Communauté économique des
États de l'Afrique de l'Ouest

2024
CEDEAO ENERGIE OUTLOOK
Focus sur la biomasse énergie

Publié par:
Direction de l'Energie et des Mines de la CEDEAO (DEM)
Niger House 817 Ralph Shodeinde - Abuja Nigeria

Auteurs:
Smail KHENNAS, *Expert en énergie et changement climatique*
Salim M. CHITOU, *Expert senior NTU et CEDEAO en bases de données énergétiques et systèmes d'information sur l'énergie*
Francis KEMAUSUOR, *Expert en technologie bioénergétique, en systèmes énergétiques ruraux, en planification énergétique et en politique énergétique.*
Emmanuel Wendsongré RAMDE, *Chef d'équipe - Expert senior en politique énergétique et cadre réglementaire et institutionnel de l'AGoSE-AO de la CEDEAO.*

Revu par:
Bayaornibè DABIRE, *Directeur de l'Energie et des Mines de la Commission de la CEDEAO*
Arkadius KOUMOIN, *Chargé de Programme Principal Energie Conventionnelle par intérim, Commission de la CEDEAO*

Les cartes sont fournies à titre d'information et ne constituent pas une reconnaissance de frontières ou de régions internationales ; la Commission de la CEDEAO ne fait aucune déclaration concernant la validité, l'exactitude ou l'exhaustivité des cartes et n'assume aucune responsabilité résultant de l'utilisation des informations qu'elles contiennent.

Lieu et date de publication:
Abuja, Nigeria, Novembre 2024

Sources de données :
Ce document est basé sur les statistiques énergétiques fournies par les points focaux nationaux désignés par les Ministères en charge de l'Energie des États membres de la CEDEAO et compilés sur le système d'information énergétique de la CEDEAO : site web *https://eis.ecowas.int.*

CLAUSE DE NON-RESPONSABILITE :
Cette publication et le matériel qu'elle contient sont fournis « **en l'état** », à titre d'information. Ni la DEM, ni aucun de ses fonctionnaires, agents, fournisseurs de données ou de contenu tiers ne fournissent de garantie quant à l'exactitude des informations et du matériel présentés dans cette publication, ou quant à la non-violation des droits des tiers, et ils n'acceptent aucune responsabilité quant à l'utilisation de cette publication et du matériel qui y est présenté.

Cette publication a été soutenue par l'UNION EUROPÉENNE dans le cadre du Programme pour l'Amélioration de la Gouvernance du secteur de l'Energie en Afrique de l'Ouest (AGoSE-AO), sous le projet intitulé: « Assistance Technique à la CEDEAO pour la mise en œuvre du 11ème FED Gouvernance de l'Energie en Afrique de l'Ouest ». Le projet est mis en œuvre par NTU International A/S.

PREFACE

Une communauté ayant accès à des services énergétiques modernes, abordables, fiables et durables pour améliorer le niveau de vie et le développement socio-économique. Telle est la vision de la CEDEAO pour le secteur de l'énergie. Cette vision est parfaitement cohérente avec le Traité révisé de la CEDEAO, les Objectifs de développement durable, les accords internationaux sur le changement climatique, la Vision 2050 de la CEDEAO, l'Agenda 2063 de l'Union africaine et les divers engagements nationaux, régionaux et internationaux de la CEDEAO et de ses États membres.La nouvelle vision de la politique énergétique de la CEDEAO est conforme au Traité Révisé de la CEDEAO, à la vision 2050 de la CEDEAO, aux Objectifs de Développement Durable, aux accords internationaux sur les Changements Climatiques, à l 'Agenda 2063 de l'Union Africaine ainsi qu'aux divers engagements nationaux, régionaux et internationaux de la CEDEAO et de ses États membres.

Jusqu'en 2021, la biomasse énergie représentait la principale source de consommation primaire d'énergie (59 % des approvisionnements d'énergie), mais la mise en œuvre de la Politique régionale de l'Energie de la CEDEAO impliquera une transition structurelle de la biomasse traditionnelle vers des énergies propres. L'objectif stratégique 6 de la Politique de l'Energie de la CEDEAO vise à augmenter l'accès des populations à une énergie moderne et propre pour les usages de cuisson domestique. Cela passera par le renforcement de l'infrastructure et la popularisation de l'utilisation du Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL), mais également par la promotion du développement de combustibles de cuisson propres alternatifs.

La mise en œuvre du scénario de transition énergétique, à travers lequel la dynamique de l'utilisation des combustibles de cuisson en milieu rural et en milieu urbain iront vers une utilisation propre de ces combustibles, aura un impact positif significatif sur l'environnement, surtout en ces périodes de bouleversements climatiques.

Sédiko DOUKA
Commissaire chargé des Infrastructures, de l'énergie et de la digitalisation, Commission de la CEDEAO

En effet, en augmentant de 6,6% par an l'utilisation du GPL et en diminuant de 4,5% par an celle du bois de feu et du charbon de bois dans les ménages urbains entre 2021 et 2050 ; et en doublant la consommation de GPL (0,2 ktep en 2021) et en diminuant de 7% annuellement la consommation de bois de feu dans les ménages ruraux, nous réduirons de 681 millions de tonnes équivalent la consommation de bois de feu entre 2021 et 2050.

Ceci représente une émission évitée de plus de 3 500 000 de Gigagramme (Gg) de CO2 pendant que le niveau des émissions de CO2 de l'espace CEDEAO était d'environ 190 142 Gg en 2021.

J'ose croire que ce document, qui vise à fournir des perspectives énergétiques, en particulier pour les décideurs politiques, les parties prenantes et les investisseurs, nous motivera davantage à redoubler d'efforts afin de faciliter l'intégration durable des énergies propres dans le système énergétique de la région.

PROPOS LIMINAIRES

Bayaornibè DABIRE
Directeur de l'Energie et des Mines de la Commission de la CEDEAO

Depuis juillet 2023, la Politique de l'Energie de la CEDEAO vieille de 40 ans a été actualisée. En effet, depuis l'adoption de la Politique de l'énergie en 1982, de nombreux changements économiques, sociaux, technologiques et politiques importants sont intervenus et ont modifié considérablement les problématiques énergétiques des 15 États membres de la CEDEAO. Cette Politique se veut **ambitieuse** et **transformatrice**. Ambitieuse, car elle vise à un accès universel aux 810 millions de citoyens de la région en 2050 aux énergies modernes et propres (électricité, gaz naturel, butane pour la cuisson, biogaz, etc.) à un coût raisonnable. Transformatrice, car ayant pour objectif mix énergétique basé sur les énergies renouvelables, sur le gaz naturel, sur une amélioration significative de l'efficacité énergétique et surtout sur une réduction très importante des combustibles ligneux (bois et charbon de bois).

Les **perspectives énergétiques de la CEDEAO**, s'appuie sur des séries historiques 2010 à 2021 rendues disponibles grâce au système d'Information Energétiques de la CEDEAO. Il donne la vision et les trajectoires de **la transition énergétique durable et équitable** dans l'espace CEDEAO à l'horizon 2050.

La première édition de ce document sera focalisée sur la biomasse énergie dans la mesure où elle représente en 2021, la majeure partie de la consommation finale d'énergie de la région. Cependant, l'ensemble du système énergétique de la CEDEAO pour 2021 sera présenté et analysé. Cette première édition s'inscrit dans le cadre de l'objectif stratégique 6 de la Politique de l'Energie de la CEDEAO qui vise à accroître l'accès de la population aux énergies modernes et propres pour la cuisson. En effet, la Politique stipule que « Des objectifs d'accès aux énergies propres pour la cuisson et de substitution aux énergies de biomasse solides très ambitieux sont retenus par les Etats membres. Cette substitution vers des énergies modernes (GPL, biogaz, électricité) et propres à des impacts positifs particulièrement importants pour freiner la déforestation (par une moindre pression sur la ressource), les changements climatiques mais aussi sur la santé des populations (des enfants et des femmes en particulier) ».

Les principaux résultats et conclusions vont nous permettre de définir les trajectoires entre l'année de référence 2021 et l'horizon 2050, avec des analyses pour des étapes intermédiaires, notamment 2030 et 2040.

La Direction de l'Energie et des Mines de la CEDEAO espère que les Etats membres et tous ses partenaires sauront y voir l'affirmation d'un engagement et d'une volonté régionale forte pour l'accès à l'énergie durable pour Tous dans l'espace CEDEAO.

DÉPARTEMENT DES INFRA-STRUCTURES, DE L'ÉNERGIE ET DE LA DIGITALISATION DE LA CEDEAO

Cadre institutionnel

Le Département Infrastructure, Energie et Digitalisation est l'un des 5 départements de la Commission de la CEDEAO. Il est composé de trois Directions, dont la Direction de l'Energie et des Mines. La Direction est responsable de la coordination et de l'harmonisation des politiques et programmes énergétiques des États membres, conformément à l'article 28 du Traité révisé de la CEDEAO.

La Direction travaille en étroite collaboration avec les agences spécialisées en charge de l'énergie de la CEDEAO. Il s'agit de :

(i) le Système d'Echange d'Energie Electrique Ouest Africain (EEEOA), créé en 1999 et basé à Cotonou, au Bénin. Il est en charge du développement des moyens régionaux de production et de transport d'énergie électrique ainsi que l'interconnection électrique des Etats de l'Afrique de l'Ouest.

(ii) l'Autorité de Régulation Régionale du secteur de l'Electricité de la CEDEAO (ARREC), basée à Accra, au Ghana, qui a été créée en 2008 pour réguler les échanges transfrontaliers d'électricité et promouvoir le développement d'un marché régional compétitif de l'électricité.

