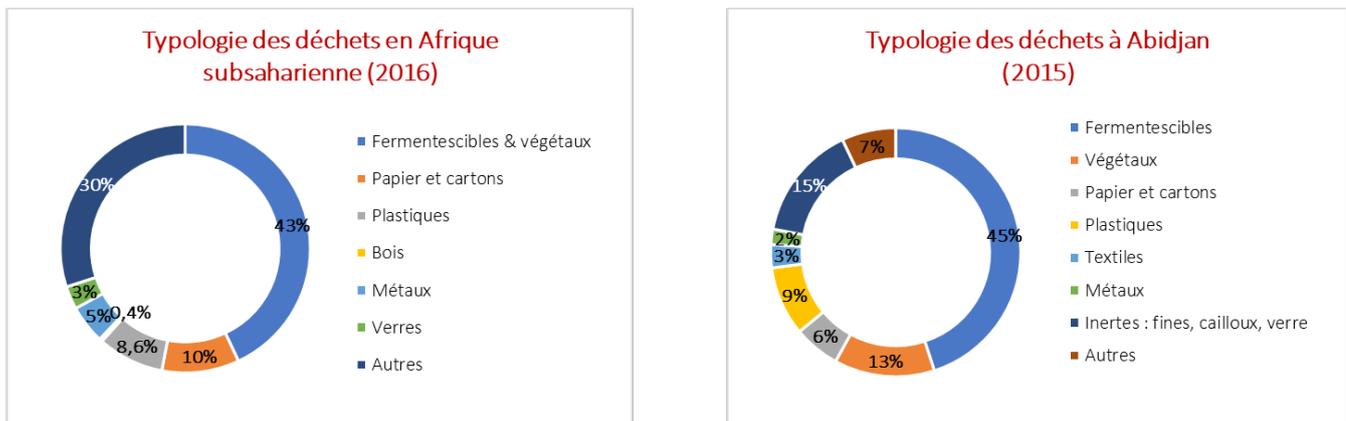
Les estimations de la présente étude sont basées sur des estimations précédentes de BRISOUX, L. B., & ELGORRIAGA, P. E. (2018) ; N'GUETTIA, K. I. (2010), avec des sources diverses incluant les rapports d'activité de la Direction de l'Environnement et de l'Hygiène du District d'Abidjan.

5.1.2. Composition des déchets

L'analyse de la typologie des déchets montre que :

- La fraction biodégradable constituée des fermentescibles et des végétaux représente la part la plus importante, entre 49 et 62%. Cette particularité est caractéristique des DMA et confère un potentiel de valorisation important aux DMA. Le taux de matières biodégradables diminue toutefois avec le niveau de vie.
- La proportion de plastique est croissante, poussée par les habitudes de consommation.
- Les milieux les plus aisés produisent plus d'emballages cartons et plastiques car ils consomment plus de produits manufacturés.

Il existe peu de données de caractérisation des déchets ménagers dans le district d'Abidjan. Les graphiques ci-dessous présentent la composition des déchets en Afrique subsaharienne et à Abidjan.



Source : Banque mondiale (2018), What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 et Gevalor (2015), Terrabo Ingénieur Conseil (2010), Sané (1999), Ministère de l'environnement (1994), - Cabinet Roche International (1987)

5.2. Focus sur la gestion des déchets à Abidjan

Comme dans la plupart des métropoles urbaines en Afrique de l'Ouest, la gestion des déchets reste un défi à Abidjan du fait de :

- La forte croissance démographique de la ville et l'urbanisation non maîtrisée ;
- L'évolution des modes de consommation et du niveau de vie moyen ;
- La politique en matière de gestion des déchets qui reste précaire ;
- La faible sensibilisation de la population aux problèmes d'environnement ;
- La collecte des déchets encore non optimale du fait d'un système de collecte peu organisé avec une multiplicité d'acteurs ;
- La réglementation pendant longtemps peu appliquée bien qu'existante ;
- L'insuffisance des investissements dans le secteur.

5.2.1. Evolution du cadre institutionnel

La Côte d'Ivoire se dote pour la première fois d'un Ministère en charge de l'environnement en 1976. Il sera dissout à plusieurs reprises jusqu'en 1993 où il restera définitivement en place.

De 1960 à 1980 : une gestion centralisée et un monopole de la SITAF en prestation technique

Pendant 20 ans après l'indépendance, la gestion des déchets était centralisée, sous la responsabilité directe du gouvernement, avec le monopole de la SITAF (Société Industrielle de Transport Automobile Africaine) qui agissait en qualité de prestataire technique. La décentralisation, intervenue dans les années 80 a marqué un tournant : le cadre réglementaire et institutionnel régissant la gestion des déchets a évolué dans un effort de trouver la structure optimale.

De 1980 à 1999 : une gestion décentralisée avec un prestataire technique en situation de monopole

À Abidjan notamment, la maîtrise d'ouvrage, autrement dit la responsabilité a été transférée dans un premier temps à la ville. Elle reprend la gestion en propre de la prestation technique en adoptant un modèle en régie : les équipements de la SITAF sont rachetés par la ville. Mais ce mode de gestion ne dure qu'un an et le monopole de la prestation technique est de nouveau transféré à une société privée, ASH International à partir de fin 1992.

1999 à 2003 : une gestion décentralisée avec une ouverture à la concurrence de la prestation technique

La ville d'Abidjan porte toujours la responsabilité de la gestion des déchets mais la prestation technique est ouverte à la concurrence en 1999. Face aux difficultés de ASH International à assurer la pré-collecte, la collecte, le nettoyage des voies principales et la mise en décharge, d'autres opérateurs privés sont autorisés à assurer le service de collecte.

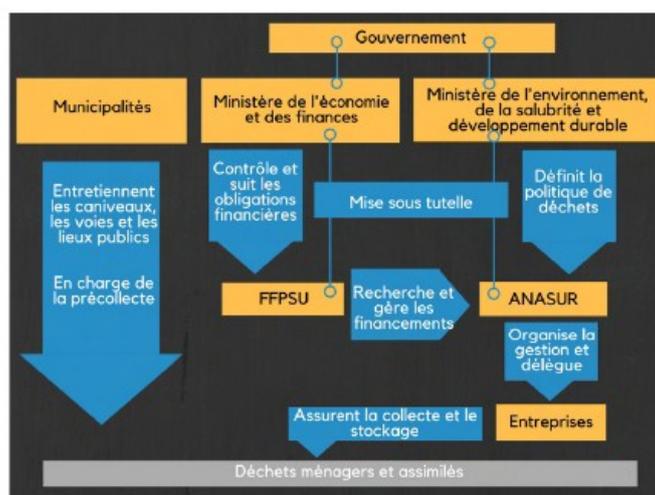
2003 à 2007 : transfert de la maîtrise d'ouvrage de la ville aux communes

Par suite de la création du district d'Abidjan en 2003, la maîtrise d'ouvrage est transférée aux 10 communes que compte le district. On note toutefois des disparités au niveau des communes car le transfert de compétences ne s'est pas nécessairement accompagné d'un renforcement du budget de gestion des déchets.

Depuis 2007 : retour à une gestion centralisée avec la création de l'ANASUR

La maîtrise d'ouvrage est de nouveau centralisée à travers l'ANASUR (Agence Nationale de Salubrité Urbaine) créée par Décret n° 2007-587 du 4 octobre 2007. L'ANASUR est une structure opérationnelle sous la tutelle technique et administrative du Ministre chargé de la Ville et de la Salubrité Urbaine. L'organisation jusqu'en 2017, ainsi que la répartition des fonctions est représentée sur le schéma ci-après :

► Un cadre institutionnel marqué par la prédominance de l'Etat



Cadre institutionnel actuel de la gestion des déchets ménagers et assimilés de 2007 à 2017. Source : BRISOUX, L. B., & ELGORRIAGA, P. E. (2018), Groupe ISUR Guangzhou

Les mairies n'ont toutefois pas accepté ce retrait de leur responsabilité de salubrité et d'assainissement au profit de l'instance centralisée ANASUR, rendant la collaboration difficile et la gestion des déchets inefficace. Il en est de même pour les opérateurs privés qui déplorent le manque de proximité avec cette instance, contrairement aux communes.

En 2017, création de l'ANAGED

Créée en 2017, l'ANAGED (Agence Nationale de Gestion des Déchets), issue de la fusion entre l'ANASUR et la FFPSU est chargée de la gestion de tous les déchets solides. Sa création est censée pallier les manquements institutionnels, techniques et financiers. L'objectif ultime étant d'améliorer de 60% en moyenne à 95% le taux de collecte des déchets ménagers et assimilés à Abidjan, grâce à une meilleure gouvernance et à une meilleure collaboration entre les institutions et les acteurs de la filière.

En complément de cette réforme, un appel d'offre pour la délégation de service public des services de propreté de l'agglomération d'Abidjan a été lancé en 2016. L'appel d'offres a été remporté par la Société Tunisienne ECOTI SA, en charge du secteur Abidjan Nord-Est (Abobo, Anyama, Bingerville, Cocody, le Plateau) et la société Portugaise EBURNIE pour les secteurs Abidjan Nord-Ouest (Adjamé, Attécoubé, Yopougon et Songon), et Abidjan Sud (Koumassi, Marcory, Port-Bouët, Treichville).

En 2019, création des pôles régionaux de traitement

Un Ministère entier est dédié à l'ASSainissement et à la Salubrité, preuve de l'importance accordée à la problématique des déchets. Le MINistère de l'ASSainissement et de la Salubrité annonce en Juillet 2019 la création de 10 pôles régionaux de traitement, de valorisation et de recyclage des déchets solides.

5.2.2. Evolution du modèle de financement et des coûts associés

Le modèle de financement a varié au cours du temps avec le cadre institutionnel :

De 1960 à 1980 : un financement par l'Etat

Avant 1980, l'Etat supportait le coût de la gestion des déchets municipaux.

De 1980 à 2007 : taxation directe du contribuable à l'échelle locale

- La redevance pour le traitement des déchets est prélevée par l'intermédiaire de la taxe sur la consommation d'eau et d'électricité des ménages. Le montant de cette taxe évolue donc de:
 - 1 FCFA à 2,5 FCFA par kWh d'électricité basse tension consommée à Abidjan. Elle reste à 1 FCFA dans les autres communes ;
 - 5 FCFA par m³ d'eau (pas de variation).
- Extension de la Taxe d'Enlèvement des Ordures Ménagères indexée sur la consommation d'électricité aux entreprises abonnées aux moyennes et hautes tensions. Au total, la contribution de cette taxe pour tous les abonnés est estimée à 5 millions de FCFA. A cette taxe s'ajoutent :
 - une dotation spéciale pour chacune des 10 communes d'Abidjan, financée par l'Etat ;
 - la part communale des impôts fonciers et des patentes ;
 - Par ailleurs, les ménages rajoutent une contribution informelle au financement par la redevance de collecte de 500 à 1500 par mois payée aux pré-collecteurs en porte à porte.

De 2007 à 2018 : Retour à un financement par l'Etat

Par l'Article. 1138 du CGI, l'Etat fixe une taxe de 50 FCFA par kg de sac, sachet ou film en matière plastique acquittée par les entreprises productrices de sacs et de sachets en plastique.

La gestion des déchets est financée par le Fonds de Financement aux Programmes de Salubrité Urbaine (FFPSU).

5.2.3. Organisation générale de la chaîne de valeur

Tout comme la gestion administrative, la gestion technique des ordures ménagères d'Abidjan a également connu une évolution depuis 1958. L'évolution du schéma général de gestion des ordures est présentée ci-dessous :

Maîtrise	Précollect	Centre de	Collecte	Traitement	Valorisation
----------	------------	-----------	----------	------------	--------------

	d'ouvrage	e	Groupage			
1960 - 1980	Etat Central	Néant	Néant	SITAF		- Dépôts sauvages dans la nature
1980 - 1992		Néant	Néant	SITAF	- Formel: Pas de filière de traitement formelle - Informel: Principalement tri sommaire en centre de transfert et en décharge pour extraire: métaux, bouteilles en plastique et en verre	- Station de transfert de Williamsville
1992 - 1998	Mairie Centrale d'Abidjan	- Sociétés privées - Pré-collecteurs privés informels - Services techniques mairies	Coffres de groupage	ASH International jusqu'en 1998		- Décharge d'Akouedo
1999 - 2003			Coffres de groupage	22 entreprises privées		- Dépôts sauvages dans la nature
2003 - 2008	District d'Abidjan		Coffres + Centres de groupage à Marcory, Yopougon, Treichville et Cocody	8 opérateurs privés		- Décharge d'Akouedo pour les déchets collectés
2008 - 2017	ANASUR		4 opérateurs privés, puis 8 à partir de 2012			
Depuis 2018	ANAGED	Néant	Néant	2 opérateurs privés: ECOTI SA et Eco EBURNIE	Pré-tri manuel en CET de Kossihouen	CET de Kossihouen

Evolution de la maîtrise d'ouvrage et de la chaîne de valeur du traitement des DMA à Abidjan depuis 1960

5.2.3.1. La collecte et le transport des déchets ménagers

L'organisation technique (zones et circuits de collecte) ainsi que la nature et le nombre de prestataires ont évolué au fil des années, au rythme des réformes centralisant ou décentralisant la gestion des déchets. S'il reste toutefois une constante, du moins jusqu'en 2018, c'est l'insuffisance du taux de collecte qui est resté inférieur à 65% en moyenne.

5.2.3.2. La pré-collecte

La pré-collecte ou collecte primaire est l'opération visant à ramener les déchets de la source de production aux lieux de regroupement. Elle s'est organisée entre 1992 et 2018 en activité principalement informelle réalisée par des pré-collecteurs peu qualifiés disposant de moyens rudimentaires.

Selon l'étude réalisée sur la caractérisation des déchets urbains du District d'Abidjan, par TERRABO Ingénieur-conseil (2010), la pré-collecte était pratiquée en majorité par des pré-collecteurs privés informels (73%), les sociétés privées (8%) et les mairies (Marcory et Yopougon).

- Les pré-collecteurs informels sont pour la plupart des jeunes élèves, des déscolarisés ou des sans-emploi. Ils sont devenus au fil des ans un maillon essentiel de la chaîne de collecte. Ces pré-collecteurs sont dits informels car en réalité la tâche de la pré-collecte était attribuée par les mairies à des sociétés privées comme CLEAN BOR ou Lassire-Déchet-Service, sous contrat avec les mairies. Ce sont les insuffisances de ces sociétés qui ont favorisé l'émergence des pré-collecteurs privés informels.
- Dans certaines communes telles que Marcory et Yopougon, le service de pré-collecte était formel et géré par le service technique des mairies pour renforcer le ramassage des ordures ménagères.



Pré-collecteur privé informel d'ordures ménagères à Abidjan. Source : Abidjan.net



Tracteur motorisé de la mairie de Yopougon transportant des ordures ménagères. Crédit : Mairie de Yopougon

- Certaines communes disposaient de coffres dans lesquels les populations pouvaient déverser leurs déchets en apport volontaire.

- **Les zones de pré-collecte** : Les pré-collecteurs informels desservent les clients payant leur prestation dans une zone donnée. Les entreprises privées ou les services techniques de la mairie desservent les zones qui leur étaient accessibles, ce qui implique qu'une zone peut être couverte par plusieurs pré-collecteurs. Selon l'étude réalisée par Terrabo Ingénieur conseil (2010), 48 % des ménages du district d'Abidjan étaient abonnés à un service de pré-collecte en 2010.
- **Le matériel de pré-collecte** : Celui des pré-collecteurs informels est souvent rudimentaire, avec une majorité d'engins à traction humaine et du matériel de nettoyage : pousse-pousse, charrettes, brouettes, pelles, râtaux, fourches. Ils ne disposent d'aucune protection contre les odeurs, les salissures et les poussières et sont exposés aux risques de maladies respiratoires ou liées à l'insalubrité : diarrhée, choléra, fièvre typhoïde.
- **Destination des ordures pré-collectées** : A partir de 1992, les déchets pré-collectés sont déversés dans des coffres de groupage. Il existait en 2015 au total 35 sites de groupages dont 27 fonctionnels. Chaque site devait accueillir un coffre de de 20 m³ et le second 7m³. A partir de 2002, des centres de groupage constitués de plusieurs coffres de groupage sont mis en place à Marcory, Yopougon, Treichville et Cocody. Les coffres et centres de groupage sont les points de chute des ordures pré-collectées. Toutefois, les pré-collecteurs informels déversaient fréquemment les ordures ménagères dans des canaux, des ravins ou dans les espaces vides.

5.2.3.3. La collecte

La collecte est l'opération qui consiste à ramasser les déchets des bacs à ordures ou des lieux de regroupement vers la décharge autorisée ou le lieu de valorisation.

Les prestataires de collecte

- **1960– 1991 : Monopole de la SITAF** : La SITAF détenait le monopole de la prestation de ramassage des ordures ménagères d'Abidjan. Sous un contrat de 5 ans renégociable, la société assurait la collecte des déchets solides ménagers depuis les postes de groupage (coffres à ordures) ou en porte-à-porte (à domicile). La SITAF assurait également le nettoyage de la ville d'Abidjan, jusqu'à l'avènement de la crise

économique des années 1989-1990. La dégradation du service a conduit la mairie d'Abidjan à résilier le contrat en 1991.