(iii) le Centre pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique de la CEDEAO (CEREEC), est basé au Cap-Vert. Il a été créé en 2010 pour promouvoir le déploiement des énergies renouvelables et des technologies d'efficacité énergétique en Afrique de l'Ouest. Il fournit une assistance technique, un renforcement des capacités et un soutien politique aux États membres de la CEDEAO afin d'accélérer la transition vers des systèmes énergétiques durables et d'atténuer le changement climatique.

La Direction collabore également avec l'Autorité du Gazoduc de l'Afrique de l'Ouest (AGAO), établi en 2003 à Abuja (Nigeria) dans le cadre du projet de Gazoduc de l'Afrique de l'Ouest (GAO), et qui assure un rôle de régulation et de représentation des Etats parties. Le GAO est une infrastructure régionale majeure visant à transporter le gaz naturel du Nigeria vers le Bénin, le Togo et le Ghana, promouvant ainsi la coopération énergétique et le développement économique en Afrique de l'Ouest.

Cadre réglementaire

Depuis 1982, la CEDEAO a défini sa politique et sa stratégie énergétique à travers une série de documents évolutifs. Chronologiquement, nous citons :

1. la politique régionale de l'énergie qui a été adoptée en 1982 par la Décision A/DEC.3/5/82 ;

2. l'Observatoire de l'énergie de la CEDEAO, créé par la décision A/DEC.2/01/03 en janvier 2003 ;

3. le protocole énergétique de la CEDEAO adopté le 17 janvier 2003 par la décision A/DEC. 17/01/03 et qui fournit la base juridique de la coopération énergétique entre les États membres de la CEDEAO et établit des principes pour la libéralisation du marché, le commerce transfrontalier et l'harmonisation réglementaire ;

4. le Livre blanc CEDEAO/UEMOA sur l'accès aux services énergétiques pour les populations des zones rurales et périurbaines a été adopté en janvier 2006 ;

5. la Politique des énergies renouvelables de la CEDEAO et la Politique d'efficacité énergétique de la CEDEAO ont été adoptées par des lois supplémentaires en juillet 2013 ;

6. la Politique de la CEDEAO sur la bioénergie et la Politique de la CEDEAO sur l'intégration de la dimension de genre dans l'accès à l'énergie ont été adoptées par une loi supplémentaire en juin 2017 ;

7. la Politique de développement des hydrocarbures de la CEDEAO et sa matrice de mise en œuvre ont été adoptées en décembre 2019 par la Loi supplémentaire A/SA.2/12/19 ;

8. la Stratégie régionale de la CEDEAO pour la popularisation du gaz de pétrole liquéfié (GPL) en tant qu'énergie de cuisson domestique a été adoptée par le règlement C/REG.2/9/20 en septembre 2020 ;

9. La politique énergétique de la CEDEAO a été mise à jour et adoptée en juillet 2023 avec la politique et la stratégie de la CEDEAO en matière d'hydrogène vert.

Ces documents politiques reflètent l'engagement de la CEDEAO à promouvoir le développement énergétique durable, à renforcer la sécurité énergétique et à promouvoir la coopération et l'intégration régionales dans le secteur de l'énergie.

REMERCIEMENTS

Pairs examinateurs

Samson NOUGNODOHOUE Chef Division Statistique Energétique / AFREC

Yacoubou TRAORE Chef de la stratégie Politique et du soutien / AFREC

Emmanuel GBANDEY Chargé de mission principal Statistiques de l'énergie / AFREC

Pascal Sourougnon DEGBEGNON Ingénieur électricien, chef du service des études et de la planification au ministère de l'énergie, de l'eau et des mines du Bénin

Yaovi Olivier ADJAHOUNZO Chef de l'Unité Technique de Mobilisation des Ressources Financières de l'Alliance pour les Biodigesteurs en Afrique de l'Ouest et du Centre (AB.AOC)

Romaric SEGLA Spécialiste de programme à l'Organisation internationale de la Francophonie (OIF)

Eya Sophie DESSI Ingénieur électricien, Projet BEST et REAP, CEDEAO

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS **3**

DÉPARTEMENT DES INFRASTRUCTURES, DE L'ÉNERGIE ET DE LA DIGITALISATION DE LA CEDEAO **4**

REMERCIEMENTS **6**

RÉSUMÉ **15**

ANALYSE DES DONNEES DU SYSTEME ENERGETIQUE ACTUEL **17**

Production d'énergie primaire **18**

Commerce extérieur d'énergie **25**

Approvisionnement total d'énergie **30**

Transformation d'énergie **34**

Consommation finale d'énergie **40**

Indicateurs de développement durable **45**

Diagrammes des flux énergétiques **51**

BIOMASS ENERGY SUBSYSTEM AND SUSTAINABLE ACCESS TO MODERN AND EFFICIENT FORMS OF ENERGY **55**

Introduction et approche **56**

Aperçu de la disponibilité et de l'utilisation de la biomasse dans les zones rurales et urbaines **57**

Facteurs de consommation de carburant dans la région de la CEDEAO **62**

Technologies de conversion et d'utilisation de la biomasse dans l'espace CEDEAO **64**

Au-delà de la biomasse : le GPL et l'émergence de la cuisson électrique **73**

Études de cas par pays sur la biomasse à des fins productives **78**

TRANSITION VERS LES FORMES D'ENERGIE PROPRE DU SOUS-SYSTEME BIOMASSE 92

Systeme energetique biomasse de la CEDEAO[14] 93

Criteres pour la modelisation du sous-systeme biomasse et la transition energetique 97

Tendances de consommation de bois de feu et charbon de bois dans les zones urbanes et rurales: Scénario de référence 103

Scénario de transition et accès aux formes d'énergie propre: Resultat clés . . . 108

Scenarios de transition energetique et impacts 115

La voie a suivre 118

RÉFÉRENCE 119

ANNEXES 123

Annexe 1 :
Flux énergétiques 2021 des Etats Membres 123

FIGURES

Figure 1 : Structure de la production primaire d'énergie de la CEDEAO en 2021 . . . . . **18**

Figure 2 : Cartographie de la production d'énergie primaire dans l'espace CEDEAO en 2021(tep/habitant) **19**

Figure 3 : Cartographie de la production d'énergie primaire, hors biomasse dans l'espace CEDEAO en 2021 (tep/habitant) **20**

Figure 4 : Evolution de la production d'énergie primaire dans l'espace CEDEAO, 2010-2021 . . . . . **21**

Figure 5 : Production de pétrole brut et de gaz naturel des Etats membres de la CEDEAO en 2021 . . . . **22**

Figure 6 : Production hydroélectrique des Etats membres de la CEDEAO en 2021 (ktep). **22**

Figure 7 : Production solaire PV, éolienne et géothermique des Etats membres de la CEDEAO en 2021 (ktep) **23**

Figure 8 : Production de bois de chauffe des Etats membres de la CEDEAO en 2021 (ktep) **24**

Figure 9 : Commerce extérieur d'énergie de la CEDEAO en 2021 . . . . . **25**

Figure 10 : Niveau de dépendance de la CEDEAO pour les principaux produits pétroliers en 2021 . . . . . **26**

Figure 11 : Commerce extérieur des Etats membres de la CEDEAO en 2021 . . . . . **27**

Figure 12 : Evolution des importations d'énergie dans l'espace CEDEAO, 2010-2021 . . . . . **28**

Figure 13 : Evolution des exportations d'énergie de l'espace CEDEAO, 2010-2021 . . . . . **29**

Figure 14 : Structure de l'approvisionnement total d'énergie de la CEDEAO en 2021 . . . . . **30**

Figure 15 : Production, échanges extérieurs et approvisionnement total d'énergie de la CEDEAO en 2021 . . . . . **31**

Figure 16 : Cartographie des approvisionnements en énergie dans l'espace CEDEAO en 2021 . . . . . **32**

Figure 17 : Evolution de l'approvisionnement total d'énergie de l'espace CEDEAO, 2010-2021 . . . . . **33**

Figure 18 : Rendement énergétique de carbonisation suivant les Etats membres de la CEDEAO, 2021 . **34**

Figure 19 : Structure de la production d'électricité de la CEDEAO par sources d'énergie, 2021 . . . . . **35**

Figure 20: Mapping the Electricity Generation Mix in the ECOWAS Region, 2021 . . . . . **36**

Figure 21 : Production de produits pétroliers et rendement énergétique de raffinage suivant les Etats membres de la CEDEAO, 2021 . . . . . **38**

Figure 22 : Diagramme des flux de transformation d'énergie de l'espace CEDEAO, 2021 (ktep) **39**

Figure 23 : Cartographie de la consommation finale d'énergie dans l'espace CEDEAO en 2021 (tep/habitant)[6] **40**

Figure 24 : Progression des consommations finales d'énergie par secteur d'activité dans l'espace CEDEAO, 2010 et 2021 . . . . . **41**

Figure 25 : Cartographie des consommations d'électricité par habitant des Etats membres de la CEDEAO en 2021(kWh/hab) **42**

Figure 26 : Evolution de la consommation finale de combustible ligneux de l'espace CEDEAO, 2010-2021 . . . . . **43**

Figure 27 : Consommation moyenne journalière de bois de feu et de charbon de bois suivant les Etats membres de la CEDEAO, 2021 . . . . . **44**

Figure 28 : Evolution en base 100 (2010) de l'accès des ménages à l'électricité des Etats membres de la CEDEAO, 2010 - 2021 . . . . . **45**

Figure 29 : Pourcentage des ménages utilisant le GPL pour la cuisson des Etats membres de la CEDEAO, 2021 . . . . . **46**

Figure 30 : Evolution de la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables (hors hydroélectricité) de la CEDEAO,2010 - 2021 . . . . . **47**

Figure 31 : Evolution de l'intensité énergétique de la CEDEAO,2010 - 2021 . . . . . **48**

Figure 32 : Amélioration de l'intensité énergétique des Etats Membres de la CEDEAO, 2010 - 2021 . . . . **49**

Figure 33 : Evolution du parc d'énergie renouvelable de la CEDEAO, 2015 - 2021 . . . . . **50**

Figure 34: Flux du bilan énergétique de la CEDEAO en ktep, 2021 . . . . . **54**

Figure 35: Part de la biomasse dans le CTFE dans la région de la CEDEAO **58**

Figure 36: Flux de biomasse dans les communautés rurales et urbaines **59**

Figure 37: Approvisionnement total en énergie à partir de la biomasse dans la CEDEAO. **60**

Figure 38:
(a) Cuisinière améliorée de Toyola ; b) Poêle Envirofit. **64**

Figure 40:
a) Centrale de gazéification de 20 kW à Papasi et
b) Centrale de gazéification de 120 kW à Asueyi **72**

Figure 41: Consommation finale d'énergie issue de la biomasse au Ghana. **78**

Figure 42: Consommation finale de biomasse énergie en Guinée-Bissau **82**

Figure 43: Consommation finale de biomasse énergie au Burkina Faso **88**

Figure 44: Séchage des mangues à l'aide de la chaleur produite par la combustion de coquilles encaissées **89**

Figure 45: L'utilisation du bois de chauffage dans les foyers améliorés pour le brassage de la bière au Burkina Faso **89**

Figure 46: Le système biomasse **94**

Figure 47: Energie système biomasse ECOWAS in 2021 (ktep) **96**

Figure 49: LPG value chain
Source: Ssource energypedia) Chaine de valeur GPL **97**

Figure 48: Arborescence des ménages urbains et ruraux **97**

Figure 50: Arborescence des ménages urbains et ruaux au sein de l'espace ECOWAS
(LEAP modèle). **98**

Figure 51: Population urbaine, rurale et totale 2021-2050 . . . . . **99**

Figure 52: Consommation urbaine par formes d'énergie 2021-2050. . . . . **105**

Figure 53: Consommation rurale par formes d'énergie 2021-2050: scénario de référence **107**

Figure 54: Consommation urbaine par formes d'énergie 2021-2050: TRANSECOWAS scenario **109**

Figure 55: Consommation urbaine par sources d'énergie 2021-2050 : Scénario TRANSECOWAS. **111**

Figure 56: Part des sources d'énergie dans la consommation finale des zones urbaines en 2021 . . . . . **112**

Figure 57: Part des sources d'énergie dans la consommation finale des zones urbaines en 2050 . . . . . **112**

Figure 58: Evolution de la structure de la consommation d'énergie dans les zones rurales de la CEDEAO 2021 - 2050. . . . . **113**

Figure 59: Evolution de la consommation d'énergie par les ménages ruraux : Scénario de transition . . **114**

Figure 60: Consommation d'énergie dans les zones urbaines: TRANSECOWAS versus scenario de référence 2021-2050 . . . . . **116**

Figure 61: Consommation d'énergie dans les zones rurales: TRANSECOWAS versus scénario de Référence scenario 2021-2050 . . . . . **117**

Figure 62: Flux du bilan énergétique du Benin en ktep, 2021 . . . . . **125**

figure 63: Flux du bilan énergétique du Burkina Faso en ktep, 2021 . . . . . **126**

Figure 64: Flux du bilan énergétique du Cabo Verde en ktep, 2021 . . . . . **127**

Figure 65: Flux du bilan énergétique de la Côte d'Ivoire en ktep, 2021 . . . . . **128**

Figure 66: Flux du bilan énergétique de la Gambie en ktep, 2021 . . . . . **129**

Figure 67: Flux du bilan énergétique du Ghana en ktep, 2021 . . . . . **130**

Figure 68: Flux du bilan énergétique de la Guinée en ktep, 2021. . . . . **131**

Figure 69: Flux du bilan énergétique de la Guinée Bissau en ktep, 2021 . . . . . **132**

Figure 70: Flux du bilan énergétique du Liberia en ktep, 2021 . . . . . **133**

Figure 71: Flux du bilan énergétique du Mali en ktep, 2021 . . . . . **134**

Figure 72: Flux du bilan énergétique du Niger en ktep, 2021 . . . . . **135**

Figure 73: Flux du bilan énergétique du Nigéria en ktep, 2021. . . . . **136**

Figure 74: Flux du bilan énergétique du Sénégal en ktep, 2021 . . . . . **137**

Figure 75: Flux du bilan énergétique de la Sierra Leone en ktep, 2021. . . . . **138**

Figure 76: Flux du bilan énergétique du Togo en ktep, 2021. . . . . **139**

TABLEAU

Tableau 1 : Capacités de raffinage des raffineries installées dans l'espace CEDEAO en 2021 37

Tableau 2: Part de la biomasse dans le CTEF des pays de la CEDEAO 58

Tableau 3: Consommation finale de biomasse dans les secteurs industriel, résidentiel, commercial et agricole 61

Tableau 4: Centrales à biomasse modernes de petite et moyenne taille au Ghana 79

Tableau 5: Production et utilisation de la biomasse énergie en Guinée-Bissau 83

Tableau 6: Ressources en biomasse en Guinée-Bissau 84

Tableau 7: Production d'électricité et consommation de coquille pour différentes voies de conversion 85

Tableau 8: Production et utilisation de l'énergie de la biomasse au Burkina Faso 88

Tableau 9: Urban, rural and total population 2021-2050 99

Tableau 10: Valeur calorifique des principaux combustibles domestiques 101

Tableau 11: Consommation urbaine d'énergie en 2021 (ktoe) 102

Tableau 12: Consommation rurale d'énergie en 2021 (ktoe) 102

Tableau 13: Consommation de charbon et de bois de feu & déchets dans les zones urbaines et rurales en 2021 (ktep) 103

Tableau 14: Dynamique de la consommation des combustibles de cuisson en zones urbaines dans la CEDEAO 2021-2050: scenario de référence ou Business as usual 105

Tableau 15: Consommation urbaine par formes d'énergie 2021-2050 scénario de réference (Mtep). 106

Tableau 16: Dynamique de la consommation des combustibles de cuisson en zones rurales dans la CEDEAO 2021-2050: scenario de référence ou Business as usual 107

Tableau 17: Consommation rurale par formes d'énergie 2021-2050 scénario référence (Mtep) 108

Tableau 18: Dynamique des combustibles de cuisson dans les zones urbaines dans les pays de la CEDEAO 2021-2050:TRANSECOWAS scenario 110

Tableau 19: Consommation urbaine par formes d'énergie 2021-2050: TRANSECOWAS scenario (Mtep) 111

Tableau 20: Dynamique des combustibles de cuisson dans les zones rurales de la CEDEAO 2021-2050: TRANSECOWAS scenario **113**

Tableau 21: Structure de la consommation d'énergie dans les zones rurales de la CEDEAO 2021-2050 . . . . . **114**

Tableau 22: Scénario de Transition dans les zones rurales 2021-2050 . . . . . **115**

Tableau 23: Consommation d'énergie dans les zones urbaines: TRANSECOWAS versus scenario de référence 2021-2050(Mtep) **117**

Tableau 24: Consommation d'énergie dans les zones rurales: TRANSECOWAS versus scenario de référence 2021-2050 (Mtep). **118**

RÉSUMÉ

L'espace CEDEAO est confronté à d'importants défis énergétiques marqués par une forte dépendance à l'égard de sources de biomasse traditionnelles notamment que le bois et le charbon de bois, pour diverses utilisations telles que la cuisson, le chauffage et la génération de revenus. Cette dépendance non seulement accélère la déforestation mais aggrave également les conditions de santé en raison de la pollution de l'air intérieur. Par ailleurs, il existe un écart prononcé entre les zones urbaines et rurales en termes d'accès à une énergie propre au sein de la CEDEAO.

Pour relever ces défis pressants, en juillet 2023, les Ministres de l'Energie des États membres de la CEDEAO ont adopté la Politique actualisée de l'Energie de la CEDEAO, marquant une étape cruciale vers la transition vers des sources d'énergie propres et modernes. Cette politique vise à déployer des solutions énergétiques alternatives et viables pour surmonter ces défis, tout en favorisant un développement social et économique durable. Les Objectifs stratégiques 4 et 6, notamment de la politique de l'énergie de la CEDEAO mettent l'accent sur la diversification du bouquet énergétique et l'amélioration de l'accès à une énergie de cuisson moderne et propre.

Comprendre les dynamiques socio-économiques, en particulier la dichotomie entre les zones urbaine-rurale, est impératif pour une transition énergétique efficace. Des facteurs tels que la croissance démographique, les tendances d'urbanisation, les niveaux de revenu et les pratiques culturelles influencent les modes de consommation d'énergie et la faisabilité de l'accès à des services énergétiques modernes et propres, dans le cadre d'un processus de transition inclusif.

La première édition des **Perspectives énergétiques de la CEDEAO** (ECOWAS Energy Outlook 2024) vise à analyser les principaux obstacles entravant la transition de la région vers une énergie propre à grande échelle, englobant à la fois les zones urbaines et rurales. En identifiant ces défis, l'étude vise à fournir des perspectives, en particulier pour les décideurs politiques, les parties prenantes et les investisseurs afin de faciliter l'intégration durable des énergies propres dans le système énergétique de la région.

Le document comprend trois chapitres:

Le premier chapitre présente des informations qualitatives et quantitatives du système énergétique de la CEDEAO actualisés jusqu'en 2021, fournissant ainsi un aperçu complet, y compris la production d'énergie primaire, le commerce extérieur, les processus de transformation de l'énergie et la consommation finale d'énergie par secteurs. Ce chapitre comprend également des indicateurs de développement durable, des cartes et des diagrammes illustrant les systèmes énergétiques de la CEDEAO et de ses États membres.