- **1961-1992 : Période de transition avec les services de la Ville d'Abidjan** : Suite à la résiliation du contrat avec la SITAF, la Ville d'Abidjan a pris elle-même en charge les services de nettoyage pendant une période de transition du 1er janvier au 31 août 1992. Afin d'éviter toute interruption de service, la ville a acheté l'équipement d'enlèvement des ordures de la SITAF. Mais le mauvais état du matériel et le retard dans l'acquisition de nouveaux véhicules n'ont pas permis d'améliorer la qualité de la prestation.
- **1992-1999 : Monopole de ASH International** : La prestation technique est alors transmise à ASH International. Le contrat de ASH incluait la pré-collecte, la collecte, le nettoyage des voies principales et la mise en décharge. Mais la rupture du monopole ne prendra effet qu'en 1999.
- **1999 à 2018 : Plusieurs opérateurs privés** : En 2008, le ramassage des ordures ménagères sur le territoire du District d'Abidjan était assuré par quatre (4) sociétés (INTERCOR, LASSIRE, CLEAN BOR et SIPROM). En 2012, 12 entreprises couvrent le district d'Abidjan : LASSIRES, CLEAN-BOR, KRAFFCI, INTERCOR, INTERSIFRET, INTERGETICI, VILLERS, SIMKO, MBH, EIDA, SI2E, ZOOMLION.
- **Depuis Novembre 2018 : Ecoti SA et Eco Eburnie** : Suite à l'appel d'offres lancé en 2017 par le Ministère de l'Assainissement et de la Salubrité, Ecoti SA et Eco Eburnie se sont vu attribuer les contrats de nettoyage des rues et de collecte des ordures depuis le 2 Novembre 2018.

Le matériel de collecte

Les nouveaux prestataires ECOTI SA et Eco Eburnie sont équipés de matériels récents et modernes : 350 camions bennes et amplirolls, 650 coffres et du matériel de nettoyage pour balayer les rues, conditionner et transporter les déchets vers le centre de transfert.



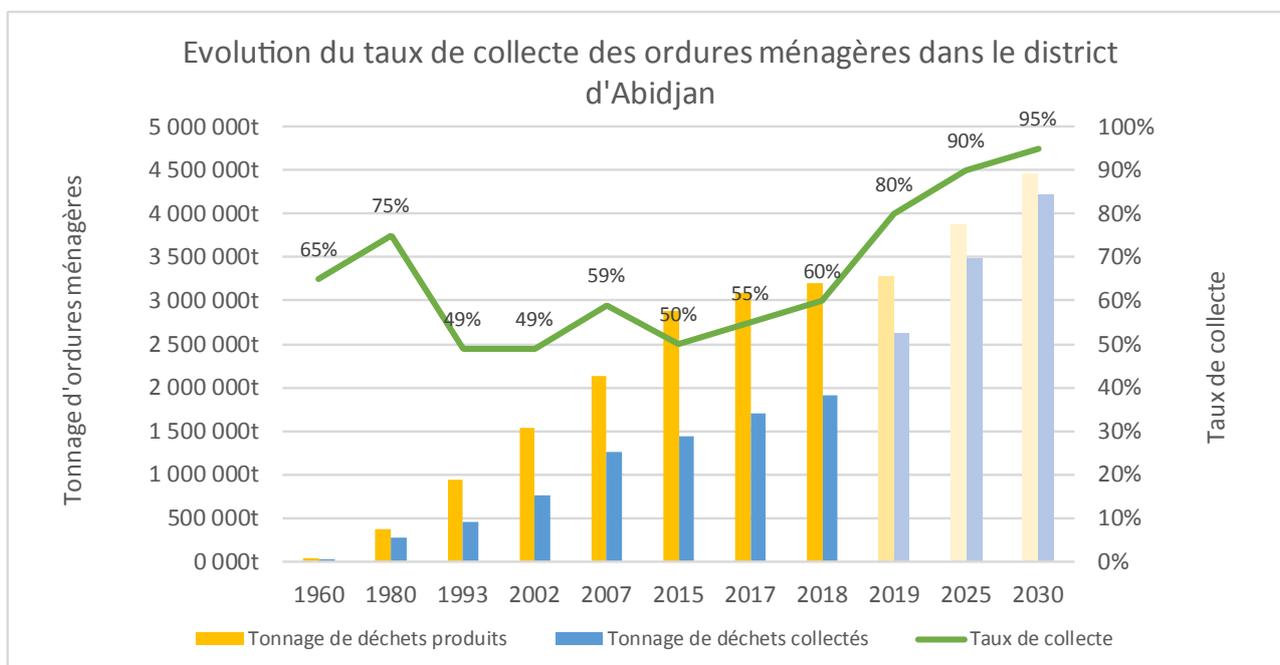
Camion de collecte ECOTI SA.



Camion de collecte Eco Eburnie

Evolution du taux et de l'efficacité de la collecte : des inégalités locales fortes

L'analyse du taux estimé de collecte des ordures ménagères dans le district d'Abidjan sur les 60 dernières années montre un taux qui fluctue entre 50 et 75%. L'ambition affichée du gouvernement avec la nouvelle organisation et les nouveaux prestataires est de ramener le taux de collecte à 95% à terme.

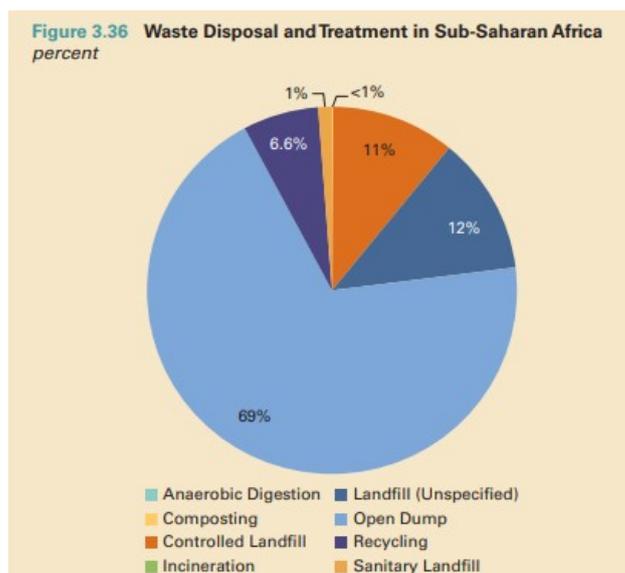


Evolution du taux de collecte des ordures ménagères dans le district d'Abidjan. Estimation propre et projections à partir des données de BRISOUX, L. B., & ELGORRIAGA, P. E. (2018) ; N'GUETTIA, K. I. (2010).

Le taux moyen ne révèle pas toutefois les spécificités locales. A. HENRY, 2009 montre dans une étude comparative du service des déchets entre Cocody et Abobo, que le taux de collecte peut varier du simple (23% à Abobo) au triple (71% à Cocody) selon le niveau de vie dans la commune. Cocody rassemble plutôt une classe aisée et des expatriés, avec un revenu moyen de 343 000 francs CFA / ménage / mois, alors que Abobo est une commune périphérique avec une forte densité de population et de nombreux quartiers précaires, avec un revenu moyen de 161 000 francs CFA / ménage / mois (SDUGA, 2015).

5.2.3.4. Le traitement des déchets ménagers

Le graphique ci-dessous (source: banque mondiale) montre le mode de traitement des déchets ménagers en Afrique sub-saharienne.



Depuis 1960, la politique de gestion des déchets mise en œuvre par les divers maîtres d'ouvrage n'a pas prévu une filière de traitement à proprement parler. Pendant une quarantaine d'années les déchets étaient simplement acheminés vers un centre de transfert et des centres de groupage. Ces centres de groupage et de transfert ne sont pas à proprement parler des centres de traitement de déchets. Ils permettent uniquement de regrouper les déchets en grande masse par zone géographique de production, avant de les acheminer vers leur lieu de valorisation.

Entre 1960 et 1998, la ville d'Abidjan disposait d'un centre de transfert à Williamsville avant l'envoi à la décharge d'Akouédo.

Depuis 2018 : Construction de 7 nouveaux centres de groupage et de transfert

Les 27 centres de groupage fonctionnels arrivés en désuétude, et la fermeture de la décharge d'Akouédo étant effective, le Gouvernement a initié la construction de nouveaux centres de groupage et de transfert ², notamment dans les communes de Yopougon et de Port-Bouët.

Les activités informelles de tri des déchets



1.1.1.1.1 Une activité de tri manuel informel s'est largement développée sur les sites de groupage, transfert et à la décharge d'Akouédo. Les trieurs et récupérateurs récupèrent directement sur les tas d'ordures les matériaux recyclables tels que le plastique, le verre, les métaux (cannes, bouts de ferraille) et dans une moindre mesure le carton. Ces déchets collectés sont sommairement nettoyés et revendus à des repreneurs, des industriels ou vendus sur les marchés. Cette activité de tri est une source de revenus pour de nombreuses femmes

Fouilleurs et trieurs à la décharge d'Akouédo. Source : www.lebabi.net, 2015

Par ailleurs, ces matières seraient mieux valorisées si elles étaient triées à la source. Le potentiel de création d'emplois sur ce secteur est important.

Cette activité permet aux trieurs de générer entre 3 000 et 4 000 FCFA par jour, soit environ 90 000 FCFA par mois, à comparer au SMIG mensuel de 60 000 FCFA.

5.2.3.5. La valorisation des déchets ménagers

De 1960 à 2018 : La décharge d'Akouédo

La décharge d'Akouédo a été pendant plus de 60 ans l'unique exutoire final des déchets ménagers collectés du district d'Abidjan. Elle reçoit indifféremment tous les déchets solides, qu'ils soient ménagers, biomédicaux, toxiques et chimiques. Le contrôle des déchets se limite à la pesée, pour permettre la rémunération des prestataires. D'une superficie estimée à 100 ha, la décharge est située en zone périurbaine, à 47 km du centre-ville près du village Ebrié. Les déchets collectés des centres de groupage et de transfert sont acheminés vers la décharge où ils sont stockés à ciel ouvert. Les déchets ne subissent aucun traitement autre que le tri manuel informel décrit précédemment. L'exposition des déchets à l'air libre est source d'odeurs nauséabondes et de prolifération d'insectes et animaux nuisibles tels que les mouches et les rongeurs. Par ailleurs, les déchets enfouis sous les couches inférieures sont des sources d'émissions potentielles de biogaz (et donc de méthane à effet de serre 25 fois plus important que le CO₂) issu de la fermentation des matières organiques en privation d'oxygène.

Des tentatives avortées de traiter les déchets organiques

L'état ivoirien conscient des défis de la salubrité publique a tenté de mettre en place des programmes de valorisation des déchets et particulièrement les déchets organiques. Une unité de compostage a été mise en place en 1971 mais rapidement les difficultés ont conduit à sa fermeture en 1982. Depuis 2010, plusieurs projets ont été lancés tels que la méthanisation par la SITRADE mais ils ont été malheureusement abandonnés principalement pour des raisons financières.

2019 : les CET d'Attiekoi et de Kossihouen en alternative à la décharge d'Akouédo

Suite à la fermeture de la décharge d'Akouédo (janvier 2018) et l'entrée en service des nouveaux prestataires de collecte (novembre 2018), le CET de Kossihouen a été mis en service. Le gouvernement a par la suite annoncé la création de 10 pôles régionaux de traitement, de valorisation et de recyclage des déchets solides.

² www.afrique-sur7.fr

CET de Kossihouen :

- Unité de captation et de valorisation du biogaz produit à partir d'un casier de 4 millions de tonnes de déchets pour une durée de vie de 7 ans.
- Un pré-tri avec captation des matériaux réutilisables se fera sur site pour diminuer les quantités enfouies.
- Les trieurs et les recycleurs employés sur la décharge précédente pourront être réemployés sur ce site.



Casier de stockage du CET de Kossihouen. Source www.gouv.ci

5.2.4. Coûts actuels associés à la gestion des déchets ménagers

Coûts associés à la pré-collecte et la collecte

Les pré-collecteurs informels ramassent les ordures en porte à porte chez leurs clients particuliers moyennant une rémunération de 1 000 à 1 500 FCFA par mois pour les foyers abonnés, ou 50 à 100 F/jour pour les non abonnés. Le ramassage effectué par des agents de mairie avait l'avantage d'être gratuit, contrairement au service des pré-collecteurs privés.

Le coût de la tonne de déchets solides ménagers varie de 7203 FCFA (1994) à 10959 FCFA (2003). Nous constatons une stabilisation de ce coût, à environ 10300 FCFA, entre les années 2004 et 2007, avec une moyenne de 9895 FCFA. La connaissance du coût de la tonne d'ordures collectés est indispensable dans la mise en place des stratégies de gestion des déchets solides ménagers du District d'Abidjan. Nous n'avons malheureusement pas pu obtenir de données plus récentes.

Malgré un taux de collecte à 53% en 2003, la collecte et le transport des ordures ménagères représentaient 93% du budget du District d'Abidjan (44% en 1994). Il s'agit donc d'un sujet critique affectant toute la chaîne de valeur.

6. L'offre de déchets agricoles

6.1. Offre de biomasse issue de déchets agricoles

L'agriculture représentait 17% du PIB en 2017 et emploie deux-tiers de la population active du pays. Le pays est un acteur important dans le secteur agricole à l'échelle du continent et est dans le trio mondial ou africain pour plusieurs produits tels que le cacao, l'anacarde, la banane, la mangue, le coton, l'hévéa, le palmier à huile etc. Selon différentes sources, les déchets agricoles des principales matières premières (cacao, coton, hévéa, huile de palme) sont estimés à entre 15 millions de tonnes et 17 millions de tonnes par an et représentent une opportunité intéressante pour les acteurs du biogaz, du compost et des énergies renouvelables.

Côte d'Ivoire Energies, estime que le potentiel de production d'énergie électrique à partir de ces résidus est de 1.645 MW et le pays s'est fixé comme objectif d'avoir 42% d'énergies renouvelables dans son mix énergétique d'ici à 2030.

Ci-dessous, nous présentons les principales filières agricoles en Côte d'Ivoire et avons tenté d'évaluer la quantité de déchets disponible.

6.1.1. Filière Cacao

Le verger cacaoyer couvre une superficie de plus de 2 176 000 ha (6 % du territoire national). La cacaoculture contrairement au café est de type extensif avec un rendement de 400 kg/ha en 2014 (en nette amélioration depuis). Ce rendement est loin d'être le plus performant car celui du Ghana et de l'Indonésie sont respectivement 1,5 t/ha et 2 t/ha. Cette faible performance est due à la sensibilité du cacao aux maladies mais surtout au vieillissement des plantations. En effet, 30% des plantations de cacao ont environ 25 ans et 80% des vergers ont plus de 15 ans³.

L'introduction de la nouvelle variété dite « Mercedes » devrait changer la donne.

La Côte d'Ivoire est le premier producteur mondial de cacao avec 1,964 millions tonnes en 2017-2018 (42% de l'offre mondiale) selon *The International Cocoa Organization (ICCO)*. L'ICCO estime 2,18 millions de tonnes la production 2019-2020.

Potentiel de biomasse issue du cacao

Le potentiel de biomasse reste important dans l'industrie cacaoyère. En effet, la biomasse peut provenir de plusieurs sources à savoir :

- **La cabosse** : En général, une tonne de fèves correspond à environ deux tonnes de cabosses (sèches avec 20 à 30% d'humidité selon des professionnels) et 80 kilos de coques (résidus de transformation). Il faut noter que les cabosses sèches mentionnées ci-dessus représentent environ 30% du poids de la cabosse humide, ce qui fait un équivalent de 7 tonnes de cabosses humides pour 1 tonne de fèves. De ce fait, la *Côte d'Ivoire dispose d'environ 4,4 millions de tonnes de résidus de cabosses sèches (15 millions de tonnes de cabosses humides) utilisables pour la biomasse.* Les résidus de cabosses sont aujourd'hui abandonnés dans les plantations, souvent incinérés. *L'abandon des cabosses sur les parcelles favorise la prolifération de la maladie Swollen shoot, qui attaque les plants de cacao. La valorisation de ces cabosses a donc un impact assez important.* Nos échanges avec différents transformateurs montrent que la biomasse des cabosses de cacao n'est pour l'instant pas valorisée et que l'enlèvement des cabosses est généralement gratuit (sinon vendu à 5 FCFA le kilogramme) pour les transformateurs, qui couvrent les coûts logistiques associés à l'enlèvement.
- **Les arbres en fin de vie** : au-delà de 25 années, le cacaoyer est peu productif et les vergers sont généralement remplacés. A ce facteur, il convient de noter que l'avènement du cacao de variété « mercedes », plus productif (2 tonnes/ha contre 400 kg/ha pour les variétés actuelles) a entraîné un

³ Agence Ecofin

renouvellement important des anciens vergers. En 2016, le Magazine Jeune Afrique avait estimé à 400 000 hectares, la superficie de cacao ayant plus de 30 années. Les arbres en fin de vie sont, soit abattus et vendus comme bois de chauffe, soit abandonnés au profit de l'extension de l'exploitation.

- **Les résidus de traitement ou coques** : La capacité de broyage installée en Côte d'Ivoire est de 715 000 tonnes mais si la quantité broyée effectivement est de 547 000 tonnes^[1]. Chaque tonne de cacao transformée rejette environ 0.08 tonne de résidus qui peuvent être utilisés comme biomasse. *De ce fait, le potentiel de biomasse issu de la transformation du cacao est de 43.760 tonnes.* Toutefois, il faut noter que les principaux acteurs utilisent ces résidus pour alimenter les chaudières. C'est le cas par exemple de Barry-Callebault. La quantité disponible est donc très faible. Les transformateurs sont basés essentiellement à San-Pédro (sud-ouest) et Abidjan.
- **Les résidus de fèves** : 3 entreprises sont agréées pour transformer et exporter les résidus de fèves de cacao. Il s'agit de SIDCAO, Resicao et Neskao. Les résidus sont en réalité des fèves de petites tailles (faible teneur en matière grasse et pas exportées). Elles représentent 8 à 10% de la production nationale mais ne peuvent pas être considérées comme de la biomasse.