Le deuxième chapitre explore différentes formes d'énergie de biomasse et niveaux d'utilisation pour la cuisson et autres usages, en particulier pour les activités génératrices de revenus, visant à assurer un approvisionnement énergétique durable et respectueux de l'environnement. Ce chapitre analyse les facteurs contribuant à l'utilisation actuelle de l'énergie et met en relief les disparités entre formes d'énergie et niveaux d'utilisation dans les différents secteurs des économies des États membres. Des études de cas pertinentes de pays membres sont présentées afin de tirer des enseignements pour la mise en œuvre des politiques et promouvoir l'utilisation d'une biomasse durable au sein de la CEDEAO.

Ce chapitre examine donc les principaux enjeux à relever pour permettre aux Etats membres de la CEDEAO de passer à un système énergétique de biomasse plus durable y compris l'utilisation de la biomasse pour le transport et les activités productives. Au-delà de la biomasse, ce chapitre aborde également les défis et les voies à suivre pour augmenter l'accès au GPL et à l'électricité pour la cuisson avec des stratégies de diffusion innovantes.

Le troisième chapitre est focalisé sur la représentation et la quantification du système énergétique de biomasse de la CEDEAO. Le passage impératif de la biomasse traditionnelle à des énergies propres revêt une importance primordiale pour améliorer la santé, préserver l'environnement, promouvoir l'égalité des sexes et favoriser le développement durable. Cependant, dans le contexte de la CEDEAO, les trajectoires à long terme de la faisabilité de de cette transition ne sont pas suffisamment explorées, en particulier en tenant compte de la dichotomie entre les zones urbaine et rurale.

Aborder ce défi nécessite une approche méthodologique rigoureuse dans la modélisation des trajectoires relatives à la transition, de l'année de référence à 2050. Afin de tenir compte des incertitudes, deux scénarios ont été développés. Le premier scénario sert de référence, analysant les tendances actuelles en matière de production et de consommation de biomasse au sein de la CEDEAO afin de formuler des stratégies appropriées. En revanche, le deuxième scénario, TRANSECOWAS, s'aligne sur les principes d'accès à une énergie propre, efficace et moderne, en visant l'équité entre les zones rurales et urbaines. Il suppose que les pays de la CEDEAO ont accès à des ressources financières internationales, telles que les engagements pris dans le cadre de la Conférence des parties (COP) ou les demandes de soutien technologique et financier dans leurs Contributions déterminées au niveau national (CDN) à la Convention-Cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC).

La comparaison entre les scénarios TRANSECOWAS et de référence révèle d'importantes économies de biomasse tant dans les zones urbaines que rurales. Dans les zones urbaines, sur la période 2021-2050, les économies de charbon de bois sont estimées à environ 166 Mtep (millions tonnes équivalent pétrole) par rapport au scénario de référence, avec des réductions significatives à partir de 2035. Sur la période 2021-2050, la consommation de GPL atteindra 2,9 Mtep et sera plus élevée que dans le scénario de référence, tandis que l'utilisation de gaz naturel devrait atteindre environ 5,5 Mtep entre 2040 et 2050, une ressource non introduite dans le scénario de référence.

Dans les zones rurales, le scénario TRANSECOWAS prévoit environ 466 Mtep d'économies de bois de feu entre 2021 et 2050, et une augmentation cumulative de 10,65 Mtep de la consommation de GPL au cours de la même période afin d'assurer la transition aux énergies propres. Cette augmentation, relativement élevée, est due au faible niveau actuel de la consommation de GPL dans les zones rurales.

Des solutions alternatives à court et moyen terme, notamment des foyers améliorés et une transition vers des formes d'énergie plus propres telles que le GPL, la cuisson électrique et, dans une moindre mesure, le gaz naturel dans les zones urbaines à partir de 2040, permettraient de diminuer la pression sur les ressources en biomasse, de réduire les impacts environnementaux et de contribuer à l'objectif d'un accès universel à une énergie propre, efficace et moderne.

1 ANALYSE DES DONNEES DU SYSTEME ENERGETIQUE ACTUEL

Production d'énergie primaire

La production d'énergie primaire[1] de l'espace CEDEAO a atteint **239 810 kilos tonnes[2] équivalent pétrole (ktep)** en 2021. Cette production est dominée par la production du pétrole brut et de le biomasse énergie, qui représente près de 80 % de la production d'énergie.

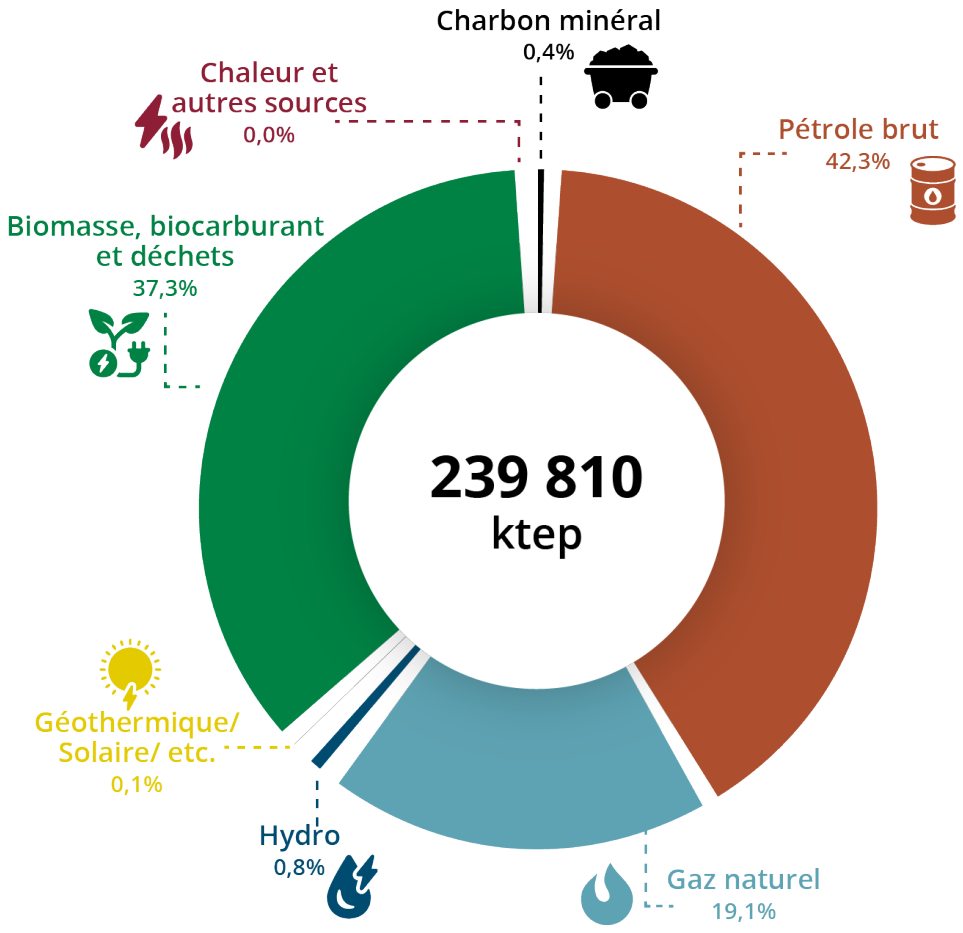

Figure 1 : Structure de la production primaire d'énergie de la CEDEAO en 2021

[1] Quantité totale de l'énergie collectée et n'ayant subi aucune transformation.
[2] Dans le document Chiffres Clés sur l'énergie dans la CEDEAO, Edition 2023, la production primaire était évaluée à 283 982 ktep ; cette différence vient de la mise à jour de précédentes estimations par des données plus récentes mises à disposition de la base de données régionale par les pays.

Les énergies renouvelables et propres ne représentent que 1 % de la production primaire d'énergie de la région. Cela équivaut à une production d'énergie de **24 térawattheure (TWh)** dont 94 % proviennent de l'hydroélectricité.

En ce qui concerne les Etats membres, la production d'énergie par habitant varie entre 0,11 tonne équivalent pétrole (tep) et 0,85 tep. Comme au niveau régional, les productions primaires d'énergie au Nigéria et au Ghana sont dominées par le pétrole brut. Dans tous les autres pays, la biomasse énergie est la principale source de production d'énergie primaire. Sa part dans la production primaire d'énergie de ces pays varie entre 69,42 % (Niger) et 99,95 % (Bénin).

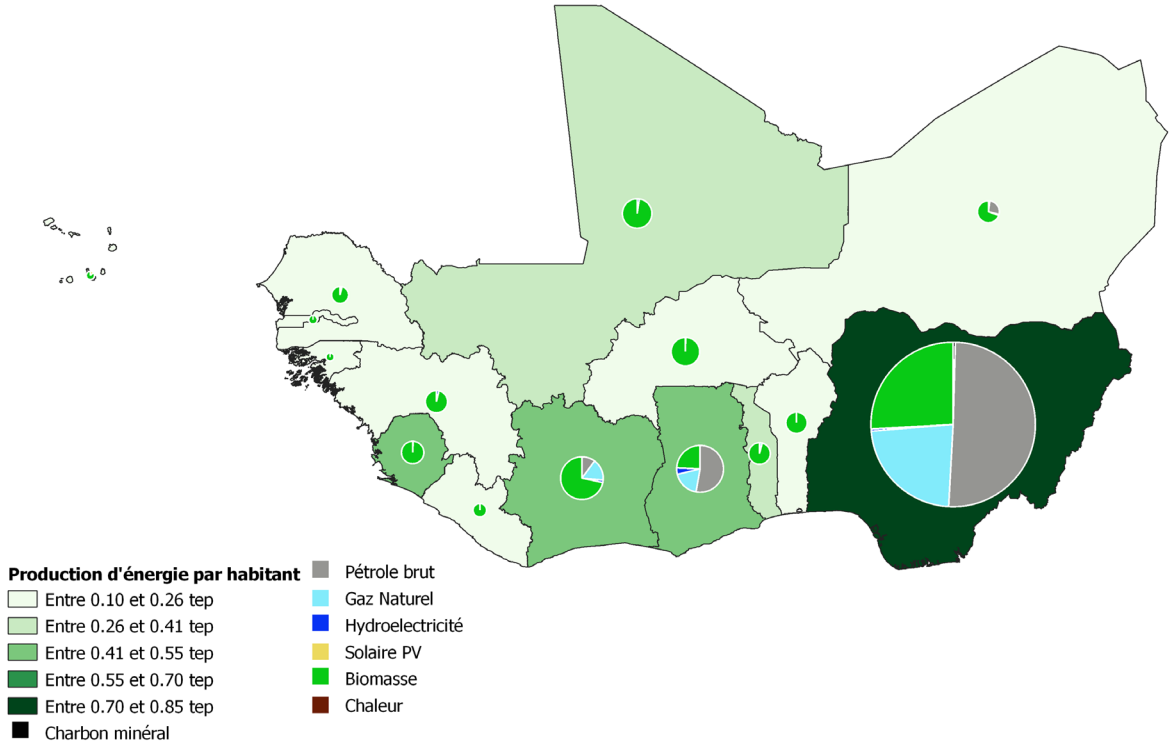

Figure 2 : Cartographie de la production d'énergie primaire dans l'espace CEDEAO en 2021(tep/habitant)