Image d'un cacaoyer (source : Shutterstock). Au delà de 25 ans, ils sont peu productifs et généralement remplacés par des plants de cacao mercedes. Le tronc est utilisé comme bois de chauffe.



Image de cabosses de cacao (source : Shutterstock). Les cabosses de cacao rejetées sont une source importante de biomasse, encore peu valorisée.

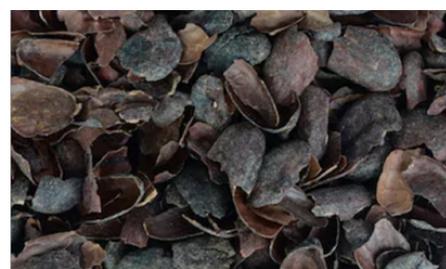


Image de coques de cacao (source : Shutterstock). Les coques issues de la transformation de cacao sont généralement utilisées par les industriels comme combustibles des chaudières biomasse.

6.1.2. Filière cajou

Les plantations d'anacarde couvrent une superficie de plus de 1.350.000 ha (2018, source FIRCA). Cette spéculative est cultivée de façon extensive, et a des rendements à l'hectare avoisinant 500kg, contre 1,5 à 2 tonnes/hectare en Inde. La faiblesse des rendements est due à la qualité du matériel végétal et aux difficultés de lutte contre les maladies et ravageurs de l'anacardier.

En 2018, la production totale était estimée à 875.000 tonnes environ, dont 70.000 tonnes transformées localement (source : www.nkalo.com).

Potentiel de biomasse issue de la noix de cajou

Les deux sources essentielles de biomasse dans la filière cajou sont :

- **La coque** : La coque contenant une substance oléagineuse très abrasive générée à l'issue de la transformation des noix. Deux pistes de valorisation peuvent être envisagées :
 - La valorisation des coques comme combustible (carbonisation des coques).
 - L'extraction de cette huile CNSL et la valorisation du résidu d'extraction comme combustible. Si ce second schéma est économiquement plus intéressant, il est très peu usité en Côte d'Ivoire.

En termes de biomasse, pour une tonne de noix transformée, il faut compter environ 70% de déchets et 30% d'amandes. *Le potentiel de biomasse est donc de 49 000 tonnes de coques.* Selon différents professionnels du secteur, environ le quart de la biomasse produite à partir des coques est utilisée pour les chaudières biomasse.

Le sujet de la biomasse issue de l'anacarde est doublement important. Les coques de cajou contiennent en effet une huile fortement toxique, rendant importante la problématique de son utilisation comme combustibles.

- **La pomme :** Quasiment inexploitée, la pomme de cajou représente un potentiel de biomasse très important. La pomme de cajou est pratiquement inexploitée en Côte d'Ivoire, alors qu'elle offre plusieurs vertus (dont sa grande richesse en vitamine C, 3 à 5 fois supérieur à l'orange) et peut être déclinée en produits divers, allant du jus à la liqueur, incluant les compotes et confitures etc... La pomme représente en moyenne 8 fois le poids de la noix selon diverses études (https://www.supagro.fr/theses/extranet/12-0035_Soro.pdf), ce qui représente un potentiel de biomasse de 4 375 000 tonnes à 7 000 000 tonnes. Certains acteurs du secteur estiment que la pomme représente 8 à 10 fois le poids de la noix. Une étude a été menée par GIZ dans le cadre du PROFAD *et a estimé à 5 millions de tonnes, la quantité de pomme disponible en Côte d'Ivoire.* Nous allons donc retenir cette estimation dans le cadre de notre étude.



Image de pomme de cajou (source : Shutterstock). Elle est très peu valorisée en Côte d'Ivoire bien que présentant un potentiel intéressant.



Image de coques de cajou (source : Shutterstock). Issues de la transformation ces coques sont généralement utilisées pour alimenter des chaudières biomasse.

6.1.3. Le palmier à huile

Le secteur de l'huile de palme représente 2% du PIB ivoirien, fait vivre directement ou indirectement 10% de la population soit 2 millions de personnes, représente une activité de transformation majeure soit en huile rouge (1ère transformation), soit en huile raffinée (2ème transformation). Selon l'USDA, la Côte d'Ivoire a produit environ 514 000 tonnes d'huile de palme brute en 2017-2018 sur une superficie officielle de 250 000 hectares. Le niveau des exportations reste relativement important (219 000 tonnes en 2018 selon l'AIPH).

Sur les grosses plantations, les rendements sont déjà très élevés, quasi optimaux, à environ 20 tonnes/hectare selon l'AIPH (avec un potentiel 22 à 25 t/ha, selon la Fondation FARM contre 30t/ha en Asie, le décalage étant essentiellement lié à des raisons climatiques). Globalement, la productivité des petits planteurs ivoiriens est la seule variable d'ajustement pour accroître la production en Côte d'Ivoire puisque les plantations industrielles sont à leur rendement maximal et qu'il n'est pas question d'accroître les superficies en coupant des forêts. Avec 155 000 ha de plantations villageoises, le verger est principalement situé au Sud du pays, sur la bande côtière, d'Aboisso à Tabou.

Potentiel de biomasse issue du palmier à huile

Le potentiel de biomasse issu de la transformation de l'huile de palme est important. Selon le CIRAD, pour chaque tonne d'huile extraite, l'industrie du palmier à huile doit traiter 1 tonne de déchets organiques solides, les rafles, et environ 2,5 tonnes de déchets liquides, les effluents. Sur la base des chiffres de 2018, *nous pouvons donc estimer la biomasse issue de la transformation de l'huile de palme à plus de 1.542.000 tonnes (liquide et solide).*

Ces chiffres sont plus ou moins confirmés par les taux de transformation recueillis auprès de professionnels du secteur :

- Dans 1000 kg régime (grappe) de graine de palme, il y a 660 kg de graine/fruit
- 660 kg de graine contiennent :
 - 120 kg de noix qui contiennent 70 kg de coques (qui vont être brûlé comme biocombustible) et 50 kg de palmiste pleine d'huile (de palmiste)
 - 540 kg de pulpe (fibres pleines d'huile) contiennent 190 kg d'eau, 230 kg d'huile et 120 kg de fibres (qui vont être brûlées aussi comme biocombustible)

La production ivoirienne d'huile de palme (514 000 tonnes) équivaut à 2 234 782 tonnes de régimes. La quantité de biomasse équivalente est donc la suivante :

- 983 304 tonnes de grappes sans noix, qui, sur les sites industriels, servent à la fertilisation ou à alimenter les chaudières.
- 156 435 tonnes de coques utilisées comme biocombustible pour les stérilisateurs, les chaudières, et la cristallisation.
- 268 174 tonnes de fibres, dont les sites industriels font usage comme combustible.

A ces quantités, il convient d'ajouter les plants vieillissants (quelle durée, quelle surface) et la boue de décantation, résidu du processus de production d'huile de palme brute et utilisée comme intrant dans la production de compost.

Il faut noter que la plupart des acteurs de cette industrie disposent de chaudière biomasse et valorisent leurs déchets.

Présentation des produits et résidus du palmier et leurs usages

Les graisses végétales de base ou «shortenings» sont employées dans les boulangeries pâtisseries. L'huile de palme interesterifiée et l'huile de palmiste hydrogénée sont le plus souvent utilisées, en mélange, pour ces usages. Elles peuvent être utilisées dans la préparation de pâtes instantanées, chocolats, glaçages et confiseries. Usages industriels : Les dérivés d'huile de palme et de palmiste sont très utilisés dans le monde entier pour d'autres usages très diversifiés. On peut citer les **acides gras**, les **savons** et **cosmétiques**, les **savons métalliques**, les **esters-méthyliques**, les encres, les résines époxydes, les aliments pour animaux, le laminage à froid, etc.

Usage comme carburants : L'utilisation de l'huile de palme comme carburant est déjà ancienne. Lors de la Seconde Guerre mondiale, de nombreux moteurs, fixes ou mobiles, ont fonctionné avec de l'huile de palme brute, pure ou mélangée avec du gazole. Des essais récents ont été conduits avec des mélanges 50/50 avec du gazole ou du DDO¹, mais la technologie des moteurs diesel ayant beaucoup évolué, l'utilisation de l'huile de palme non transformée provoque un encrassement de la partie haute du moteur (soupapes, chambres de précombustion, etc), une usure prématurée des pièces mobiles et diminue leur rendement. Certains industriels, dans le cadre d'actions de coopération, cherchent à mettre au point des moteurs diesel fixes utilisant l'huile de palme plus ou moins pure comme source énergétique. Des études techniques récentes montrent qu'il est possible de produire, par alcoolyse simple de l'huile de palme avec de l'alcool ou du méthanol, un carburant proche du gazole. Au-delà de la faisabilité technique, l'utilisation de l'huile de palme comme énergie verte et renouvelable dépendra de nombreux autres facteurs économiques et politiques.

Autres sous-produits

La sève de palmier trouve de nombreuses utilisations. Elle est obtenue par saignée soit d'inflorescences mâles sur des arbres sur pied, soit du bourgeon terminal sur des arbres abattus. Le rendement en sève par arbre dépend du mode d'extraction et de l'âge des palmiers.

Alcools et poudre alimentaire

Légèrement fermentée, cette sève donne le **vin de palme** très populaire en Afrique. Après fermentation complète puis distillation, on obtient de l'**alcool alimentaire, technique** ou **pharmaceutique**. La sève peut, aussi, être déshydratée avant fermentation et fournir une **poudre alimentaire**.

Utilisation du bois, de la stipe, des rachis, etc

Le stipe des vieux palmiers est utilisable en **ébénisterie** ou en **bois de charpente** pour des constructions légères. Traditionnellement, les palmes sont utilisées à la confection de clôtures légères et d'éléments de **couverture de toiture**. Les nervures centrales des folioles servent à confectionner des **balais**. Les rachis frais débités en lanières sont utilisés à la confection de **paniers tressés**. Le méristème terminal et les bases des jeunes feuilles sont utilisables comme **cœur de palmier**. Celui-ci est différent par son goût et son aspect du très connu cœur de palmier qui est produit, lui, à partir de l'Euterpe.

Présentation des sous-produits de l'huilerie et leurs usages

Les fibres et les coques de palmistes

L'utilisation la plus importante des sous-produits de l'exploitation du palmier à huile a pour finalité la production d'énergie. Cette énergie, transformée en électricité, est obtenue en brûlant, dans des chaudières adaptées, les fibres et les coques de palmistes issues du procédé d'extraction d'huile de palme. Les rafles, après un traitement approprié (essorage et broyage) peuvent aussi servir de combustible.

Les effluents liquides

Le traitement des effluents liquides des huileries de palme peut aussi produire du combustible et du méthane : En effet, la fermentation anaérobie des effluents conduit à la production de méthane, combustible gazeux pouvant être utilisé soit pour produire de l'électricité (turbine à gaz), soit pour alimenter des moteurs agricoles.

- L'utilisation des rafles après incinération et des boues après digestion comme fertilisants est très courante. Les rafles sont aussi employées en paillage, en couronne autour des jeunes palmiers ou en bandes de 3-4 mètres de large en plantation adulte.
- Les boues solides issues des centrifugeuses à 3 sorties, les boues de décantation, les fibres et le tourteau de palmiste peuvent être utilisés dans les rations alimentaires des bovins, à condition de veiller aux compléments nécessaires.
- Enfin les coques de palmiste donnent, après carbonisation, un charbon de très haute qualité, utilisable pour la fabrication de charbon actif.



Image d'un palmier (source : Shutterstock). Au delà de 25 ans, les palmiers sont peu productifs et généralement remplacés par de nouveaux plants. Ils sont abattus pour le vin et une fois secs, utilisés essentiellement par Biokala.



Coques de palme (source : Shutterstock). Elles sont généralement utilisées par les industriels comme combustibles des chaudières biomasse.

6.1.4. L'hévéa

Les grandes zones de production de l'hévéa en Côte d'Ivoire sont : le Sud (Dabou, Grand Lahou, Bonoua Aboisso), l'ouest (Gagnoa, Issia, Soubré, Guiglo, Duekoué, Tabou,) et l'est (Abengourou, Agnibilekrou) bien qu'elle tende à se généraliser. Les superficies consacrées à l'hévéaculture sont estimées à 650.000 hectares (APROCAM-CI) et le volume de production générale en Côte d'Ivoire pour 2019 tourne autour de 780 000 tonnes, avec une prévision initiale de 850 000 tonnes en 2020 et 2 000 000 tonnes à l'horizon 2023.

La durée du cycle de l'hévéa se situe généralement entre 30 et 50 ans selon la saignée et l'entretien du champs, les remplacements se font à l'âge de 30 ans maximum en petite saison août et septembre. L'âge du verger ivoirien selon des données récentes collectées dans 32 plantations suivant une catégorisation en tranches d'âge

de 5 ans chacune est de 05 à 20 ans. Il faut retenir que de plus en plus de nouveaux champs sont lancés d'où cette relative jeunesse globale du verger. Les principaux sous-produits de l'hévéa sont :

- **Le latex**, qui est récolté à l'état liquide après la saignée de l'arbre et est utilisé dans le domaine médical (les gants par exemple) les produits du quotidien (balles, ballons, équipement de plongée préservatifs, tétines...) domaine du textile (vêtements, chaussures, élastique des sous-vêtements...) Domaine médico-chirurgical (les sondes urinaires, pistons de seringues, bandages adhésifs et élastiques etc..).
- **Les fonds de tasses ou coagulum** qui sont obtenus après coagulation du latex dans des tasses attachées au bois. Après acheminement dans les usines, ils sont lavés, mélangés, coupés et séchés à plusieurs reprises avant d'être compressés en balle de 35 kg pour être exportés après les différents contrôles qualité. Généralement ces balles sont destinés à l'industrie pneumatique (la fabrication des pneus de voitures et autres), l'industrie automobile (les accessoires de voitures, etc ...)

Potentiel de biomasse issue de l'hévéa

Le bois

Les arbres matures d'*Hevea brasiliensis* abattus après 30 à 35 ans de saignée sont insuffisamment valorisés en Côte d'Ivoire. Les travaux de recherche ont été entrepris à cet effet pour évaluer la ressource disponible, tester les qualités technologiques et énergétiques afin d'élucider les possibilités d'utilisation du bois, par le CNRA et le FIRCA. Les résultats montrent que les hévéas présentent une bonne cylindricité de tronc, se ramifient relativement haut (5 à 6 m) et offrent en conséquence, une bonne partie de fût exploitable en bois d'œuvre. Les diamètres atteignent 40 à 45 cm et le volume par hectare approche 320 m³ dont 150 m³ pour le bois d'œuvre. La ressource disponible annuellement est d'environ 500 000 m³ pour le bois d'œuvre et 600 000 m³ pour le bois énergie. Le bois peut donc être utilisé comme :

- **Bois d'œuvre / menuiserie** : Le sciage qui est la meilleure opportunité de valorisation en bois d'œuvre de l'hévéa, est facile avec un rendement de 44 %. Le bois admet de faibles contraintes élastiques qui limitent son utilisation en charpente. Avec un traitement de préservation approprié, les qualités du bois d'hévéa le prédisposent à de multiples emplois en bois d'œuvre.
- **Bois de chauffe / charbon de bois** : Le bois se carbonise bien et les combustibles ménagers obtenus présentent des caractéristiques intéressantes pour la cuisson des aliments. Toutefois la présence d'éléments toxiques est évoquée.
- **Combustible industriel** : Le bois est toutefois très utilisé par les unités de transformation comme combustible pour les chaudières et les fours des séchoirs.

Litière organique

Une partie du feuillage et des petites branches est laissée sur les sites pour servir de litière et produire de l'humus après décomposition.

Les graines

Quasiment inexploitées en côte d'ivoire, les graines d'hévéa présentent pourtant un intérêt certain en termes de potentiel de valorisation. L'institut nigérian de recherche sur le caoutchouc estime que le rendement en graines des plantations de caoutchouc varie de 100 à 150 kg/ha, selon la fertilité du sol et la densité des cultures. Ramené au contexte ivoirien, *nous pouvons donc estimer à un potentiel de 65.000 tonnes de graines*, avec une forte disponibilité, vu le très faible niveau de valorisation actuel. Les rendements du noyau à partir de graines de caoutchouc varient de 57% à 63%.

Huile, et tourteaux de graines

Pour 2 tonnes de graines, on peut ainsi obtenir approximativement 550 à 700 kg d'huile, 1 tonne de tourteaux, et des résidus divers... L'huile de graines d'hévéa peut servir comme intrant pour la production de biocarburants. Les tourteaux, doivent être traités afin d'en retirer les éléments toxiques avant d'entrer comme intrant pour aliments de bétail. Ces possibilités sont encore quasiment inexploitées en côte d'ivoire, où la graine est vue essentiellement comme semence ou comme résidu.

6.1.5. Filière Coton

La production de coton graine de Côte d'Ivoire est passée de 412 646 tonnes, lors de la campagne 2017-2018 à 458 762 tonnes en 2018-2019, avec une projection de 510.000 tonnes pour la campagne 2019-2020. Ces volumes font de la Côte d'Ivoire le 3ème pays producteur en Afrique.

Les zones de production cotonnière sont principalement au centre et au Nord du pays, et occupent une superficie estimée à 300.000 hectares (CEPICI).