Le Cabo Verde et le Sénégal sont les pays avec les niveaux de production d'énergie primaire par habitant les plus faibles (0,11 tep). Ceci pourrait s'expliquer par le fait que ces pays, en plus du Niger, ont les niveaux de production de biomasse énergie, notamment le bois de feu, par habitant les plus faibles de la région, soit 0,7 kilogramme de bois de feu par habitant et par jour. Ceci est confirmé par la cartographie hors biomasse.

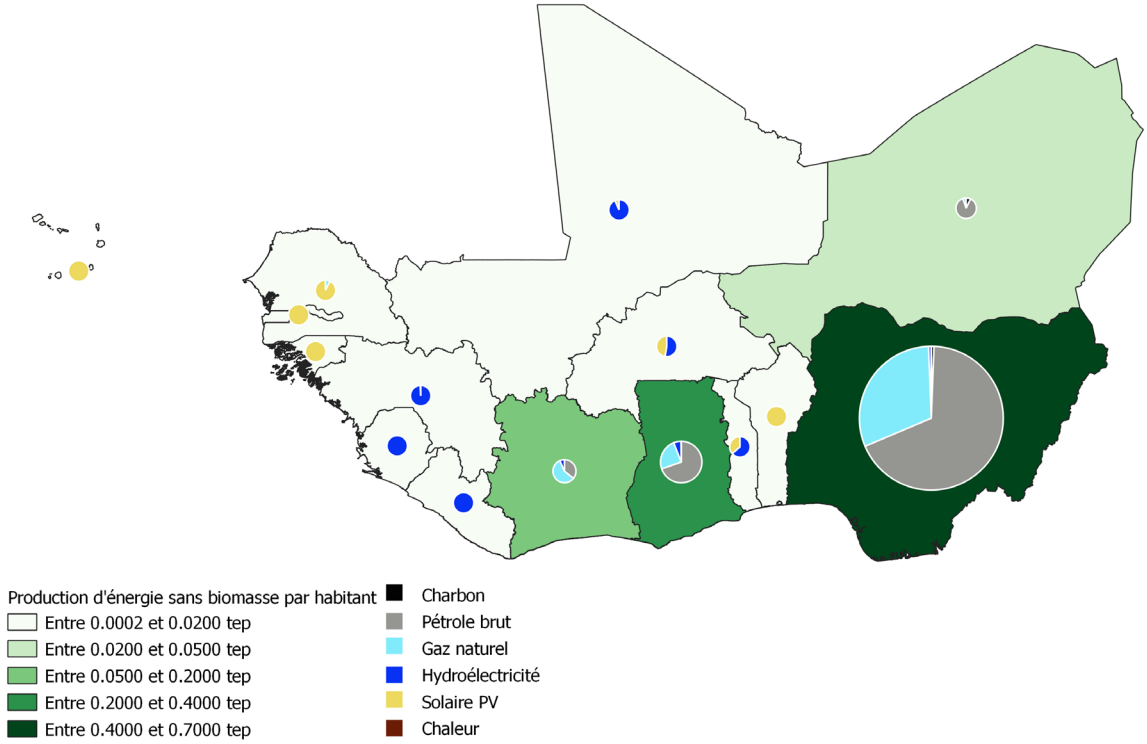

Figure 3 : Cartographie de la production d'énergie primaire, hors biomasse dans l'espace CEDEAO en 2021 (tep/habitant)

Depuis 2010, la production d'énergie primaire de l'Afrique de l'Ouest a augmenté en moyenne de 0,77 %. Cette production est passée **220 397 ktep** en 2010 à **239 810 ktep** en 2021.

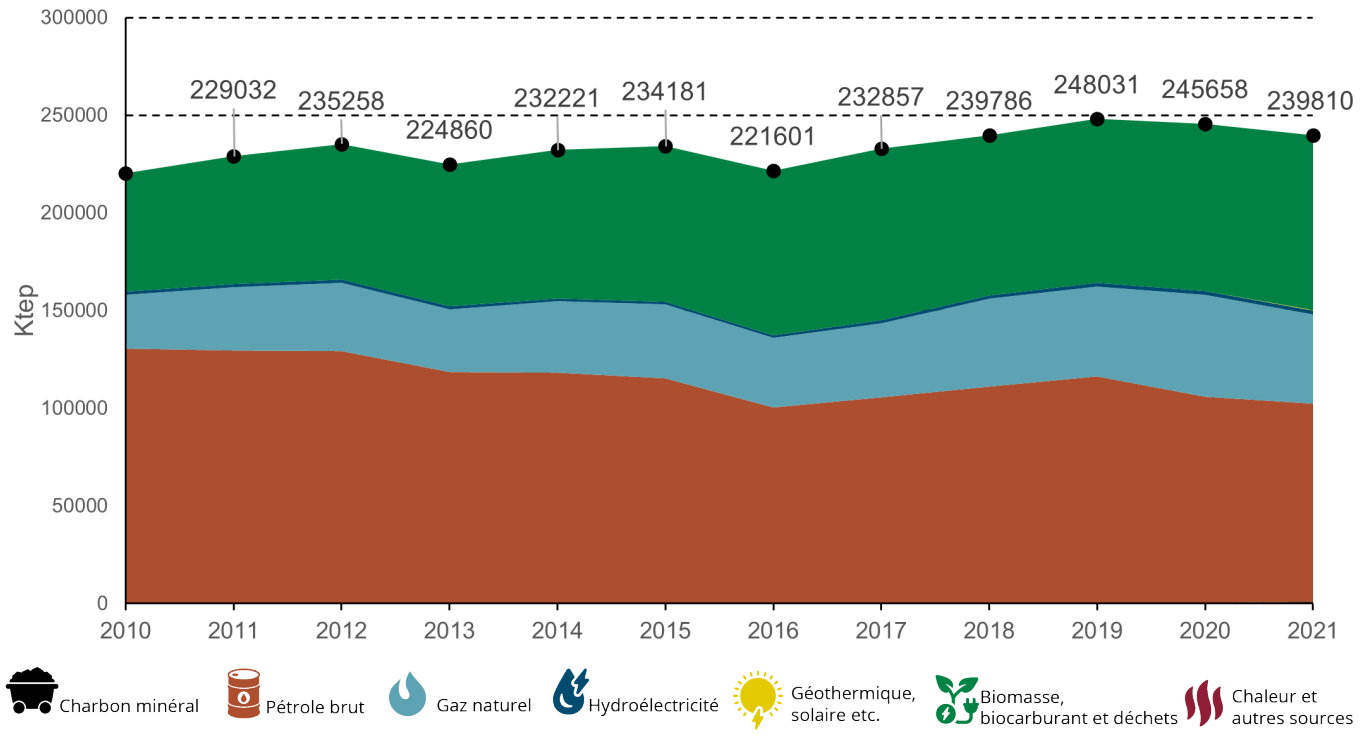

Figure 4 : Evolution de la production d'énergie primaire dans l'espace CEDEAO, 2010-2021

Même si le pétrole brut reste la principale source de production d'énergie primaire en Afrique de l'Ouest, sa production n'a fait que baisser depuis 2010. En effet, la production de pétrole brut est passée de 130 325 ktep en 2010 à 101 482 ktep en 2021, ce qui représente une diminution moyenne annuelle de 2,3 % sur la période 2010-2021. La production de gaz naturel a, quant à elle, augmenté de 4,6 % en moyenne par an sur la même période en passant de 27 806 ktep à 45 815 ktep.

Seulement 5 pays d'Afrique de l'Ouest sont producteurs de pétrole brut ou de gaz naturel, il s'agit de la Côte d'Ivoire, du Ghana, du Niger, du Nigéria et du Sénégal.

Le Nigéria est le premier producteur de pétrole brut et de gaz naturel de la région. Il contribue pour 90 % à la production de pétrole brut et de gaz naturel de la région. Le Ghana, deuxième producteur de pétrole brut et de gaz naturel participe pour 8 % à la production de pétrole brut et 6 % à celle de gaz naturel de la région. La Côte d'Ivoire contribue à hauteur de 1 % à la production de pétrole brut et 4 % à celle du gaz naturel.