Potentiel de biomasse issue du coton

Les principaux résidus de coton sont les graines, les tiges et les feuilles. Cette biomasse peut être estimée à environ 3 tonnes par hectare (CNUCED). Les graines de coton peuvent être utilisées en huilerie, et les résidus de cette production sont des tourteaux, entrant dans l'alimentation animale.

En Côte d'Ivoire, OLHEOL (www.olheol.com) et COTRAF (www.cotraf.net) font de la trituration mais ont rencontré d'énormes difficultés d'approvisionnement en graines, qui sont vendues directement aux pays voisins, où cette biomasse est achetée à meilleur prix (100 à 150F CFA /kg). COTRAF a toutefois réussi à nouer des partenariats avec les entreprises d'égrenage du coton comme SECO ou COIC.

Graines, tiges et feuilles peuvent aussi être utilisées comme combustibles, après transformation en briquettes, par le procédé de la pyrolyse.

Le potentiel en biomasse du coton peut être estimé à 900.000 tonnes sur la base des données CNUCED.



Image d'un cotonnier (source : Shutterstock). Après la récolte, le plant est utilisé comme bois de chauffe par les producteurs.



Graines de coton (source : Shutterstock) après égrenage qui sont utilisées pour faire de la huile (trituration).



Tourteaux de coton (source : Shutterstock) obtenus après trituration. Les tourteaux sont généralement utilisés pour l'aliment de bétail.

6.1.6. Filière café

La Côte d'Ivoire est le troisième producteur africain de café avec 125 000 tonnes en 2018. Le potentiel de biomasse reste important dans la filière caféière. Pour mieux en cerner les contours, nous parlerons principalement de la pratique locale en matière de récolte, certes, mais nous évoquerons aussi une pratique différente, qui montre un potentiel intéressant.

- *Le traitement du café vert selon la méthode locale ou voie sèche* : La voie sèche est le système le plus simple et économique. De ce fait, elle est très pratiquée dans les pays qui manquent d'eau. Après la récolte, les baies sont étalées au soleil sur de grandes aires ou sur des claies pour sécher. Il faut les protéger de la pluie et les retourner afin de garantir un séchage homogène, et éviter toute fermentation. Enfin, le grain de café vert est enlevé mécaniquement du fruit par une décortiqueuse.

La voie sèche, méthode locale donc, génère les résidus suivants :

- **Parches ou coques**, qui représentent environ 30% du poids du café séché. Cette biomasse est généralement inexploitée et reste dans les champs. Quelques initiatives de valorisation sous forme de

combustible sont en cours, portées par des petites entités, comme pour la filière cacao précédemment évoquée. Lors du processus de torréfaction, il se forme des déchets de cuisson (parche torréfiée), représentant entre 0.5 et 1% de la masse totale du café à transformer au niveau local. Ces déchets de cuisson sont utilisés comme fertilisants par les agriculteurs. Les parches peuvent être brûlées dans un générateur de gaz et alimenter un moteur à partir de ce générateur de gaz pour produire de l'électricité. Comme dans le cas du biogaz, la chaleur récupérée du générateur et du moteur peut servir à chauffer de l'air qui pourra sécher une plus grande quantité de café.

- **Biogaz produit à partir des effluents du café** : Les effluents d'extrait de cerises du café sont une autre source potentielle de production de biogaz. Le biogaz produit peut servir à faire fonctionner un générateur d'électricité et la chaleur récupérée du système de refroidissement et d'échappement peut servir à sécher le café.
- **Matières solides de la pulpe de café pour ensilage** : La pulpe de café est une substance qui offre de multiples possibilités mais la présence de caféine a été considérée, jusqu'à ce jour, comme un facteur négatif qui la rendait inutilisable dans les aliments pour animaux. Une légère déshydratation de la pulpe, l'apport d'additifs commerciaux d'ensilage et le conditionnement dans des sacs en plastique à l'intérieur de conteneurs souples ou dans des conteneurs souples en vrac d'une capacité d'une tonne, permettent d'obtenir en 3-4 mois un excellent produit d'alimentation du bétail et de générer des revenus supplémentaires pendant la basse saison.
- **Les matières solides de la pulpe de café - du compost** : La pulpe de café ne contient qu'un cinquième des éléments nutritifs prélevés dans le sol par le grain de café vert. Toutefois, c'est une bonne source d'humus et de carbone organique du sol. Si l'on retourne régulièrement la pulpe de café sur un tas en place depuis plusieurs années, comme pour la production de compost ordinaire, elle se transformera en trois semaines en un compost d'un volume égal à un cinquième de son volume original, à l'odeur terreuse qui n'attire pas les mouches. Si on le laisse vieillir trois mois à l'abri, il réduit encore de volume et se transforme en compost terreux sec, excellent agent d'amélioration et de conditionnement du sol. C'est lorsque la température du tas commence à monter pour la deuxième fois, après avoir été retourné une première fois, que la masse s'effondre et libère de grandes quantités d'un liquide noir et visqueux qui contient la plus grande partie des éléments nutritifs et constitue le véritable engrais. Il ne faut pas laisser échapper ce liquide ; il faut le récupérer pour le vendre car ses hautes qualités organiques nutritives et répulsives peuvent générer des revenus supplémentaires.
- **Boissons alcoolisées et non alcoolisées** : Très peu d'informations ont été trouvées sur l'utilisation de la pulpe de cerises pour la production de boissons alcoolisées et non alcoolisées. En l'occurrence, la caféine ne constituerait pas un problème car on en ajoute fréquemment dans les sodas ; d'autre part, les alcools à base de café sont bien établis (Kahlua au Mexique, Caffè Borghetti en Italie, liqueur de café par le CNRA).
- **Mucilage du café** : À partir des déchets industriels du café, on peut obtenir les différents produits allant de l'engrais à la cosmétique.
- *Traitement du café selon La voie humide* : Cette méthode de préparation est plus longue que la voie sèche et, par conséquent, comprend plusieurs opérations. Dès la réception des fruits récoltés, ceux-ci seront re-sélectionnés dans un bac rempli d'eau. Ce système élimine le sable, les pierres, les feuilles et les branchettes ainsi que les cerises desséchées et les cerises piquées par les insectes. Dans ce bac de réception, les cerises mûres tombent au fond et sont aspirées par un siphon qui les conduit au dépulpeur. Le dépulpage est une opération qui se fait sous courant d'eau et consiste à éliminer, comme son nom l'indique, la pulpe. Les grains de café sont libérés mais, il reste encore du mucilage. Ils sont, ensuite, soumis à la fermentation dans des cuves avant d'être lavés. Le but est d'éliminer le mucilage. La fermentation est conduite le plus souvent dans des bacs en ciment et la durée varie selon les conditions climatiques et l'état de la cueillette. Le café sera encore lavé et ensuite mis à sécher soit de façon naturelle (sous le soleil), soit de façon artificielle. A cette étape, il y a encore la parche sur les grains de café. Les parches sont enlevées mécaniquement. Ce processus est connu sous le nom de déparchage. Cette méthode est principalement utilisée dans certaines zones de production du café Arabica (Amérique du Sud notamment).

Potentiel de biomasse issue du café

- **Parches ou coques** : Du café récolté dans les champs au café séché (production nationale), nous avons environ 50% de perte appelée parche (professionnels du secteur). Avec une production nationale de 128 000 tonnes, *nous pouvons estimer à 128 000 tonnes la part de parche ou coques.*
- **Marc de café** : ces déchets issus de la transformation représentent en général 60% du café vert transformé. Dans le cadre d'une étude réalisée par AVVA Café, l'un des torréfacteurs locaux, *en 2015, la quantité de marc disponible était de 18 353 tonnes* (sur 30 589 tonnes de café vert transformé). Ce marc a différentes applications comme l'engrais, la cosmétique, la fabrication de spiritueux, la production de biocarburants etc.

6.1.7. Filière riz

La riziculture occupe environ 823.000 hectares, dont environ 5% de parcelles irriguées qui produisent 20% du total des récoltes). La production nationale de paddy était estimée à 2 118 610 tonnes en 2018⁴.

Potentiel de biomasse issue du riz

Le potentiel de biomasse issue de la riziculture est de :

- **La paille** : Premier rejet de la culture rizicole, la paille de riz est la partie de la tige (ou chaume), coupée avec l'épi à la moisson. Il s'agit de volumes importants, qui ne semblent pas être quantifiés. Initialement laissée sur site dans les champs et est réutilisée par les cultivateurs comme paillis ou humus, par son enfouissement dans les champs avant labour, elle est aussi utilisée pour du compostage. La proportion de paille, ou de tiges, par rapport aux grains varie selon le niveau de rendement (des rendements très faibles en grains ont une forte proportion de paille) mais généralement il représente un peu plus de la moitié de la biomasse récoltée selon la FAO⁵. *Il s'agit de volumes importants, estimables, sur cette base à environ 2 118 610 tonnes.* Il faut noter que le ratio Indice de récolte (IR), défini comme étant le rapport entre le rendement commercialisable d'une plante cultivée et la quantité totale de biomasse qui a été produite, exprimés en matière sèche et assez variable dépendant des rendements, des variétés et autres. Pour le riz, il est compris entre 0,34 et 0,55.
- **La balle de riz** : La balle de riz est un sous-produit dérivé du décorticage du riz, opération qui permet de transformer le riz récolté, ou riz paddy, en riz cargo. En termes de volume, elle représente environ 20% du poids total des récoltes, *soit une biomasse théorique de 423 722 tonnes en 2018.* Actuellement, elle est essentiellement utilisée comme litière par les éleveurs. Quelques initiatives sont engagées pour sa valorisation sous forme de combustible (briquettes à brûler).
- **La farine basse ou son de riz** : Sa volumétrie représente environ 10% du volume de riz lors du décorticage, *soit une biomasse théorique de 211 861 tonnes.* Essentiellement utilisée comme intrant pour l'alimentation animale.

6.1.8. Maïs

Avec une production estimée à 1.055.000 tonnes en 2018/2019 (US department of agriculture/World Bank), le maïs occupe la seconde place de la production céréalière locale, après le riz. Les superficies exploitées sont estimées à plus de 350.000 hectares (YARA CI) et la production, quoique largement rependue sur le territoire national, provient, pour plus de 50%, de la Région des Savanes (Nord du pays).

La filière est de mieux en mieux organisée, avec des initiatives privées, telle la FEMACI (fédération des maïsiculteurs de Côte d'Ivoire) qui regroupe environ 800 coopératives, et revendique 94.300 hectares emblavés, pour une production totale de 300.000 tonnes. Au-delà des usages alimentaires directs (consommation humaine sous forme d'aliments ou d'alcools traditionnels suite à fermentation), le maïs constitue la matière première la plus importante dans la fabrication des aliments du bétail. Avec le développement de l'élevage (volaille et porc notamment), la demande devient de plus en plus importante et la production intérieure ne suffit plus à couvrir les besoins.

Potentiel de biomasse issue de la filière Maïs

⁴ http://www.ondr.ci/statistique_production.php

⁵ <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/008/x7660f/x7660f08.pdf>

En ce qui concerne le maïs, le potentiel de biomasse est le suivant :

- **Les grains de maïs et leurs coproduits** représentent environ 50% du poids de la matière sèche issue du maïs.

Le son de maïs, coproduit de la transformation du maïs par meunerie, représente environ 40% de la masse initiale de la matière à traiter (selon observations pratiques /Les Moulins Blancs/Gagnoa). Comme évoqué plus haut, cette biomasse étant entièrement utilisée, elle n'est donc pas disponible.

Les rafles : Représentant 8% de la masse sèche de la partie aérienne du plant, la **rafle de maïs** est le rachis (axe) de l'épi de maïs sur lequel sont implantés les épis femelles qui se transforment en grains lors de la maturation de la plante. Lors de la récolte du maïs, les rafles peuvent être ramassées sous forme d'épis entiers ou au contraire, dans le cas du moissonnage mécaniques, peuvent être abandonnées sur le champ avec les autres résidus. Les rafles sont constituées à 85 % de cellulose et de lignine, et représentent, au regard de la production locale, *un potentiel théorique de biomasse de 80.000 tonnes avant séchage*. Propice à une utilisation comme combustible, il ressort que trois kilos de rafles séchées dégagent autant d'énergie qu'un litre de fuel. Dans certains organismes de collecte, elles sont directement utilisées comme source d'énergie pour le séchage (étude de la FAO sur la production et la valorisation du maïs à l'échelle villageoise). De nouveaux marchés sont actuellement développés en Europe à savoir des bûches reconstituées, qui peuvent aussi se substituer au charbon de bois, et au niveau local, il est possible d'en faire des briquettes. Par ailleurs, de même que les pailles, les rafles peuvent être utilisées en combustion directe pour un usage familial, en particulier la cuisson des repas. D'un point de vue industriel, la principale transformation des rafles par voie chimique est la production de furfural par hydrolyse. Cette transformation entraîne une production annexe d'alcool éthylique et d'acétone ainsi que des sous-produits valorisés, par exemple, comme engrais. En ce qui concerne la transformation mécanique, les rafles broyées ont des propriétés d'absorption, d'abrasion et de combustion qui leur valent des emplois divers :

- polissage des pièces de moteur, saupoudrage des moules de fonderie et des aciers laminés;
 - nettoyage des fourrures et tapis, fabrication de produits absorbants;
 - emballage de marchandises fragiles
 - fabrication de panneaux agglomérés.
- **Les pailles (tiges, feuilles et spathes) :** Elles représentent, en cumul, environ 40% de la matière sèche du plant, *soit potentiellement 400.000 tonnes avant séchage, au niveau local*. Deux voies de valorisation sont courantes :
 - *Usage direct comme combustible :* Ce type d'utilisation se développe en particulier dans les zones sahéniennes et soudano-sahéniennes dans lesquelles le bois de feu devient rare et cher. Du fait des difficultés de transport (volume), ce type d'utilisation reste l'apanage des zones rurales et de la cuisine familiale, dans le cadre de la cuisson de l'alimentation.
 - *Fermentation pour production de biogaz :* Il n'existe pas d'étude spécifique pour le maïs, mais une similarité avec les pailles de sorgho a permis à la FAO d'extrapoler sur base de travaux du CIRAD-IRAT et ISRA. Dans cette optique les résidus doivent être associés à des déjections bovines pour alimenter le fermenteur. On obtient alors du biogaz, et un effluent servant de fertilisant, ainsi que du compost comme résidu.

D'un point de vue industriel, le ramassage des pailles, leur transport, leur stockage et leur transformation posent encore de nombreux problèmes, techniques et d'opportunité (coût). Toutefois, elles sont utilisables pour:

- la fabrication de pâte à papier pour la papeterie
- la fermentation pour la production de carburant acétano-butylique;
- l'hydrolyse en milieu acide de la cellulose. Pour obtention de cellulose, de lignine et de furfural, en plus des hydrolysats sucrés utilisées en levurerie

6.1.9. Filière mangue

Grande productrice de mangues dans la sous-région, avec une production estimée à 180.000 tonnes⁶, la Côte d'Ivoire est le troisième pays fournisseur de mangue du marché de l'Union européenne (UE), après le Brésil et le Pérou, avec des exportations évaluées à plus 32.000 tonnes en 2019 (interprofession de la mangue en Côte D'Ivoire). La filière est composée de nombreux petits producteurs ayant des plantations villageoises entre 1 et 2 hectares, et parfois, des vergers maîtrisés allant jusqu'à 50 hectares.

De grands acteurs, comme la SCB assurent 10% de la production totale. Les principales zones de production sont le Nord et le Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire.

Les fruits et leurs rejets peuvent ainsi être valorisés comme suit :

- Production de jus de fruit, de confitures, de fruits déshydratés et de poudre pouvant être un accélérateur de développement pour les régions productrices, par la mise en place d'unités agroindustrielles dédiées.
- Les noyaux peuvent aussi être exploités, leur amande pouvant être exploitée pour produire du beurre ou de l'huile à destination de l'industrie cosmétique.
- Les rejets de cette transformation, et les déchets non exploités par les transformations précédentes peuvent servir au compostage ou à la production de combustibles (rejets de noyaux, pelures etc.)

Potentiel de biomasse issue de la filière Mangue

La filière mangue en Côte d'Ivoire présente le potentiel suivant en termes de production de biomasse :

- Pertes post-récolte : selon différentes estimations, le pays perdrait près de 40% de sa production de mangues du fait de l'absence d'infrastructures de conservation et de transformation, du manque d'infrastructures logistiques (mangues abandonnées dans les plantations) et de la faiblesse du marché local. Le potentiel de *biomasse lié à ces pertes est donc d'environ 70 000 tonnes.*
- Noyaux et épilures après transformation ou consommation : les acteurs du secteur estiment à environ 30% les rejets (noyau et pelures) dans la masse totale du produit après transformation ou consommation. En partant des 110 000 tonnes après les pertes post-récolte, *nous obtenons un potentiel de 33 000 tonnes de biomasse.*

6.1.10. Filière sucre

Avec une production sucrière de 197.000 tonnes en 2018, la filière sucrière ivoirienne ne parvient pas à couvrir la consommation locale, estimée à 243.000 tonnes sur la même période. Les structures de production et de transformation de la canne à sucre, présentes dans le Nord du pays, ont pour objectif un accroissement de leur productivité à l'horizon 2023.

En termes de production agricole et de biomasse, la filière sucrière ivoirienne représente plus de 2.000.000 tonnes de canne à sucre brute (le ratio de transformation de la canne brute au sucre est de 115 kg de sucre par tonne de canne à sucre).

Situées essentiellement dans le nord du pays, les plantations industrielles de canne à sucre couvrent environ 31.000 hectares, dont 14.000 pour SUCRIVOIRE, 14.000 pour SUCAF, et environ 3000 hectares de plantations villageoises. La particularité de la biomasse issue de la canne à sucre en Côte d'Ivoire, est son niveau d'exploitation. Les entreprises transformatrices réutilisent en effet la bagasse et la mélasse issues des processus de transformation, et les valorisent, tant comme combustible, que comme intrants agricoles (fertilisants).