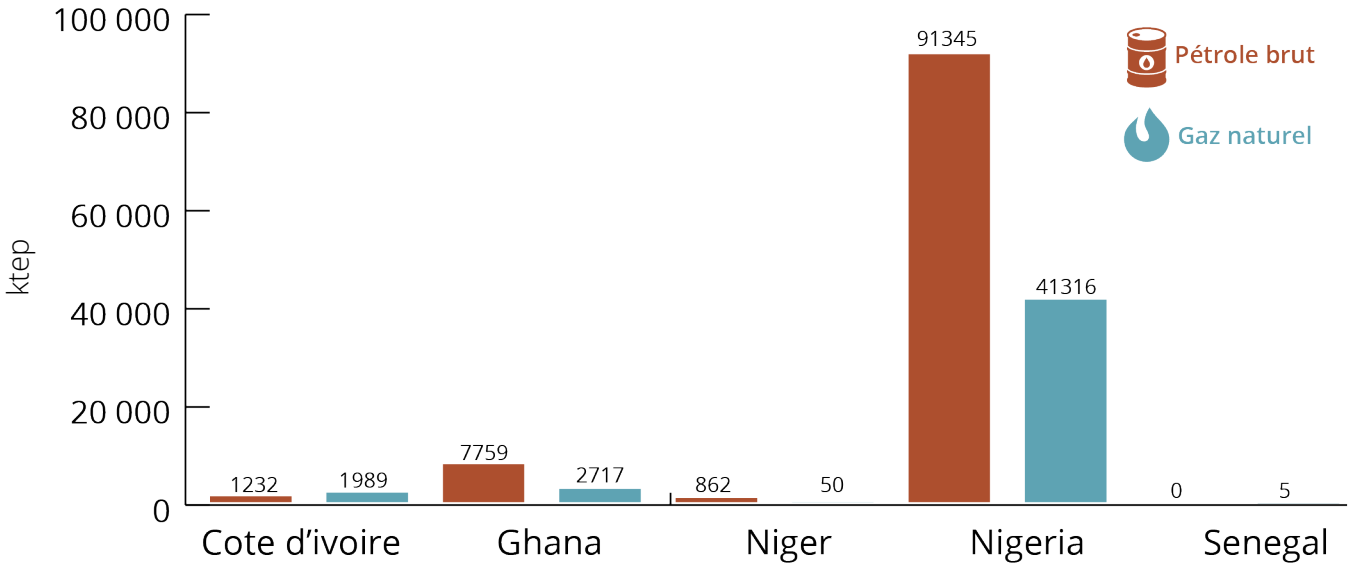

Figure 5 : Production de pétrole brut et de gaz naturel des Etats membres de la CEDEAO en 2021

L'hydroélectricité reste la source d'énergie renouvelable prédominante dans le mix électrique de la région. La production hydroélectrique a augmenté en moyenne de 2,7 % entre 2010 et 2021 ; elle est passée de 17 TWh à 23 TWh. En 2021, le Nigéria (40 %), le Ghana (33 %) et la Côte d'Ivoire (12 %) étaient les principaux producteurs d'hydroélectricité de la région.

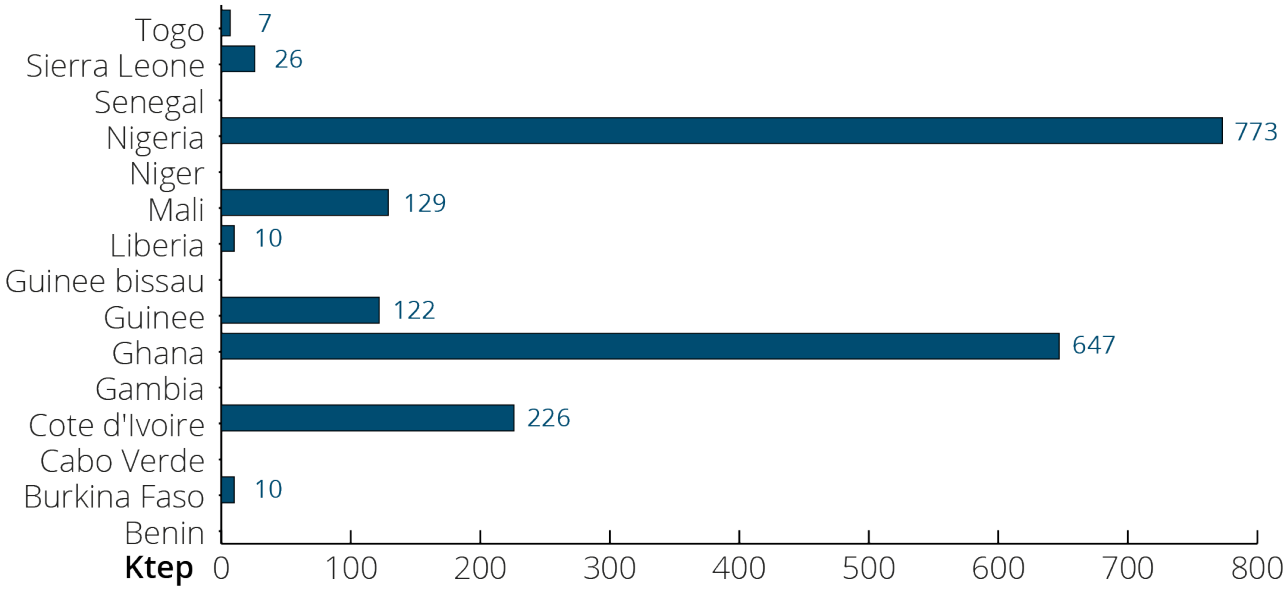

Figure 6 : Production hydroélectrique des Etats membres de la CEDEAO en 2021 (ktep)

Même si des pays comme le Bénin et le Sénégal n'ont pas de production hydroélectrique sur leur territoire, il est important de souligner que ces pays disposent d'une contrepartie dans les productions respectives du Togo et du Mali. En effet, à travers la Communauté Electrique du Bénin (CEB) et l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS), le Bénin et le Sénégal détiennent une partie de la production des centrales électriques du Togo et du Mali.

En ce qui concerne les énergies solaires photovoltaïque, éolienne et géothermique (PvEG), leur contribution à la production totale d'énergie primaire reste marginale. (0,1 % en 2021). Cependant ces formes d'énergie ont connu des taux de croissance très élevés au cours de la période, passant de 18 GWh en 2010 à 1 547 GWh en 2021, soit un taux d'accroissement moyen annuel de 49,7 %. Le Sénégal, avec près de 56 % de la production des énergies PvEG de la région en 2021, a fortement contribué au développement de ces énergies renouvelables dans la région. A la suite du Sénégal, on retrouve le Ghana avec 9,2 % ; le Mali 8,1 % et le Burkina-Faso 7,9 %.

L'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS) est une organisation intergouvernementale de développement créée le 11 mars 1972 à Nouakchott par le Mali, la Mauritanie et le Sénégal, en vue de gérer le bassin versant du fleuve Sénégal et dont le siège se trouve à Dakar. Depuis le démarrage du premier groupe de la centrale hydroélectrique de Manantali, au Mali, en octobre 2001, l'OMVS a délivré aux sociétés d'électricité des trois Etats membres une énergie propre et bon marché à hauteur de 53% pour le Mali, 33% pour le Sénégal et 15% pour la Mauritanie, grâce à deux lignes à haute tension. A partir de 2013, la centrale hydroélectrique de Félou a boosté la capacité de production de l'OMVS avec un productible moyen annuel de 335 GWh. La clé de répartition de cette énergie est de 45 % pour le Mali, 30 % pour la Mauritanie et 25 % pour le Sénégal.

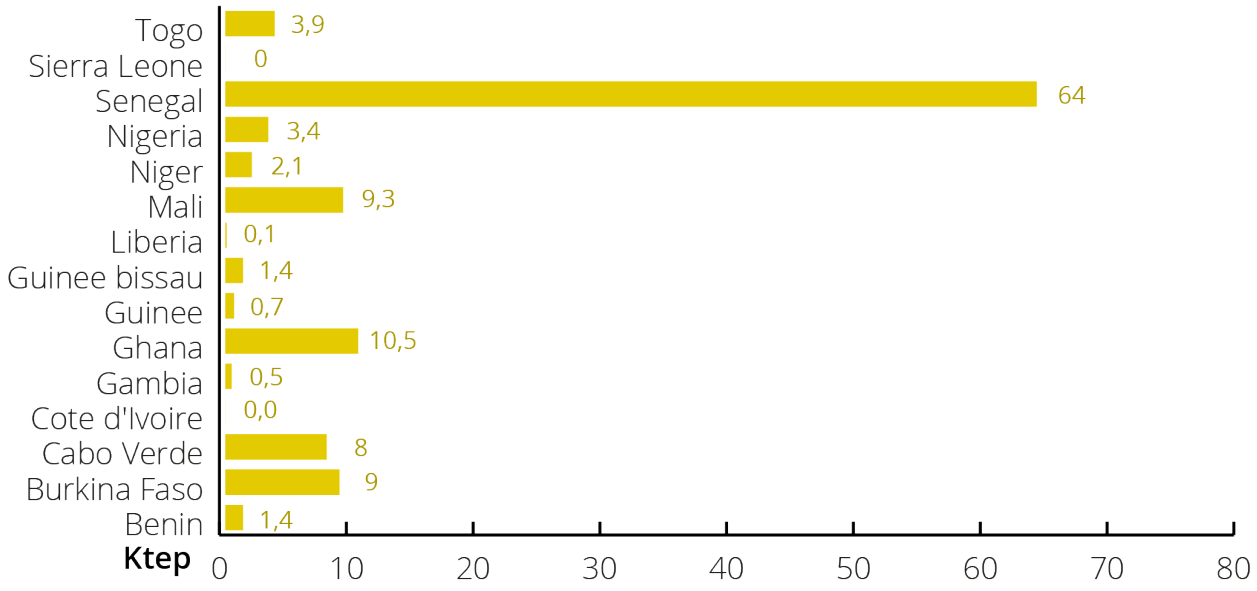

Figure 7 : Production solaire PV, éolienne et géothermique des Etats membres de la CEDEAO en 2021 (ktep)

La production de biomasse énergie (constituée en majeure partie de bois de chauffe) est, passée de **60 673 ktep** en 2010 à **89 534 ktep** en 2021. Cela correspond à une augmentation moyenne annuelle de 3,6 %. Il est important de noter que sur la même période, la population de la région a augmenté en moyenne de 2,7 % par an. Ceci reflète la dépendance des ménages notamment ruraux vis-à-vis de la biomasse surtout traditionnelle et le peu de résultats des politiques d'accès aux formes d'énergie propre. **Ceci est un signal fort pour le développement de politiques énergétiques plus ambitieuses d'accès aux énergies propres particulièrement pour le secteur résidentiel.**

La consommation de bois énergie reste encore élevée en Afrique de l'Ouest. En 2021, la production de bois de chauffe de la région est évaluée à 265049 kilotonnes dont 53 % proviennent du Nigeria.