La disponibilité de cette biomasse est donc théorique et il n'existe pas d'offre de ces sous-produits. Une étude montre toutefois que les deux sucriers produisent environ 50 MW d'électricité à partir des déchets de la canne à sucre⁷.

Nous évoquerons donc ces sous-produits issus de la transformation de la canne à sucre à titre illustratif :

- **La bagasse** : Il s'agit du résidu fibreux de la canne à sucre qu'on a passée par le moulin pour en extraire le suc. Elle est composée principalement de la cellulose de la plante. Une tonne de canne à sucre produit

⁶ <https://news.abidjan.net/h/650961.html>

⁷ https://www.seforall.org/sites/default/files//2015/05/Cote_divoire_RAGA.pdf

environ 300 kg de bagasse, ce qui permet d'en évaluer approximativement le potentiel de biomasse à 600.000 tonnes. La bagasse peut être utilisée comme matière première pour la fabrication de papier, ou comme c'est le cas en Côte d'Ivoire, comme combustible pour les unités de transformation de la canne. Utilisée comme source de bioénergie par les usines de transformation locale, elle permet de participer à l'autonomie énergétique des unités de production. Les résidus de combustion de la bagasse peuvent servir de fertilisants. La bagasse peut aussi servir à l'alimentation animale, particulièrement pour les bovins. D'autres usages sont envisagés mais pas encore très aboutis (matériau de construction, emballage alimentaire, bioplastiques, etc). La bagasse peut enfin servir d'intrant pour la fabrication de compost.

- **La mélasse :** La mélasse est le sous-produit final de l'extraction du sucre et est produite à hauteur de 3 à 4 % du tonnage de cannes broyées, soit un potentiel de 80.000 tonnes en Côte d'Ivoire. Compte tenu de la teneur non négligeable en sucres (entre 30 et 35%), elle est, pour les sucreries disposant d'une distillerie, principalement transformée en alcool, pour produire de l'alcool de bouche (Rhum) ou de l'éthanol (biocarburant, alcool pharmaceutique...). Pour les sucreries sans distillerie, compte tenu des teneurs en K₂O (entre 0.2% et 0.3% en moyenne) elle peut être épandue sur les champs, en remplacement des engrais minéraux et notamment les engrais potassiques. On applique dans ce cas, et selon les besoins en potassium de la canne, une dose de 5 à 10 tonnes/ha. Elle apporte en outre des quantités non négligeables en CaO et MgO également importantes pour la canne. Il en est de même pour la vinasse, sous-produit de la distillation de la mélasse, qui peut être épandue sur parcelle, à des doses plus ou moins importantes de 20 à 30 m³/ha pour une vinasse brute à moins de 10 m³/ha pour un produit concentré.
- **Les écumes :** Les écumes de sucrerie (issues de l'épuration du jus de canne) représentent environ 3% du poids de la canne broyée, soit, pour la Côte d'Ivoire, environ 60.000 tonnes. Relativement riches en azote (0,7%), phosphore (0,3 à 0,4%) et en calcium (0,8%), elles peuvent remplacer les engrais phosphatés tout en améliorant la fertilité du sol du fait de l'apport de matières organiques de qualité et de l'apport de calcium (réduisant l'acidité des sols). Il faudrait cependant en épandre massivement (plus de 20 tonnes /hectare).

6.1.11. Autres filières

Il existe plusieurs autres filières dans lesquelles la Côte d'Ivoire occupe une place de choix et pour lesquelles le potentiel de biomasse reste important. Il s'agit entre autres de :

6.1.11.1. Filière ananas et autres filières fruitières

L'ananas occupe **15.000 ha**, soit environ 11 % des terres consacrées aux cultures fruitières. Le secteur se caractérise par une grande diversité d'opérateurs à tous les niveaux : on a environ **2.500 petits planteurs** d'ananas qui réalisent **80 %** de la production de façon informelle ou traditionnelle. Ils sont affiliés pour la plupart à des coopératives pour le groupage, l'emballage et le transport de leur production destinée à l'exportation. La superficie moyenne de leurs exploitations est de 5 ha.

A l'opposé, se rencontrent des exploitations de type industriel appartenant à de grands groupes de distribution de fruits dans le monde. C'est le cas de la **SCB** (Société de Culture Bananière) appartenant au groupe international DOLE, pratiquant une production intensive de fruits pour l'exportation, avec des exploitations de superficie moyenne de **500 ha**.

Rendements et productions : Les rendements moyens sont de l'ordre de 30 à 40 T/ha exportables avec des pointes autour de 55 tonnes. La production est en moyenne de 170.000 tonnes par an. Les principales zones de production de l'ananas sont l'Est du fleuve Comoé et concerne notamment les villes de **Grand-Bassam, Bonoua, Adiaké** et **Aboisso** qui assurent **80 %** de la production. Les autres zones de production sont **Dabou, Tiassalé, Agboville**, etc. (Source: www.agriculture.gouv.ci)

Potentiel de biomasse

Environ 80% de la production est destinée à l'exportation. Il existe toutefois des transformateurs locaux, dont la production principale est le jus d'ananas en conserve. En parallèle, ont vu le jour des initiatives, à petite échelle,

de valorisation plus complète des sous-produits de l'ananas en confiture, ananas séché, liqueur, vinaigre et poudre d'ananas. Les déchets de transformation, peuvent être valorisés comme :

- Compost : le principal intervenant dans le compostage des déchets d'ananas est la société Green CountriesCompost, qui valorise l'essentiel des résidus de transformation locale.
- Alimentation animale.

Ces analyses peuvent être transposées sur la filière Bananes (dessert et plantain) dans lesquelles la Côte d'Ivoire est un gros producteur.

6.1.11.2. Filière coco

La production nationale de noix de coco est mal estimée. En 2012, elle était de 97.000 tonnes, dont 27.000 tonnes exportées. Les exploitations, présentes en grande majorité dans le Sud du pays (Adiake, Assinie, Jacquville, etc.) sont vieillissantes et surexploitées, faute de renouvellement du verger. Il existe toutefois quelques acteurs dans la filière, dont la SICOR.

Les sous-produits issus de la filière coco et de la transformation des noix sont listés ci-dessous. S'agissant d'un oléagineux, la plus grande partie de la récolte est valorisée sous forme d'huile et de tourteau. Il existe deux grandes filières d'extraction de l'huile de coco : la voie sèche, dans laquelle l'amande est d'abord transformée en coprah, et la voie humide, qui procède directement à partir de l'amande fraîche.

Transformation par voie sèche : Elle constitue la filière oléagineuse classique pour le cocotier. Le produit passe par un stade intermédiaire déshydraté, le coprah, dont la stabilité permet de le stocker et de le transporter dans de bonnes conditions. C'est sous cette forme que plus de la moitié de la récolte est commercialisée dans les pays producteurs. La préparation du coprah est essentiellement le fait des petits planteurs, ce qui explique le caractère artisanal, voire rudimentaire des matériels et techniques utilisés.

- **Le coprah :** Le coprah est obtenu par séchage de l'amande fraîche de noix de coco mûres, dont la teneur en eau est abaissée au cours de cette opération de 50 à 6% environ. La préparation du coprah est généralement effectuée sur les lieux de production des noix ou à proximité immédiate. Elle se déroule selon une séquence d'opérations unitaires, peu mécanisées, nécessitant une main-d'œuvre abondante. Après séchage, le taux d'humidité idéal doit être d'environ 6%. Le séchage solaire constitue la méthode la plus simple et la moins coûteuse, mais il n'est praticable que dans de rares situations bénéficiant d'une insolation suffisante. Dans la plupart des cas, la déshydratation de la chair de coco est réalisée à l'aide d'un séchoir. Les grandes plantations et les huileries situées dans les zones de production utilisent des séchoirs industriels à air chaud dans lesquels l'énergie calorifique est fournie par un brûleur à fuel, ou, plus fréquemment, par la vapeur produite dans une chaudière à déchets, permettant d'obtenir une qualité de coprah plus régulière.
- **L'huile de coprah :** Les techniques utilisées pour l'extraction de l'huile du coprah sont identiques à celles employées dans le cas des autres graines oléagineuses: extraction mécanique par pressage (ou: trituration), et extraction par solvant. Elles peuvent être utilisées seules ou en combinaison. L'obtention d'un taux d'extraction satisfaisant passe par un conditionnement préalable du coprah mis en œuvre : broyage, et cuisson-séchage.
- **Les tourteaux :** Résidu principal du pressage pour l'extraction de l'huile le tourteau de coprah peut être exporté sous forme d'écaillés, c'est à dire tel qu'il sort de l'expeller, ou bien en briquettes après passage dans une presse-extrudeuse. Sa teneur en huile varie de 1-2% dans le cas d'une extraction au solvant à 6-12% pour les tourteaux d'expeller.

La transformation de la noix de coco par voie humide : Il existe dans les pays producteurs de très nombreux procédés artisanaux, voire familiaux, de transformation directe de la pulpe de noix de coco. Un marché s'est créé autour de ces produits au-delà de leur zone traditionnelle de consommation, suscitant la mise au point d'un certain nombre de procédés industriels. Cependant, s'il est probable que les produits de la transformation de la noix de coco par voie humide ont un avenir, ce domaine d'activité est encore marginal par rapport à l'ensemble de la filière. Les procédés traditionnels d'extraction consistent pour la plupart à râper l'amande fraîche, à en extraire par pression une émulsion de matière grasse dans l'eau, appelée « lait de coco ». Le traitement de cette

émulsion donne deux sous-produits à savoir l'huile de coco et la farine de coco, utilisable en alimentation après séchage.

La valorisation des sous-produits du coco

Quelle que soit la technologie considérée, la transformation de la noix de coco génère l'apparition de sous-produits : bourres, eau et coques. Cependant, le problème de leur valorisation ne se pose pas toujours de la même façon, selon que le premier traitement des noix est réalisé par le producteur, ou au niveau de l'unité de transformation.

- **Les bourres** : Les enveloppes possèdent un pouvoir calorifique du niveau de celui du bois de feu. Aussi sont-elles assez fréquemment utilisées comme combustible dans les petites plantations pour le séchage du coprah ou les besoins domestiques. Les bourres contiennent une importante proportion de fibres très résistantes qui sont exploitées dans certains pays pour fabriquer toute une gamme de produits de sparterie. A noter que les différents procédés d'extraction sont encore relativement peu mécanisés, même dans les plus grosses unités. C'est la raison pour laquelle cette activité est restée une spécialité de pays à faibles coûts salariaux.
- **Les coques** : Comme les bourres, elles sont essentiellement utilisées comme combustible par les producteurs. Cependant, elles se prêtent mieux que les enveloppes à la transformation dans la mesure où elles sont regroupées sur les lieux de transformation. Deux productions permettent de valoriser les excédents de coques générés par le traitement des amandes : le charbon végétal et la farine de coque. La carbonisation des coques donne en quelques jours un excellent charbon, dur mais assez friable. Il faut entre 20 et 25000 coques pour produire une tonne de charbon. Cette opération est le plus souvent réalisée sur les lieux de production de façon artisanale, en fosse, mais elle est de plus en plus pratiquée en four. Cette méthode plus sophistiquée permet de mieux contrôler la pyrolyse, et de pouvoir récupérer les co-produits: gaz pauvre, acide pyroligneux, et goudrons. Les gaz peuvent être brûlés dans l'unité, pour le séchage du coprah par exemple. Le charbon de coque peut ensuite être vendu comme combustible pour les besoins domestiques, ou exporté vers des unités d'activation. En effet, une bonne partie du charbon activé utilisé dans le monde est fabriquée à partir de charbon de coques de coco, qui permet d'obtenir une porosité et donc une surface spécifique exceptionnelle. Le principal acteur ivoirien présent sur ce segment est Carbogreen Industries, dirigé par Ali Bazzi. La coque de noix de coco peut également être transformée en farine après broyage et tamisage. Cette production utilise des équipements lourds et rustiques, du fait du caractère hautement abrasif du produit.
- **L'eau de coco** : Dans les pays producteurs, l'eau des noix immatures est largement consommée en l'état sous forme de boisson; par contre, celle des noix récoltées à maturité, beaucoup moins riche en composés hydrocarbonés, n'est pratiquement pas utilisée. La transformation de la noix de coco fait apparaître de très grands volumes d'eau de coco, dont le rejet sans traitement préalable entraîne une forte pollution de l'écosystème. Aussi de nombreuses recherches ont-elles porté sur la valorisation de ce sous-produit, mais le problème est ardu : très dilué, sa valeur calorique est faible, et sa concentration n'est pas envisageable, car elle nécessiterait trop d'énergie. Les procédés fermentatifs constituent actuellement les seules voies de transformation potentiellement rentables : production d'acide acétique et de composés biotiques, ou culture de microorganismes pour la production de protéines alimentaires, par exemple.

Certaines études affirment que SICOR produisait en 2012 environ 1 MW d'électricité à partir de coques et de bourres⁸.

6.1.11.3. Filière bois & foresterie

La Côte d'Ivoire dispose de plusieurs scieries et son couvert forestier a été pas mal entamé. Les déchets de la filière bois comme la sciure sont peu valorisés. Il faut noter toutefois que des entreprises comme Biofertil utilisent les rejets (feuilles de bois) pour produire du compost.

6.1.11.4. Filières céréalières

⁸ https://www.seforall.org/sites/default/files//2015/05/Cote_divoire_RAGA.pdf

En plus du riz et du maïs étudiés plus haut, la Côte d'Ivoire produit du mil et du sorgho. En plus de la biomasse disponible dans les champs (tiges, feuilles), des résidus de transformation sont utilisés essentiellement pour l'élevage. L'Indice de Récolte du mil reste par exemple faible pour le mil laissant entrevoir un potentiel plus important de biomasse par hectare.

6.1.12. Conclusion partielle sur l'offre de biomasse issue de la production agricole

Le tableau ci-dessous présente le potentiel de biomasse pour certaines filières agricoles. Il montre que l'évaluation officielle de 15 à 17 millions de quantité de biomasse disponible est sous-estimée.

Filière	Type de déchets	Quantités de déchets (en tonnes)	Prix d'achat	Localisation
Cacao	Cabosse	4,36 millions tonnes de cabosses sèches ou 15 millions de tonnes de cabosses humides.	Gratuit *	Sud-ouest
	Coques	43 760 tonnes	Gratuit *	Sud-ouest
	Arbres en fin de vie	400 000 hectares de plants ayant plus de 30 ans		
Cajou	Coques	49 000 tonnes	Gratuit *	Nord
	Pommes	5 000 000 tonnes	Gratuit *	Nord
Palmier à huile	Grappes	1 542 000 tonnes	Gratuit	Sud
	Plants vieillissants	Evaluation à effectuer	2.500/plant**	Sud
Hévéa	Plants vieillissants	500 000 m ³ pour le bois d'œuvre et 600 000 m ³ pour le bois énergie		
	Graines	65 000 tonnes	Gratuit *	Sud
Coton	Tiges, graines, coques	900 000 tonnes	Entre 70 et 150 FCFA/kg	Nord
Café	Coques ou parches	128 000 tonnes	Gratuit *	Sud-ouest
	Marc de café	18 353 tonnes	Gratuit *	
Riz	Paille	2 118 610 tonnes	Gratuit *	Tout le pays
	Balle de riz	423 722 tonnes	Gratuit *	
	Farine basse – son de riz	211 861 tonnes	30-50 FCFA/kg	
Maïs	Rafles	80 000 tonnes	Gratuit *	Nord & centre
	Tiges & feuilles	400 000 tonnes	Gratuit *	Nord & centre
Mangues	Pertes post-récoltes	70 000 tonnes	Gratuit *	Nord
	Pertes post transformation et consommation	63 000 tonnes	Gratuit *	Nord
Sucre	Bagasse	600 000 tonnes	ND	Nord & ouest
	Mélasses	80 000 tonnes	ND	Nord & ouest
	Ecumes	60 000 tonnes	ND	Nord & ouest

gratuit* = les initiatives de valorisation étant récentes, et parfois portées par des projets avec des ONG, la biomasse n'est quasiment jamais vendue aux transformateurs, ou alors, à des valeurs symboliques, qui ne peuvent donc pas servir de référence.

** = Dans le cas précis des plantations industrielles du groupe SIFCA, les plants vieillissants sont cédés aux populations villageoises, au prix symbolique de 2.500 F/plant. Ceux-ci en extraient le vin de palme pour la revente. Les capacités d'absorption villageoises étant très limitées, seule une infime fraction des plants fait ainsi l'objet de revente directe. Les autres plants sont soit cédés au projet BOKALA, soit laissés pour servir, après décomposition, d'engrais vert.

7. Techniques de valorisation et analyse de la demande en biomasse

7.1. Secteur de l'électricité en Côte d'Ivoire

7.1.1. Environnement réglementaire du secteur électrique en Côte d'Ivoire

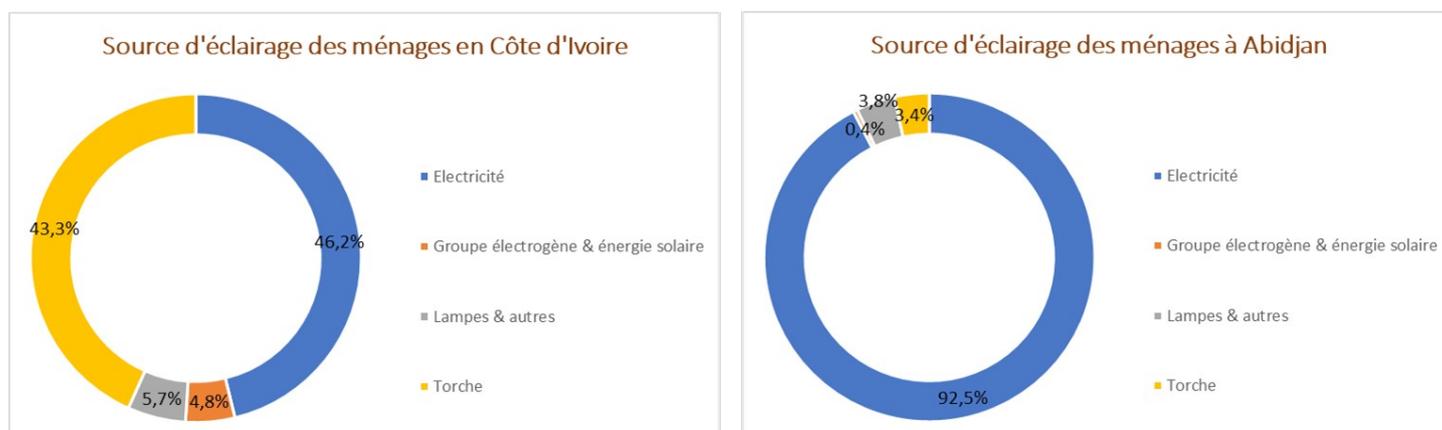
Le code de l'électricité⁹ fixe les conditions et modalités d'exercice des activités ci-après :

- la production à partir de toutes sources d'énergies, y compris les énergies nouvelles et renouvelables, le transport, le dispatching, l'importation, l'exportation, la distribution et la commercialisation de l'énergie électrique ;
- la maîtrise de l'énergie et la réduction de l'impact du système électrique sur l'environnement.

Le gouvernement ivoirien fait la distinction entre les 3 modes d'installation de l'énergie renouvelable :

- *Kits individuels* : Vulgarisation d'équipements individuels (les kits solaires EP, les kits solaires domestiques, les chauffe-eaux solaires, les séchoirs solaires, les lampes solaires, les recharges solaires, les installations à biogaz, les équipements en biochar) pour la production d'énergie ou d'électricité ;
- *Mini réseaux* : Alimentation de mini réseaux électriques, par l'installation d'ouvrages de production d'énergie renouvelables isolés ;
- *Centrales en énergies renouvelables* : Raccordement des centrales de production au réseau électrique interconnecté.

La Côte d'Ivoire produisait 2 199 mégawatts (MW) en 2017, avant la mise en production du barrage de Soubré (275 MW). Le secteur de l'électricité en Côte d'Ivoire présente un paradoxe. D'une part, l'augmentation de la production permet de desservir près de 82% des localités du pays (qui est aussi exportateur d'électricité). Dans le même temps, seulement 46,2% des ménages ont accès à l'électricité. Selon l'Enquête sur le niveau de vie des ménages (ENV 2015), les sources d'éclairage des ménages en Côte d'Ivoire montrent l'écart important entre Abidjan et le reste du pays :



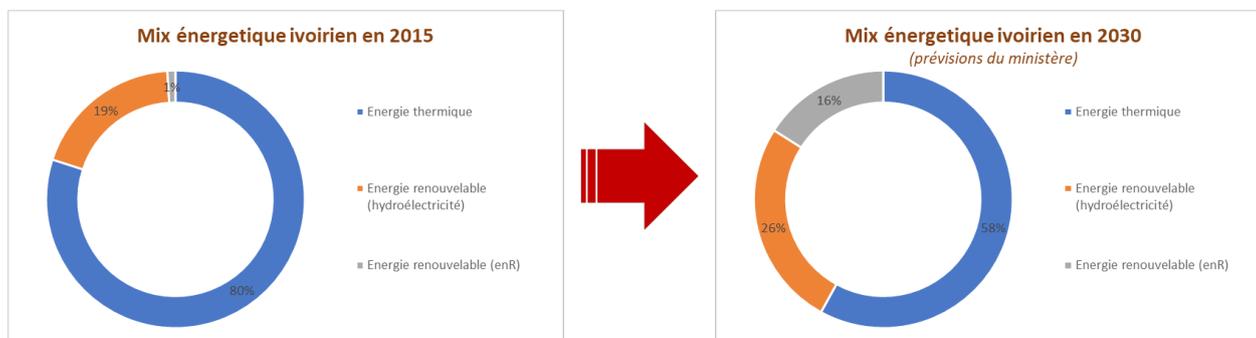
L'écart important entre le taux de couverture des localités (82%) et le taux de couverture des ménages (46,2%) s'explique par le coût important de raccordement des ménages au réseau électrique malgré l'instauration d'un tarif social de l'électricité.

7.1.2. Le secteur des énergies renouvelables à base de biomasse en Côte d'Ivoire

L'objectif du gouvernement est d'atteindre 3 000 MW en 2030 tout en améliorant son mix énergétique avec 42% d'énergies renouvelables (dont 6% de solaire)¹⁰. Le graphique ci-dessous présente le mix énergétique actuel de la Côte d'Ivoire et les prévisions ministérielles de son évolution.

⁹ <http://www.cepici.gouv.ci/web/docs/code-de-l-electricite.pdf>

¹⁰ <https://www.jeuneafrique.com/mag/782803/economie/energie-abidjan-branche-ses-voisins/>



La production d'électricité à partir de la biomasse

Le pays compte quelques sites d'autoproduction d'électricité dans l'industrie agroalimentaire notamment. En 2017, le gouvernement ivoirien évaluait à 91 MW la consommation d'électricité à partir de biomasse en Côte d'Ivoire¹¹.

7.1.3. Coût de l'électricité en Côte d'Ivoire

Le rapport qualité/prix de l'électricité en Côte d'Ivoire montre un rapport qualité/prix intéressant.

	Sénégal	Algérie	Tchad	Nigeria	Côte d'Ivoire
Tarifs domestiques (en dollars/kWh)	0,20	0,06	0,35	0,06	0,14
Tarifs petites entreprises (en dollars/kWh)	0,14	NC	0,25	0,09	0,17
Résultats de la société (2014, en millions de dollars)	- 130	- 800	NC	NC (dix entreprises nées de la privatisation de 2014)	+ 13,8
Coupures (heures/mois)	6	6,3	142	256	3,3
Accès à l'électricité en % de la population (2014)	56,5 %	99 %	3,5 %	48 %	78 %
Part de la production perdue (en valeur)	25 %	9 %	30 %	25 %	17,6 %
Conclusion	Des tarifs élevés pour ce pays, très dépendant du pétrole importé	Un tarif très faible permis par l'utilisation des hydrocarbures locaux	Ce pays sahélien enclavé paie très cher son électricité	Un prix faible qui ne permet pas d'assurer un service de qualité	Un tarif, équivalent à la moyenne africaine, que le pays peut offrir grâce à ses barrages

GROUPE BANQUE MONDIALE, ASEA, AFD, SOCIÉTÉS NATIONALES

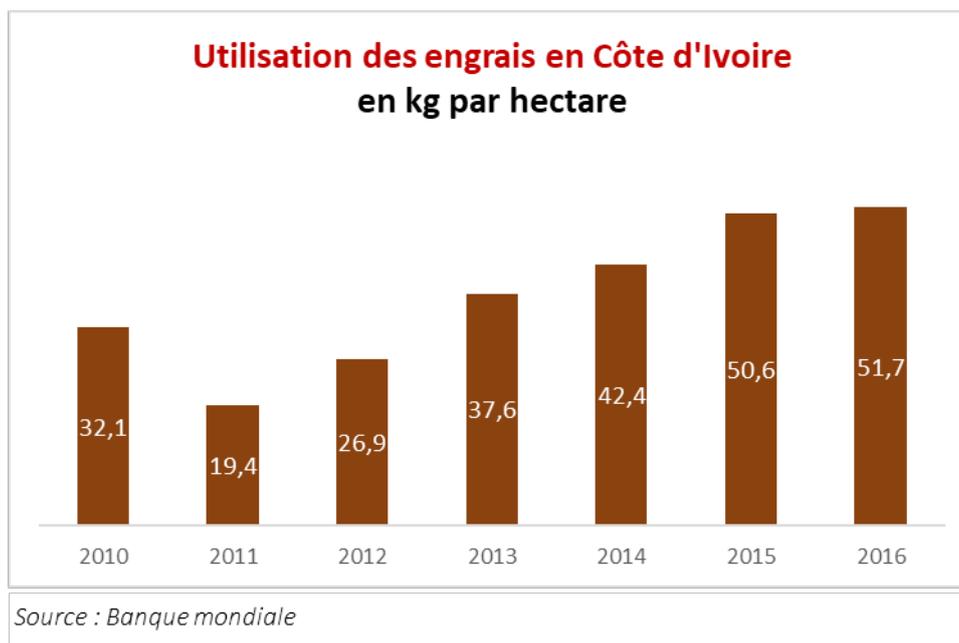
Nos échanges avec différents professionnels n'ont pas permis d'identifier le coût de production de l'électricité produite à partir de la biomasse. Toutefois, les investissements massifs réalisés par la Côte d'Ivoire (constructions de barrages et centrales), joints aux subventions laissent penser que les énergies renouvelables auront du mal à être compétitives vis-à-vis de l'électricité traditionnelle.

¹¹ https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/23327COTE_DIVOIRE_Draft_Rapport_VNR_CIV.pdf

7.2. Fertilisants et intrants agricoles

7.2.1. Marché des engrais en Côte d'Ivoire

A l'instar des autres pays d'Afrique, la consommation ivoirienne d'engrais reste faible même si la tendance est à la hausse comme le montre le graphe ci-dessous.



La demande d'engrais est essentiellement tirée par les principales cultures d'exportation comme le coton, le cacao et le palmier à huile. Les capacités de production installées (unités de formulation) sont assez faibles et l'essentiel de l'engrais utilisé en Côte d'Ivoire et aussi exporté provient d'importations d'Europe de l'est (Biélorussie et Russie) et d'Afrique du nord (Maroc notamment).

Les engrais utilisés en Côte d'Ivoire sont essentiellement chimiques et dominés par le NPK et ses variantes.

7.2.2. Perspectives d'évolution et le potentiel de développement des engrais organiques et biopesticides

Les évolutions attendues des principales productions en Côte d'Ivoire, à l'instar du cacao, laissent penser à une croissance de la demande en engrais et pesticides. De plus, le développement économique impactera les quantités d'engrais et intrants utilisés à l'hectare.

Entre la forte demande en engrais (chimique) et les surfaces cultivées en Côte d'Ivoire, nous pouvons entrevoir un potentiel de développement important pour le bioengrais. La disponibilité de la biomasse et la faible technicité des méthodes de production de bioengrais confirment ce potentiel. Il faut toutefois noter que le bioengrais ivoirien souffre d'une absence de notoriété et d'études comparatives (par rapport à l'engrais chimique) entraînant une difficulté d'adoption par les producteurs. Des études réalisées dans différents pays soulignent le potentiel des bioengrais et notamment du biochar sur les rendements. La section 8 détaille les opportunités d'investissement dans ce secteur afin de combler ce gap.

Focus sur le biochar et son potentiel de développement

Le biochar est un charbon d'origine végétale obtenu par pyrolyse de biomasse des matières organiques d'origine diverse. Il a été découvert il y a environ 6000 ans par les amérindiens vivant en Amazonie, qui ont compris que l'utilisation de ce charbon pouvait transformer leurs sols pauvres et infertiles en sols fertiles. Aujourd'hui, des travaux de recherche sur le biochar revisitent ses origines et son utilisation en passant par ses impacts sur l'amélioration de la fertilité des sols tropicaux confrontés à une forte dégradation.

Le terme 'biochar' est l'abréviation de 'bio-charcoal'. De manière conventionnelle (Initiative Internationale sur le biochar), le terme biochar désigne toute matière organique carbonisée, faite dans l'intérêt de l'appliquer au sol ou de séquestrer le carbone. Les biochars sont des solides riches en carbone stable et récalcitrant à la minéralisation par les microorganismes du sol, du fait de sa composition riche en structures aromatiques. Il joue ainsi le rôle de fixation du carbone dans le sol et donc de puits de carbone, ce qui explique son intérêt dans le contexte des préoccupations concernant le réchauffement climatique. Le biochar peut être produit à partir des matières organiques d'origines diverses (résidus agricoles, fumier, résidus d'exploitation forestière...etc).

Les avantages du biochar sont les suivants :

- ***Il améliore le pH du sol à faible coût*** : Augmenter le pH du sol pour neutraliser son acidité à l'aide d'amendements calciques à l'exemple de la chaux est une opération coûteuse et non justifiée économiquement pour le petit agriculteur. Le biochar parvient à des effets proches, et contient une partie des principes actifs de ces amendements, tout en ayant un faible coût de production. La majorité des biochar produits sont alcalins avec des pH variant de 7-10.
- ***Il augmente la capacité de rétention des éléments minéraux et la disponibilité du phosphore dans le sol*** : Comme mentionné ci-dessus les sols tropicaux acides du fait de leur charge positive (conséquence du faible taux de matière organique et du type d'argile rencontré) ont une faible capacité à retenir les grandes quantités d'éléments fertilisants. C'est pourquoi Il est recommandé de fractionner les apports d'engrais afin d'éviter leur lessivage et que ceux-ci ne se retrouvent dans les eaux souterraines et rivières. Le biochar en augmentant le pH du sol permet non seulement de résoudre le problème d'acidité mais aussi permet au sol d'avoir une charge nette négative et de retenir plus d'éléments fertilisants. Les nutriments sont plus accessibles, et cela protège également les plantes de la toxicité due à l'aluminium qui, présent dans ces sols argileux en particulier, freine la croissance des plantes et limite la production agricole. Outre la contribution à la nutrition minérale à travers les éléments minéraux contenus dans les cendres, le biochar augmente la disponibilité du phosphore pour les plantes dans le sol. En milieu très acide, les apports d'engrais phosphatés se retrouvent fixés dans le sol et non disponibles aux plantes, en revanche le biochar une fois appliqué au sol va libérer des anions organiques qui vont combler les sites de fixations du phosphore de l'argile et permettre ainsi aux engrais phosphatés d'être disponibles aux plantes après application. De plus les groupements carboxyliques rattachés à la structure hétérocyclique que constitue le biochar contribuent aussi à la rétention des éléments minéraux.
- ***Il stimule la vie microbienne du sol*** : Bien que la structure du carbone du biochar soit résistante à l'attaque par les microorganismes, des études ont montré qu'une faible proportion du carbone contenue dans le biochar peut être disponible aux microorganismes. C'est ce carbone labile qui va stimuler l'activité microbienne du sol. Le biochar agit de manière indirecte à travers le relèvement du pH, plusieurs microorganismes du sol à l'exemple des bactéries ont un développement optimal en milieu proche de la neutralité (pH 6-7).
- ***Il améliore la porosité et participe à l'épuration du sol et de l'eau*** : Le biochar est un matériau poreux et de faible densité (< 0.5 g/cm³) son incorporation dans le sol augmente la porosité et l'aération du sol, rendant ainsi le sol propice au développement racinaire des plantes. Cette propriété peut être exploitée pour croissance rapide des plants mis en pépinières.

En Côte d'Ivoire, l'utilisation du biochar fait l'objet de test par le FIRCA et des partenaires internationaux. Certains acteurs comme l'association APFNP en produisent (produit intermédiaire dans la production de leur biocharbon de bois). La production reste donc marginale.

7.3. Marché des pesticides

Nos échanges avec différents acteurs du secteur n'ont pas permis d'obtenir des informations plus récentes sur le secteur. Les importations de pesticides en 2012 sont d'environ 10 000 tonnes contre 15 000 tonnes en 2011. Les exportations, quant à elles, ont été 206 tonnes en 2012 contre 789 tonnes l'année précédente. Les importations proviennent de l'Europe (France, suisse), de l'Asie et des USA. Quant aux exportations, elles sont dirigées en majorité vers les pays de la sous-région et constituées pour la plupart d'insecticides.

7.3.1. Environnement réglementaire concernant les pesticides & engrais

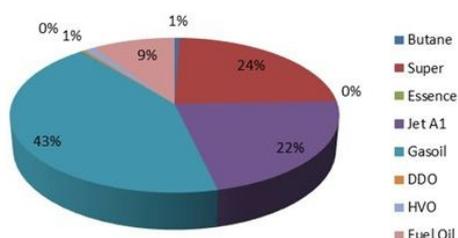
Le secteur de pesticides en Côte d'Ivoire est encadré du fait de la dangerosité des produits concernés. Un comité Pesticides a été créée et il régule le secteur à travers l'octroi d'agrément, le suivi de la production et l'appui dans la lutte contre la contrefaçon (20% des pesticides utilisés en Côte d'Ivoire sont utilisés illégalement). Longtemps délaissée, la filière Engrais est désormais régulée par les mêmes instances que les pesticides. Les engrais biologiques rentrent dans le cadre de cette législation même si aucun contrôle n'est réalisé dans ce cadre.