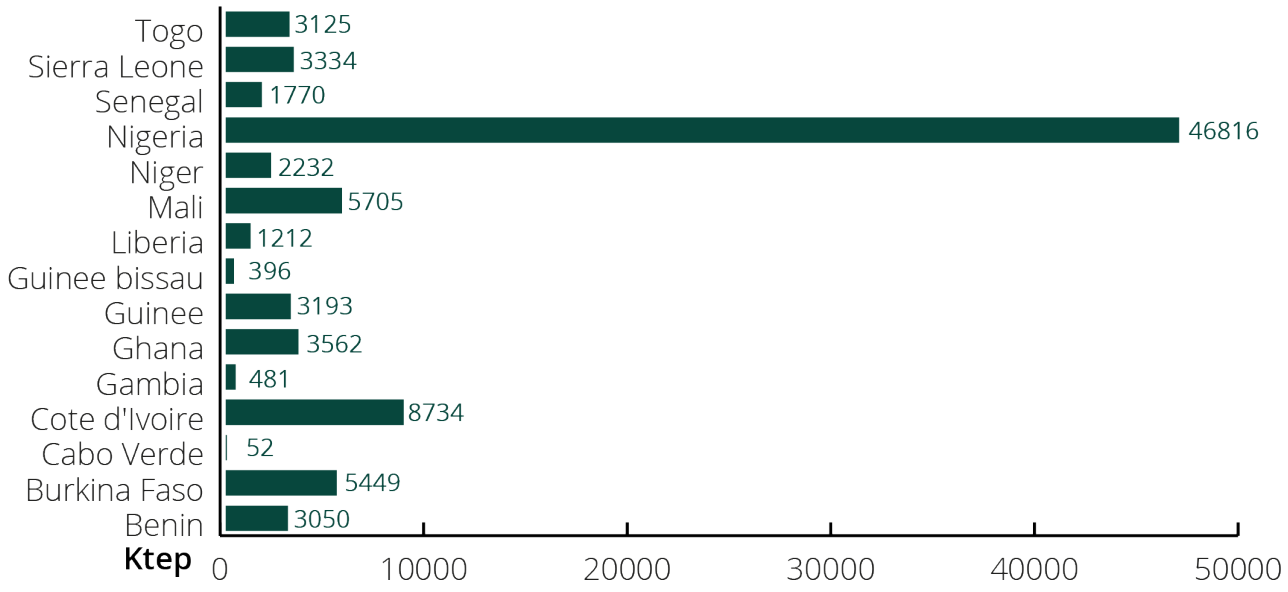

Figure 8 : Production de bois de feu des Etats membres de la CEDEAO en 2021 (ktep)

Commerce extérieur d'énergie

La région ouest africaine pourrait être considérée comme autosuffisante puisqu'en 2021, l'indicateur sur le taux d'autosuffisance énergétique (rapport entre la production d'énergie et l'approvisionnement total d'énergie) était de 158 %. Cependant ce taux global n'est pas suffisamment significatif dans la mesure ou toutes les formes d'énergie sont agrégées y compris la biomasse. Il est important de souligner que la région dépend énormément des importations des produits pétroliers pour satisfaire la demande interne pour tous les secteurs (transport, résidentiel, industrie) et usages.

En effet, en 2021, seulement 13 % des besoins en produits pétroliers proviennent des raffineries de l'espace CEDEAO. Les nouvelles raffineries de la région (Ghana mis en service en 2024 et Nigéria mis en service en 2023), dont les capacités de raffinage sont de 655000 barils par jour, pourront augmenter de 48 % la capacité de raffinage de la région et ainsi réduire le pourcentage des importations des produits pétroliers.

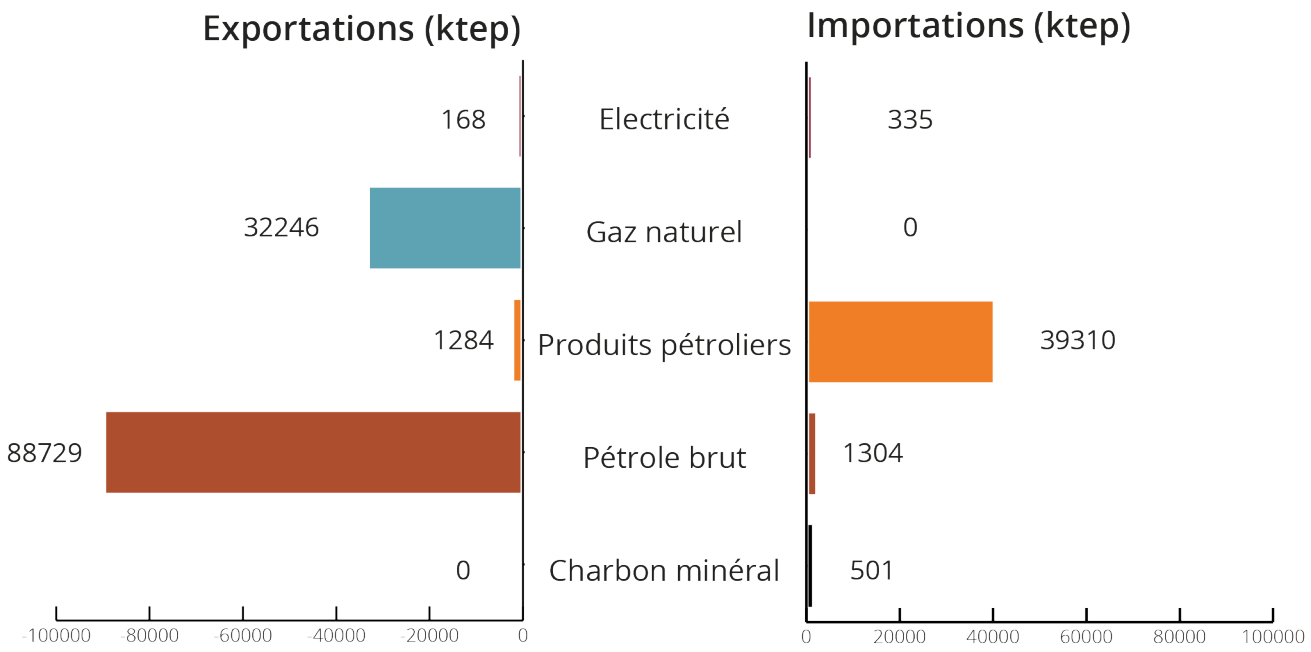

Figure 9 : Commerce extérieur d'énergie de la CEDEAO en 2021

Le graphique ci-dessous présente le niveau de dépendance de la CEDEAO pour les produits pétroliers en 2021 et montre le niveau de dépendance vis-à-vis de l'extérieur des principaux produits pétroliers utilisés dans la région. Ainsi, en 2021, les principaux produits pétroliers essentiellement importés étaient le coke de pétrole (100 %), le pétrole lampant (97 %) et l'essence moteur (93 %).

En ce qui concerne la cuisson propre, 88 % du GPL[3] consommé dans la région vient de l'extérieur.

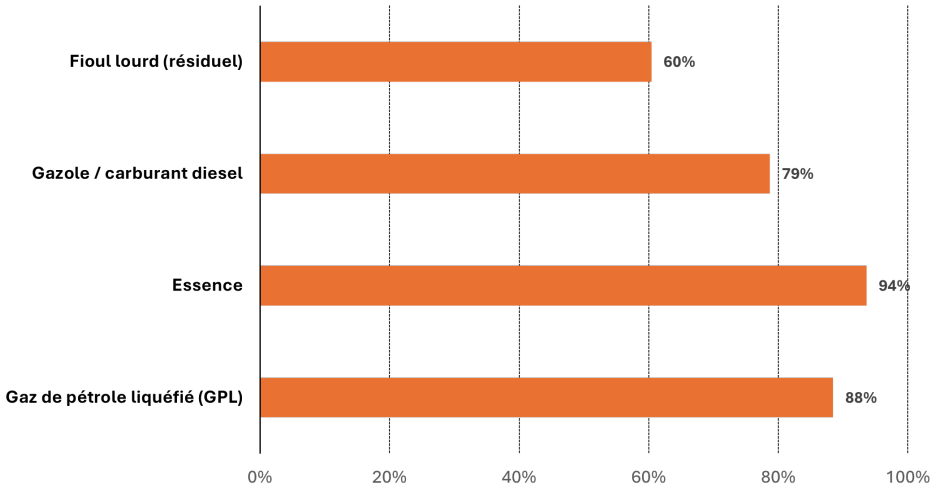

Figure 10 : Niveau de dépendance de la CEDEAO pour les principaux produits pétroliers en 2021

Pour ce qui est de l'électricité, la quantité déclarée comme importée en 2021 (335 ktep soit environ 3,9 GWh) dans la région vient du manque de précision sur les pays de provenance. En effet, les échanges d'électricité entre les Etats membres ne sauraient être considérés comme des importations ou exportations au niveau de la région.