- **Agréments d'exercice : Ils sont délivrés par le comité Pesticides.**
 - Agrément d'Applicateur de pesticides, Agrément de Revendeur de pesticides, Agrément Produit phytosanitaire
- **Quelques textes réglementaires**
 - Loi n°64-4990 du 21 décembre 1964 relative à la protection des végétaux
 - Décret n°8902 du 04 janvier 1989 relatif à l'agrément, la fabrication, la vente et l'utilisation des pesticides
 - Arrêté n°159/MINAGRI du 21 juin 2004 portant interdiction d'emploi en agriculture de substances actives entrant dans la fabrication des produits phytopharmaceutiques
- **Fiscalité et tarif douanier**
 - Fiscalité de droit commun (BIC, patente, ITS...)
 - Exonération de TVA sur les intrants concourant à la fabrication et sur les emballages servant au conditionnement
 - Taxe d'inspection CIAPOL pour les installations classées industrielles et de stockages
 - Droits de douane à l'importation : 5%

7.4. Combustibles

La production de la SIR en produits pétroliers s'élève à 2 895 590 tonnes métriques.

Tableau récapitulatif de la production de la SIR



Produits	Quantité	Taux
Butane	15 945	0,55
Super	692 554	23,92
Essence	0	0
Jet A1	633 619	21,88
Gasoil	1 236 670	42,71
DDO	11 160	0,39
HVO	31 324	1,08
Fuel oil	274 317	9,47
Total	2 895 589	100

7.4.1. Butane, charbon, biogaz

La consommation ivoirienne de gaz butane se chiffre à 268 904 TM. La production nationale, assurée par la SIR et PETROCI CI-11, est de 21 006 TM, représentant un peu moins de 8% de la demande. Le solde est importé.

L'utilisation du charbon de bois présente plusieurs risques à la fois sociaux et environnementaux...

La Côte d'Ivoire a le taux de déforestation le plus élevé d'Afrique et l'un des plus élevés au monde. Le couvert forestier est passé de 37% en 1960 à 14% en 2010. L'utilisation du charbon de bois est le deuxième motif de déforestation en Côte d'Ivoire. En effet, en 2017, 69,2% des ménages ivoiriens utilisent le charbon de bois pour

la cuisson des aliments¹² malgré la subvention du gaz butane pour les ménages. Ce taux passe à 42,4% à Abidjan où 40,4% de la population utilise aussi le gaz butane.

...conduisant le gouvernement à subventionner le gaz butane afin réduire le recours au charbon de bois...

Afin de favoriser une utilisation par les ménages du gaz butane, le gouvernement ivoirien subventionne depuis plusieurs années les bouteilles de gaz butane afin de baisser le prix pour le client final et favoriser son utilisation (entre 30 et 80%). A titre d'exemple, sur la période de 2012 à 2018, le prix de l'emballage B6 a été subventionné en moyenne à 73% et, celui de B12 à 37%¹³.

Le biocharbon et le biogaz représentent une alternative crédible dans la lutte contre la déforestation

Produits à base de déchets, les biocharbons permettent à la fois de produire du charbon de qualité (bon pouvoir de combustion, absence de fumée etc.) à un prix relativement compétitif.

Selon les estimations, le prix de vente du charbon de bois classique est compris entre 70 FCFA et 120 FCFA le kilogramme en fonction de la saison et de la zone de commercialisation. Les deux acteurs rencontrés produisant du biocharbon (APFNP pour le biocharbon à base de cabosses et Carbogreen pour le biocharbon à base coques de coco) proposent un prix de biocharbon compris entre 150 et 300 FCFA le kilogramme.

Nous n'avons pas eu d'informations de comparaison sur la durée de combustion afin de voir le gain pour les ménages.

7.4.2. Carburant et biocarburants

La production de pétrole brut (huile et condensât) de l'année 2016 se chiffre à **15 425 895 barils**, soit une production journalière moyenne de **42 147 barils/jour**. Elle se répartit comme suit sur les champs en production :

BLOCS	CHAMP	BARIL	TAUX (%)
CI-11	Lion et Panthère	9 846 649	63,83
CI-26	Espoir	4 609 039	29,88
CI-27	Foxtrot	828 270	5,37
CI-40	Baobab	141 937	0,92
TOTAL		15 425 895	100

Le secteur du biocarburant est quasi-inexistant en Côte d'Ivoire. Il faut noter toutefois, que le suédois SCANIA, constructeur automobile (poids lourds)¹⁴ lance un projet de construction d'une usine produisant du biodiesel à base de graines d'hévéa et du biométhane à partir de résidus agricoles et d'élevage.

¹² https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/23327COTE_DIVOIRE_Draft_Rapport_VNR_CIV.pdf

¹³ http://www.gouv.ci/psgouv/welcome/details_sous_menu_gr3/disponibilite-du-gaz-butane-a-moindre-cout-desormais-une-realite392

¹⁴ <https://www.scania.com/fr/fr/home.html>

8. Les acteurs du secteur de la biomasse et initiatives

Plusieurs acteurs de différentes tailles et profils sont présents sur le segment de la valorisation des déchets.

Il faut noter que nous avons identifié plusieurs initiatives internes, réalisées par les entreprises agroindustrielles. Les initiatives les plus courantes consistent à utiliser les déchets agricoles comme combustibles pour les chaudières. Nous avons aussi noté quelques initiatives internes dans la production d'électricité.

Ci-dessous, le mapping des acteurs identifiés classés en fonction des filières et des produits finis.



8.1. Les PME & start-up de valorisation de la biomasse en Côte d'Ivoire

Les acteurs locaux sont de taille relativement modeste et cherchent la plupart du temps, leur modèle économique.



www.lonoci.com

LONO a été fondée et est dirigée par un couple d'entrepreneurs Louise Bijleveld et Noël N'Guessan.

Typologie des déchets

Typologie des déchets

- Déchets organiques ménagers (des ménages, restaurants, hôtels et cantines scolaires)
- Résidus agricoles (palmier à huile, banane, mangue, manioc, cacao, etc.)

Techniques de valorisation utilisées

Techniques de valorisation utilisées

- Compostage
- Méthanisation
- Fermentation (alcool)

Produits & capacités installées

Produits & capacités installées

Equipements de production de compost, bio-engrais et biocarburant (comme biogaz ou biodiesel)

- Equipements de production de biocompost, biopesticides et biogaz

Activité & Actualités

Créé en 2016, LONO propose trois grands axes de développement à sa clientèle :

- L'entreprise commercialise le Kubeko, un système autonome de production de compost et de biogaz à partir des déchets agricoles et ménagers.
- L'entreprise développe des projets avec des entreprises, des coopératives ou des collectivités locales. A titre d'exemple, un projet de production de bioénergie à partir des déchets organiques de la transformation du manioc en d'attiéké a été développé pour le compte d'une coopérative de la ville d'Adzope. Ce projet est soutenu par Nitidae et l'administration régionale de la Mé permet de convertir une partie des déchets issus de la fabrication d'attiéké, en biogaz de cuisson et en compost. L'entreprise travaille aussi avec le district de Yamoussoukro pour la valorisation des jacinthes d'eau et des ordures ménagères et aussi avec des usines agro-industrielles pour la valorisation de leurs effluents organiques en biogaz et en compost.
- LONO offre des prestations d'assistances techniques et de conseils à des promoteurs de projets et partenaires dans les domaines de l'impact des énergies renouvelables, du bioraffinage et des biocarburants et leurs impacts sur l'agriculture et le développement.

Quelques photos



Smart Cacao est un projet porté par l'entrepreneur ivoirien Karl AKUESON et Organic Potash Corporation (OPC), une clean-tech canadienne disposant d'un brevet de transformation de cabosses de cacao en carbonate de potassium à plus de 99% pur destiné à

Typologie des déchets

Techniques de valorisation utilisées

Produits & capacités installées

Activité & Actualités

l'industrie alimentaire, notamment la chocolaterie.

- Cabosses de cacao
 - Carbonisation
 - Carbonate de potassium
 - Electricité
 - Engrais naturels
- Le projet consiste à créer une première unité de valorisation de la cabosse de cacao dans la région de la Nawa (première région en termes de production de cacao) en 2021.
- Des études en collaboration avec un partenaire énergétique sont en cours pour une éventuelle valorisation multiple de la cabosse de cacao sous forme d'électricité, d'engrais organiques et de carbonate de potassium pur à 99% destiné à la chocolaterie (entre autres). La capacité de l'unité est de 2-3 tonnes jour de carbonate de potassium et 3-5 tonnes jour d'engrais organiques.



Typologie des déchets

Techniques de valorisation utilisées

Produits & capacités installées

Activité & Actualités

Société des énergies nouvelles (SODEN) a été créée par M. YAPI OGOU.

- Cabosses de cacao
 - Carbonisation
 - Electricité
- L'entreprise a pour projet la construction d'une centrale à biomasse d'une capacité de 70 MW, assortie de la mise en place d'un circuit complet de collecte et de prétraitement de la biomasse de cacao.
- Les études techniques sont finalisées, le promoteur est en pourparlers avec le gouvernement et attend la signature d'un MoU pour lancer la phase de financement et de construction.
- Le modèle conçu est vertueux, avec développement de pôles d'activités locaux autour des centres de precollecte.



Association des propriétaires de forêt naturelle et de plantations d'Affery (APFNP), ayant pour promoteurs M. CONE et Mme KOBON-MONNET

Typologie des déchets
Techniques de valorisation utilisées
Produits & capacités installées

- Tout type de biomasse avec un fort focus sur les cabosses de cacao
- Carbonisation
- Biochar
- Charbon bio
- Vinaigre de bois

L'APFNP intervient, entre autres dans les domaines :

- Valorisation de la biomasse du cacao
- Développement de combustibles alternatifs
- Production de Biochar

L'association produit et commercialise du « biocharbon » issu de la carbonisation des déchets de cacao, ainsi que des fourneaux améliorés.

Les fours à Pyrolyse sont fabriqués sur place par des artisans locaux, et la biomasse est prélevée directement sur les champs des producteurs.

Activité & Actualités



Carbogreen Industries est une PME dirigée par Ali Bazzi.

Typologie des déchets
Techniques de valorisation utilisées
Produits & capacités installées

- Coques de coco
- Carbonisation
- Briquettes de charbon
- Basée à Yopougon, l'entreprise produit des briquettes de biocharbon à base de coques de coco et à destination du marché export essentiellement (moyen-orient).



Activité & Actualités



Fondé par Sylvère KOUAKOU, GREEN COUNTRIES est une structure spécialisée dans la production d'engrais organiques.

Typologie des déchets

Techniques de valorisation utilisées

Produits & capacités installées

Activité & Actualités

- Déchets ménagers, industriels et végétaux
- Compostage
- Engrais organiques

- Capacité : production de 50 tonnes/ mois à partir de 200 tonnes de déchets (selon le FIRCA).



Incubé à l'INPHB, Biomass est dirigée par M. Kra Justin, ancien lauréat du prix CGECI.

Typologie des déchets

Techniques de valorisation

Produits & capacités installées

Activité & Actualités

- Boue de décantation d'huile de palme, fiente, coques de cacao
- Compostage
- Engrais organiques

- Biomass est l'un des rares acteurs à valoriser la boue de décantation, déchet issu du process de production de l'huile de palme brute.
- L'entreprise a effectué des tests de sa biomasse avec des acteurs comme SIPEFCI et SOGB. Selon le promoteur, l'engrais qu'il propose a permis d'accélérer le processus d'entrée en production des nouveaux plants de palmer (2,5 années vs. 3-4 ans avec le NPK).
- Sa biomasse a été brevetée.



8.2. Les multinationales présentes en Côte d'Ivoire



Activité & Actualités

www.elephant-vert.com

Groupe suisse créé en 2012 par la Fondation suisse Antenna Technologies (www.antenna.ch/fr/), ÉLÉPHANT VERT a racheté en Côte d'Ivoire, l'entreprise BioFertil.

- Biofertil est l'un des deux acteurs référencés chez Ecocert comme commercialisant de l'engrais certifié agriculture biologique.



Activité & Actualités

www.edf.fr

Filiale de l'électricien français, EDF Côte d'Ivoire est dirigé par M. Mahamane Sow.

- Le groupe s'est montré très actif dans le domaine énergétique nouant différents partenariats et lançant différentes initiatives à la fois dans le thermique, la distribution de kits solaires à travers ZECI (joint-venture entre EDF et OGE), l'efficacité énergétique (entrée au capital de Conergies) et la biomasse (partenariat avec SIFCA et Meridiam). Plusieurs start-ups ont été aussi accompagnées.

A ces acteurs, nous pouvons rajouter le suédois Scania qui ouvre bientôt une usine de production de biocarburants à Dabou.

8.3. Projets internes des entreprises



Biokala est une filiale du groupe SIFCA, première entreprise privée du pays.

Activité & Actualités

- SIFCA est présent sur les chaînes de valeur du palmier à huile et de l'hévea. L'entreprise possède des plantations industrielles et encadre des petits producteurs. A travers sa filiale Biokala, SIFCA compte capitaliser sur la biomasse qu'elle produit.
- Les objectifs de Biokala sont :
 - Construction de 5 centrales thermiques utilisant le potentiel biomasse du Groupe SIFCA.
 - Production d'électricité : 150 à 200 MW à échéance 10 ans (1 000 à 1 500 Gwh par an)
 - Commercialisation de l'énergie produite à l'Etat Ivoirien (Independent Power Producer).
- Biovea Energie est un projet commun entre EDF, Meridiam et Biokala. Un contrat a été signé avec le gouvernement de Côte d'Ivoire, un contrat de concession pour la conception, le financement, la construction et l'exploitation pendant 25 ans d'une centrale biomasse de 46 MW.
- EDF, Meridiam et SIFCA détiennent respectivement 40 %, 36 % et 24 % de Biovea Energie
- Située dans la commune d'Aboisso, cette installation sera la plus grande centrale d'Afrique de l'Ouest alimentée à partir de déchets agricoles et répondra aux besoins en électricité de l'équivalent de 1,7 million de personnes par an, précise EDF.
- Les travaux devaient démarrer à la mi-2020 pour une durée de trois ans environ pour un coût d'environ 200 millions d'euros.

Plusieurs autres industriels valorisent la biomasse issue de leur process de transformation, soit pour alimenter des chaudières biomasse soit pour la production d'électricité. On peut citer entre autres :

- Les entreprises sucrières qui produisent de l'électricité avec la totalité de leurs déchets ;
- La plupart des broyeurs de cacao comme Barry Callebaut ou les acteurs du palmier à huile qui disposent de chaudières biomasse ;
- Les transformateurs de la noix de cajou comme Soberry qui valorisent leurs déchets grâce à une chaudière biomasse mais aussi qui produisent du charbon pour les travailleuses.

8.4. ONG et bailleurs

Présentation

- Le Fonds Interprofessionnel pour la Recherche et le Conseil Agricoles (FIRCA), créé par le décret N°2002-520 du 11 décembre 2002, est un instrument inspiré des dispositions de la loi N°2001-635 du 9 octobre 2001 portant institution de Fonds de Développement Agricole (FDA).
- Le FIRCA assure, dans les secteurs de production végétale, forestière et animale, le financement des programmes relatifs notamment à :
 - La recherche agronomique et forestière, la conduite d'expérimentations et de démonstrations pour la transmission du savoir entre la recherche et l'exploitation
 - La recherche technologique pour l'amélioration des produits agricoles et des produits transformés, la diffusion des connaissances par l'information, la démonstration, la formation, le conseil technique et économique, la conduite d'études, d'expérimentation et d'expertises L'appui à l'amélioration durable de la rentabilité économique des exploitations
 - Le renforcement des capacités des OPA, la formation professionnelle des producteurs, des dirigeants des OPA et de leur personnel.



www.firca.ci

Initiatives dans la valorisation des déchets agricoles

- A travers le programme FCIAD (Fonds Compétitif de l'innovation Agricole Durable), le FIRCA accompagne différentes initiatives. A titre d'exemple, nous pouvons citer un projet de développement de biochar pour la cacaoculture à Tiassalé, Vavoua et Soubré. Ce projet a été fait en partenariat avec ICRAF – World Agroforestry Centre.

NITIDAE REDD+



www.nitidae.org

Présentation

- Nitidæ, association loi 1901 à but non lucratif, est née de la fusion de deux associations (Etc Terra et Rongead) en décembre 2017. Son objectif est de concevoir, développer et mener des projets qui associent la préservation de l'environnement et le renforcement des économies locales.
- REDD+ (<http://reddplus.ci/>) est un programme de la FAO qui lutte contre le changement climatique.

Initiatives dans la valorisation des déchets agricoles

- Nitidæ a travaillé pour le compte de REDD+ sur un projet de développement des bioénergies dans la région de la Mé¹⁵. Le rapport sur ce projet présente assez bien les filières bois de chauffe et charbon et souligne le potentiel de développement du biocharbon et du biogaz.

GIZ



Présentation

- GIZ est très actif dans le domaine de l'agro-industrie et de la valorisation des déchets à travers différentes initiatives comme le Centre d'innovation verte. Il s'agit d'un programme lancé dans 13 pays dont la Côte d'Ivoire dans le but de soutenir différentes initiatives dans l'agroindustrie.

¹⁵ https://www.nitidae.org/files/007184e1/190129_resume_diagnostic_bioenergie_me.pdf

Initiatives dans la valorisation des déchets agricoles

- GIZ en partenariat avec les autorités ivoiriennes a lancé le programme PROFIAB (Promotion des filières agricoles et de la biodiversité) qui est un programme ayant pour objectif d'appuyer les populations rurales dans l'utilisation des potentialités économiques des ressources naturelles disponibles afin d'augmenter de manière significative leurs revenus issus de l'agriculture, tout en visant plus particulièrement la durabilité écologique, dans un contexte d'amélioration des conditions de conservation de la biodiversité dans les aires protégées.
- Ce programme a permis par exemple de former les populations sur la valorisation des pommes de cajou qui sont abandonnées dans les parcelles.

Plusieurs acteurs ont aussi lancé des initiatives ayant un lien direct ou indirect dans la valorisation des déchets. Il s'agit entre autres de :

- *L'INPHB (www.inphb.ci)* : l'école supérieure d'agronomie (l'une des écoles de l'INPHB de Yamoussoukro) a lancé un incubateur appelé Incubateur Esa Agripreneur Innov, un incubateur créé dans le cadre du programme 2PAI Bélier de la Banque Africaine de Développement. Biomass, l'une des entreprises présentées plus haut est incubée à l'INPHB.
- *Conseil général de la Nawa (www.lanawa.ci)* : La région de la Nawa est la première zone de production de cacao en Côte d'Ivoire (20% de la production nationale). Le conseil général a lancé différentes initiatives de valorisation des résidus de cabosses de cacao.....à préciser
- *Comité National des Partenariats Publics privés (http://www.ppp.gouv.ci/projets/categorie/67)* : il s'agit d'un comité qui présente sur son portail différents projets de construction de centrales à biomasse sous forme de partenariats PPP. Les acteurs privés, nationaux ou internationaux peuvent candidater afin de réaliser ces projets.

9. Analyse SWOT

Ci-dessous une analyse SWOT montrant les opportunités d'investissement mais aussi les forces, faiblesses et menaces dans le secteur de la valorisation des déchets organiques.

1. Forces

- Disponibilité importante des déchets agricoles : la forte production agricole ivoirienne présente un potentiel de développement intéressant pour la valorisation des déchets organiques.

2. Faiblesses

- Coûts logistiques importants : bien que la biomasse soit disponible, le plus souvent gratuitement, le faible taux de collecte et les difficultés d'accès aux parcelles génèrent des coûts logistiques importants qui affectent la compétitivité de la filière.
- Forte concurrence de l'engrais chimique : la faible notoriété des engrais organiques ne facilite pas leur développement et affecte leur compétitivité par rapport aux engrais chimiques.
- Secteur peu connu

3. Opportunités

- Faibles rendements à l'hectare dans les plantations ivoiriennes avec une agriculture plutôt extensive qui a du mal à devenir intensive. La transition vers une agriculture intensive et l'augmentation de l'usage des engrais présentent un potentiel
- Faible couverture de la population en électricité et engagements nationaux qui poussent pour le développement des énergies renouvelables.
- Le développement macroéconomique de la Côte d'Ivoire présente un potentiel de développement de la valorisation des déchets organiques. En effet, la croissance démographique et l'urbanisation favoriseront une amélioration de la production et le recours à une alimentation saine (promotion du bio).

4. Menaces

- Evolution réglementaire défavorable : même si l'Etat encourage aujourd'hui le développement des énergies renouvelables, la réglementation pourrait évoluer en faveur des sources d'énergie classique ou des engrais chimiques.
- Réchauffement climatique et impact sur les rendements agricoles

10. Investir dans le secteur des déchets organiques

Que ce soit du fait de l'importance de l'agriculture dans l'économie ivoirienne ou encore les engagements de la Côte d'Ivoire à donner une place importante aux énergies renouvelables dans son mix énergétique ou encore l'engagement du pays à valoriser les déchets, il existe des opportunités d'investissement intéressantes dans le secteur de la gestion et du recyclage des déchets organiques. Nous présentons ci-dessous quelques opportunités :

- *Investir dans la collecte, le pré-traitement et la logistique* : Tous les acteurs de la valorisation font face à une difficulté principale qui est celle d'obtenir des déchets de qualité à des coûts abordables. En effet, l'accès difficile aux plantations et les mauvaises conditions de stockage augmentent le coût d'acquisition des déchets du fait des traitements préalables (tri, séchage etc.) mais aussi de la logistique (transport, stockage). Dans le cadre des déchets ménagers, l'absence de tri à la source (ménages) engendre une difficulté supplémentaire. De ce fait, la valorisation des déchets organiques est beaucoup plus aisée pour les acteurs comme SIFCA qui contrôlent des chaînes de valeur à travers les plantations industrielles. Une opportunité d'investissement serait par exemple de faire la collecte (en fédérant par exemple des collecteurs informels), un pré-traitement des déchets (séchage, tri, emballage via des presses ou fabrication de pellets ou granulés de bois) et la logistique (transport et stockage) avant la mise à disposition aux acteurs de la valorisation.
- *Investir dans le conseil et l'accompagnement dans la mise en place de projets en efficacité énergétique* : Plusieurs industriels ivoiriens ont remplacé leur chaudière afin d'utiliser des chaudières biomasse. Cette décision fait suite à des analyses économiques notamment en ce qui concerne le coût de l'énergie (et gestion des déchets). Certaines entreprises comme LONO proposent ce type d'analyses à des industriels afin de leur permettre de voir les gains potentiels (financiers et environnementaux) liés à la valorisation des déchets. Au-delà de l'étude sur la rentabilité, le consultant peut aider l'industriel dans la mise en œuvre de ce type de solutions.
- *Investir dans le conseil et l'accompagnement dans la mise en place de projets dans l'amélioration des rendements agricoles* : Certaines entreprises comme Biomass ou Green Countries proposent aux entreprises ou coopératives agricoles de réaliser du compostage de leurs déchets afin de les réutiliser dans les parcelles sur un modèle d'économie circulaire. Des études préalables sont proposées à ces acteurs permettant une comparaison de rendements (et coûts) entre le compost issu des déchets et la solution utilisée par l'entreprise agricole ou la coopérative (engrais chimiques, absence d'amendements ou autres engrais organiques). Plusieurs industriels ivoiriens ont remplacé leur chaudière afin d'utiliser des chaudières biomasse.
- *Investir dans le développement de projets clés en main* : l'un des freins des différents acteurs (agriculteurs ou industriels) dans le choix de sources d'énergie alternatives (électricité, gaz) est le coût d'investissement initial. En effet, l'investissement initial peut représenter un coût qui peut être hors de portée de l'industriel. Un acteur qui proposerait des équipements de production d'énergie propres à des industriels avec un engagement de baisser le coût de l'énergie (leasing d'équipements biomasse par exemple) pour l'industriel et faciliter la décision de basculer vers des sources d'énergie propres. De même, un acteur qui proposerait des digesteurs ou des fours à pyrolyse à des agriculteurs ou industriels sur un modèle de location et/ou partage de revenus trouverait probablement plusieurs acteurs intéressés.
- *Proposer du biogaz pour les ménages en milieu rural* : la production du biogaz pour les ménages se heurte rapidement à la quantité de déchets disponibles. De plus, le méthane n'étant pas compressible, l'espace de stockage est plus important et difficilement utilisable en milieu urbain. Certains pays comme la Chine ont opté pour un modèle particulier pour résoudre ce problème. En effet, le gouvernement a distribué des digesteurs à certaines populations rurales et souvent du bétail. Ces digesteurs sont reliés aux toilettes mais aussi aux déchets végétaux ou animaux et produisent du gaz utilisé pour l'éclairage et la cuisson. Ces solutions ont permis d'économiser des quantités importantes de bois et de charbon fossile (donc de forêt) dans les provinces de Yunnan et du Guizhou, à la base pauvres et ayant un environnement dégradé. Le digestat est aussi utilisé comme engrais. La start-up LONO a réalisé un projet similaire pour une coopérative de femmes produisant de l'attiéké à Affery. Les épiluchures du

manioc alimentent le digesteur qui par la suite produit du gaz pour la cuisson de l'attiéké, améliorant mécaniquement la marge de cette coopérative sur la vente de l'attiéké.

- *Investir dans l'analyse des caractéristiques des biofertilisants* : durant notre étude, nous avons eu du mal à obtenir des différents acteurs, des informations fiables et scientifiquement solides sur la performance des bioengrais (en comparaison aux engrais chimiques) et leur impact à court, moyen ou long terme. Nous ne disposons pas aujourd'hui d'informations comparatives des différents bioengrais proposés en Côte d'Ivoire. Un laboratoire d'analyses, du type ENVAL qui permettrait d'avoir la composition exacte et les propriétés de chaque bioengrais, aussi les cultures les mieux adaptées à cet engrais et enfin une analyse de sa rentabilité (quantité par hectare, coût unitaire, rendement additionnel) par rapport à un autre engrais (chimique ou organique). Ce type d'analyse sera un argument de vente et faciliterait la décision des clients dans le choix des engrais.
- *Investir dans le biocharbon* : le biocharbon est le charbon produit à base de déchets agricoles par carbonisation. Les acteurs que nous avons pu rencontrer utilisent en général les coques de coco ou les cabosses de cacao. Le charbon de bois est la deuxième cause de déforestation en Côte d'Ivoire. De plus, les premières analyses montrent que le charbon à base de cabosses de cacao ou celui à base de coco présentent de meilleures caractéristiques par rapport au charbon classique (meilleur pouvoir calorifique, absence de fumée, coût inférieur). Il s'agit d'une alternative crédible à vulgariser.
- *Investir en R&D (recherche et développement)* : Il existe une multitude de façons de valoriser les déchets agricoles. Cette étude a permis de montrer des techniques de valorisation des déchets de café par exemple qui ne sont pas utilisées en Côte d'Ivoire. Le succès du compost ou du biochar dans plusieurs régions du monde (ainsi que la Terra preta) montre que les rendements à l'hectare peuvent être améliorés afin d'éviter une agriculture extensive. La start-up Smart Cacao produit du carbonate de potassium qui rentre dans la fabrication du chocolat. Aujourd'hui, tous les chocolatiers importent du carbonate de potassium qui peut être produit à partir de cabosses de cacao. La recherche doit donc être amplifiée sur les techniques de valorisation de la biomasse.
- *Investir dans les biocarburants* : selon différentes études, les biocarburants polluent 85% moins que les carburants classiques. De plus, une production locale de biomasse pourrait constituer une substitution aux importations et une piste crédible de valorisation des déchets agricoles. Le développement d'une telle filière ne doit toutefois pas se faire au détriment de l'alimentation humaine (utilisation par exemple de l'huile de palme). Le projet du suédois Scania qui compte produire des biocarburants à partir des graines d'hévéa fait donc tout son sens.

Toutefois, avant d'investir dans le secteur de la gestion et la valorisation des déchets organiques, il convient de porter une attention particulière à certains points :

- *Coûts cachés notamment logistiques* : en effet, même si les déchets sont la plupart du temps gratuits, les coûts logistiques associés au transport et stockage de ces déchets restent importants. De plus, la taille moyenne des parcelles (inférieure à un hectare) et les difficultés d'accès ne sont pas de nature à faciliter la collecte de ces déchets. Ces coûts posent la question de la compétitivité des entreprises de valorisation de déchets et même de leur modèle économique (plusieurs petites unités à proximité des lieux de collecte vs. une unité centralisée).
- *Faible pouvoir d'achat des producteurs* : la capacité financière limitée des producteurs n'est pas de nature à favoriser l'acquisition des produits issus de la valorisation des déchets.
- *Faible notoriété des engrais organiques* face aux capacités importantes des entreprises d'importation ou de formulation d'engrais. Le coût d'acquisition clients peut être important et l'engrais biologique restent plus cher sur le marché par rapport aux engrais chimiques.
- *Polémiques autour de la pyrolyse* qui peuvent entraîner un risque de réputation pour les entreprises présentes sur le secteur.

- *Saisonnalité des produits* : les déchets agricoles sont liés aux périodes de récolte des cultures. De ce fait, la disponibilité n'est pas garantie toute l'année et nécessite soit de disposer de capacités de stockage importantes soit de traiter plusieurs types de déchets (ayant un calendrier cultural différent). Dans ce second cas, le problème de géographie (zones de production) se posera.
- *Prix des déchets* : la collecte des déchets est en général gratuite jusqu'à ce que la demande augmente. Ainsi, pendant longtemps la fiente de poulets était gratuite, tout comme les coques de coco. Avec la demande importante, ces déchets ont désormais un coût. Cette situation entraîne une incertitude supplémentaire pour les acteurs qui valorisent ces déchets. Il est donc nécessaire que des prix soient déterminés et encadrés, afin de rendre attractive leur pré-collecte par les producteurs, tout en en assurant un tarif qui permette aux autres intervenants de la chaîne de rester compétitifs (et donc, in fine, de participer à un développement cohérent de l'offre d'énergies alternatives).
- *Subvention du gaz butane* : cette subvention peut rendre moins compétitive le biogaz.

11. Conclusion

La production agricole ivoirienne reste importante et le pays est l'un des principaux exportateurs de matières premières. Dans le même temps, les capacités de transformation restent faibles et la valorisation des déchets reste perfectible.

L'étude menée par Comoé Capital et GIZ montre le potentiel important de valorisation des déchets organiques.

12. Bibliographie

AGRICI.NET : Article sur un projet de valorisation des sous-produits du cacao en biocarburant (consulté le 15 Avril 2020) <https://www.agrici.net/actualites/vers-la-valorisation-des-residus-du-cacao-en-biocarburant-en-cote-d-ivoire.html>

Claude Py, Jean Joseph LACOEUILHE, Claude TEISSON : « **Techniques agricoles et productions tropicales** » (IRCC)

Centre de Commerce International : « **le guide du café, conversions et statistiques** » (consulté le 10 Avril 2020) <http://www.leguieducafe.org/guide-du-cafe/le-commerce-mondial-du-cafe/Conversions-et-statistiques/>

CIRAD : **Le palmier à huile** (consulté le 10 Avril 2020)

Conférence Des Nations Unies Sur Le Développement Durable : **PROGRAMME ENERGIE DURABLE POUR TOUS Résumé de l'évaluation rapide et analyse des gaps de la cote d'ivoire** (Rio de Janeiro, Brésil Juin 2012)

Conseil du Café et du Cacao : « **Programme Quantité-Qualité-Croissance « 2qc » 2014-2023, Résumé** » / Mars 2014. http://www.bcc.ci/docs/PROGRAMME_2QC_2014-2023.pdf

Djoudjo SORO : « **Couplage de procédés membranaires pour la clarification et la concentration du jus de pomme de cajou : performances et impacts sur la qualité des produits** » (thèse, SUPAGRO Montpellier, 2017)

Esaïe Kouadio Appiah KOUASSI : « **Contribution à la valorisation des sous-produits agricoles en bioproduits** »
Thèse De Doctorat en Sciences des Agro-ressources, Institut National Polytechnique de Toulouse (Toulouse INP, mars 2018)

<https://www.cirad.fr/nos-recherches/filieres-tropicales/palmier-a-huile/plante-et-usages>

FAO, Bureau Régional Pour L'Afrique - Accra : « **Résidus agricoles et sous-produits agro-industriels en Afrique de l'ouest : Etat des lieux et perspectives pour l'élevage** » (consulté le 20 Mars 2020) <http://www.fao.org/3/a-i3562f.pdf>

FIRCA : « **Répertoire de technologies et de procédés de transformation de la mangue et de l'ananas** »
FIRCA : « **Anacarde, La filière** » (consulté le 15 Avril 2020) <https://firca.ci/wp-content/uploads/2019/05/LaFiliereDuProgres20.pdf>

Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde : « **La filière Palmier à Huile en Côte d'Ivoire : un condensé des enjeux du développement durable, Février 2020** » (consulté le 10 Avril 2020) <http://www.fondation-farm.org/zoe/doc/notepalmefarm.pdf>

HounyévouKlotoé A., A. P. F. Houssou, N. R. A. Ahoyo, V. Dansou, J. Moreira, A. Kaboréet G. A. Mensah : « **Fiche technique sur les Liants et forme de balle de riz appropriés pour la fabrication de briquettes combustibles** » (Institut National de Recherches Agronomiques du Bénin/ INRAB)

Lautié E., Dornier M., De Souza Filho M., Reynes M. : « **Les produits de l'anacardier : caractéristiques, voies de valorisation et marchés** » (Fruits : 56 (4) : p. 235-248). (consulté le 15 Avril 2020)

http://publications.cirad.fr/une_notice.php?dk=481419

Le Coffee Guy : « **Le café en 10 étapes, de la graine à la tasse** » (consulté le 15 avril 2020) (<https://blog.lecoffeeguy.com/dix-%C3%A9tapes-de-la-graine-%C3%A0-la-tasse-d737741f7627>)

Maisonneuve et Larose : « **Le palmier à huile** » , 1995

Ministère des mines, du pétrole et de l'énergie : « **Plan d'actions et d'investissements en énergies renouvelables et maîtrise de l'énergie** », Rapport du séminaire **defis et enjeux du secteur de l'énergie en Côte d'Ivoire : mesures d'urgence et plans à moyen et long termes** (2012)

PNUD : « **Etude NAMA sur le charbon de bois durable en Côte d'Ivoire** »

Rajkumar Rathinavelu et Giorgio Graziosi CIS/ ONUDI, International Coffee Organisation : « **Autres utilisations potentielles des déchets et des sous-produits du café** » (Département de biologie, Université de Trieste, Italie)

R. AOUAKE, D. GOMEU, A. GUHUR, R. VAUDRY : « **diagnostic des bioénergies dans la région de la me** » (NITIDAE, projet REDD+ DE LA ME)

Sébastien PICCINO : « **le Rôle des constituants chimiques du café vert, du terroir et des traitements post-récolte sur la qualité aromatique du « Bourbon Pointu** » », Université de la Réunion/ CIRAD (consulté le 10 Avril 2020) https://agritrop.cirad.fr/567898/1/document_567898.pdf

YAO N'zué Pauline épouse SOMA : « **production sucrière et développement local dans le département De koro** » (Université Alassane Ouattara : Thèse De Doctorat En Géographie Rurale)

W. Killmann and L.T. Hong / FAO : « **Le bois d'hévéa – succès d'un sous-produit agricole** » (consulté le 10 Avril 2020) <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/x4565f/X4565f10.PDF>