Les principaux importateurs et exportateurs d'énergie sont le Nigéria, le Ghana et la Côte d'Ivoire. A l'exception de la Côte d'Ivoire, tous les pays de la région sont contraints d'importer des produits pétroliers du faite de capacités de raffinage insuffisantes ou inexistantes. En 2021, les produits pétroliers ne représentaient que 13 % des importations d'énergie de la Côte d'Ivoire. Pour les autres Etats membres, ils représentaient entre 61 et 100 % des importations d'énergie.

Les exportations d'énergie au niveau des Etats sont, en grande partie et selon le pays, constituées de :

- Pétrole brut : Nigéria et Ghana ;
- Produits pétroliers : Côte d'Ivoire, Niger et Sénégal ;
- Electricité : Bénin et Mali.

L'enclavement du Niger et la découverte récente de pétrole ont eu pour résultat la construction d'une petite raffinerie afin de traiter le brut local pour la satisfaction des besoins domestiques mais également pour l'exportation de produits pétroliers. En 2021, les exportations nettes de produits pétroliers du Niger ont atteint 397 mille tep. Depuis novembre 2023, un oléoduc d'environ 2000 km de long relie les champs pétroliers du Niger au Bénin.

En 2021, le gaz naturel était uniquement exporté par le Nigéria et représentait 28 % des exportations d'énergie du pays.

[3] Gaz de pétrole liquéfié utilisé pour la cuisson.

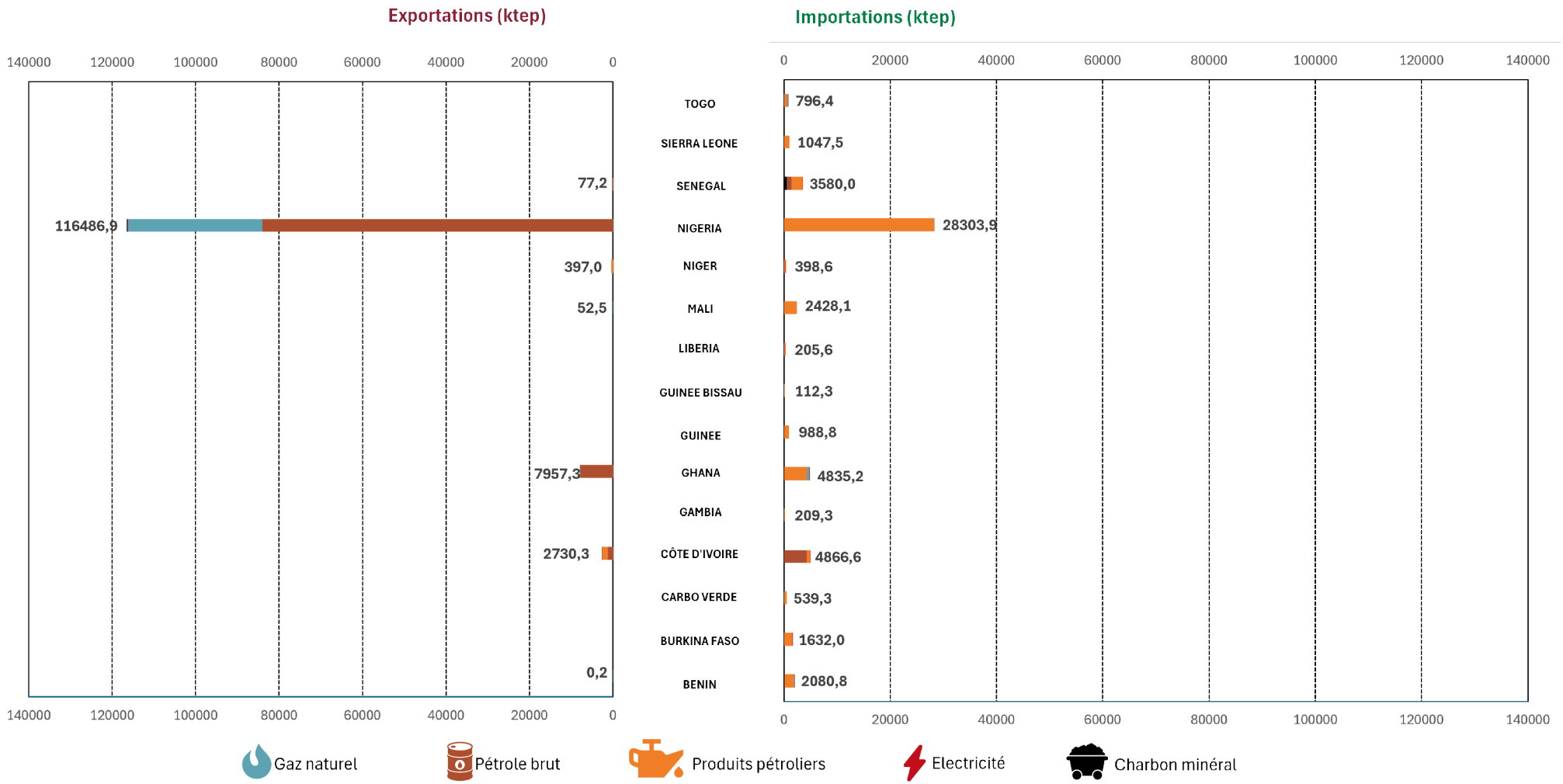

Figure 11 : Commerce extérieur des Etats membres de la CEDEAO en 2021

Depuis 2010, les importations d'énergie de la région ont augmenté de **2,7 % par an**, en passant de **30 722 ktep à 41 450 ktep**. Sur toute la période, les produits pétroliers représentaient la première forme d'énergie importée.

Avec une augmentation moyenne annuelle de 9,6 %, le charbon minéral, importé par le Bénin et le Sénégal pour des besoins du secteur industriel notamment, est la forme d'énergie qui a connu la plus forte progression du point de vue des importations. La baisse des importations des produits pétroliers entre 2017 et 2020 est plus marquée entre 2019 et 2020 où l'accroissement annuel était de **– 8,1 %**. Cette baisse des importations de l'année 2020 par rapport à ceux de 2019 pourrait s'expliquer par les mesures de confinement liées à la pandémie de Covid-19 qui ont suspendu les activités économiques.

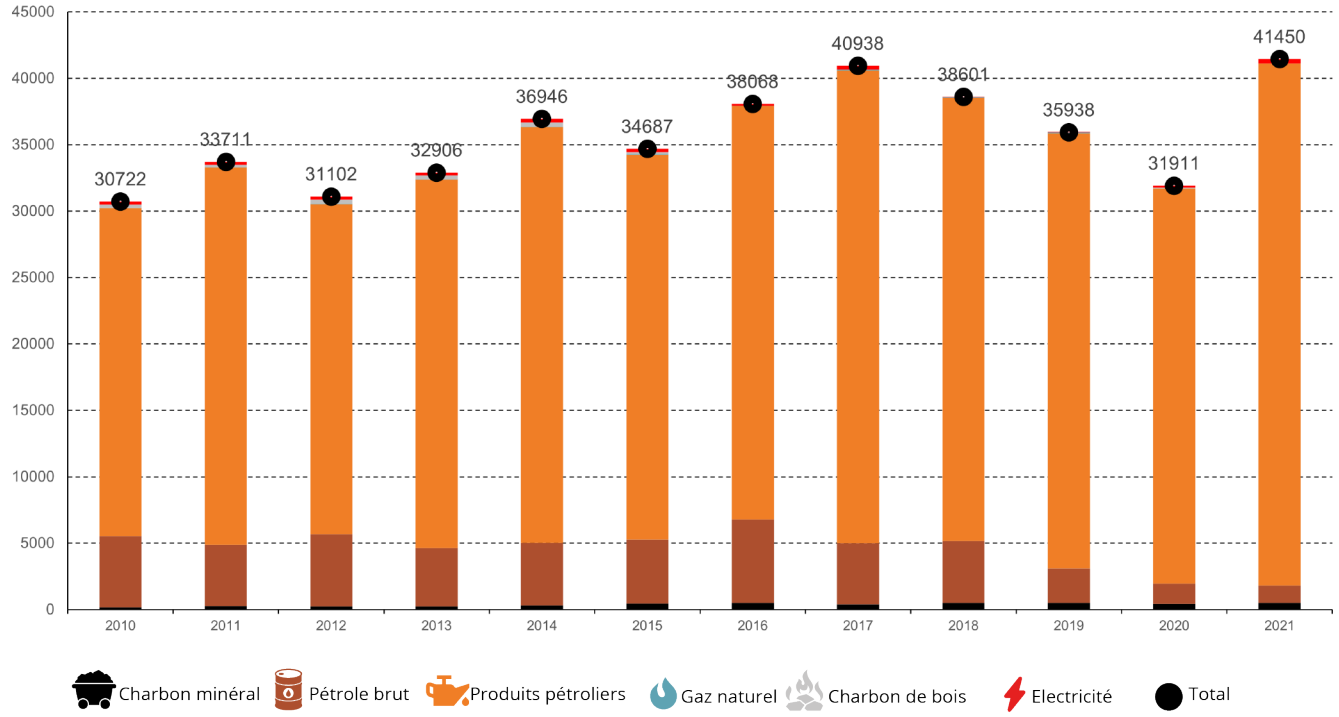

Figure 12 : Evolution des importations d'énergie dans l'espace CEDEAO, 2010-2021 (ktep)

Les exportations d'énergie de la région sont passées de 146 762 ktep en 2010 à 122 428 ktep en 2021, soit une diminution moyenne annuelle de 1,6 % par an sur la période. Tout comme la production de pétrole brut, les exportations de pétrole brut ont baissé. En revanche, les exportations de gaz naturel ont augmenté de 5,6 % par an en passant de 17 677 ktep à 32 246 ktep entre 2010 et 2021.

La baisse significative de 13,6 % des exportations de pétrole brut entre 2019 et 2020 pourrait également s'expliquer par la baisse de la demande des pays importateurs en raison des restrictions liées à la pandémie.

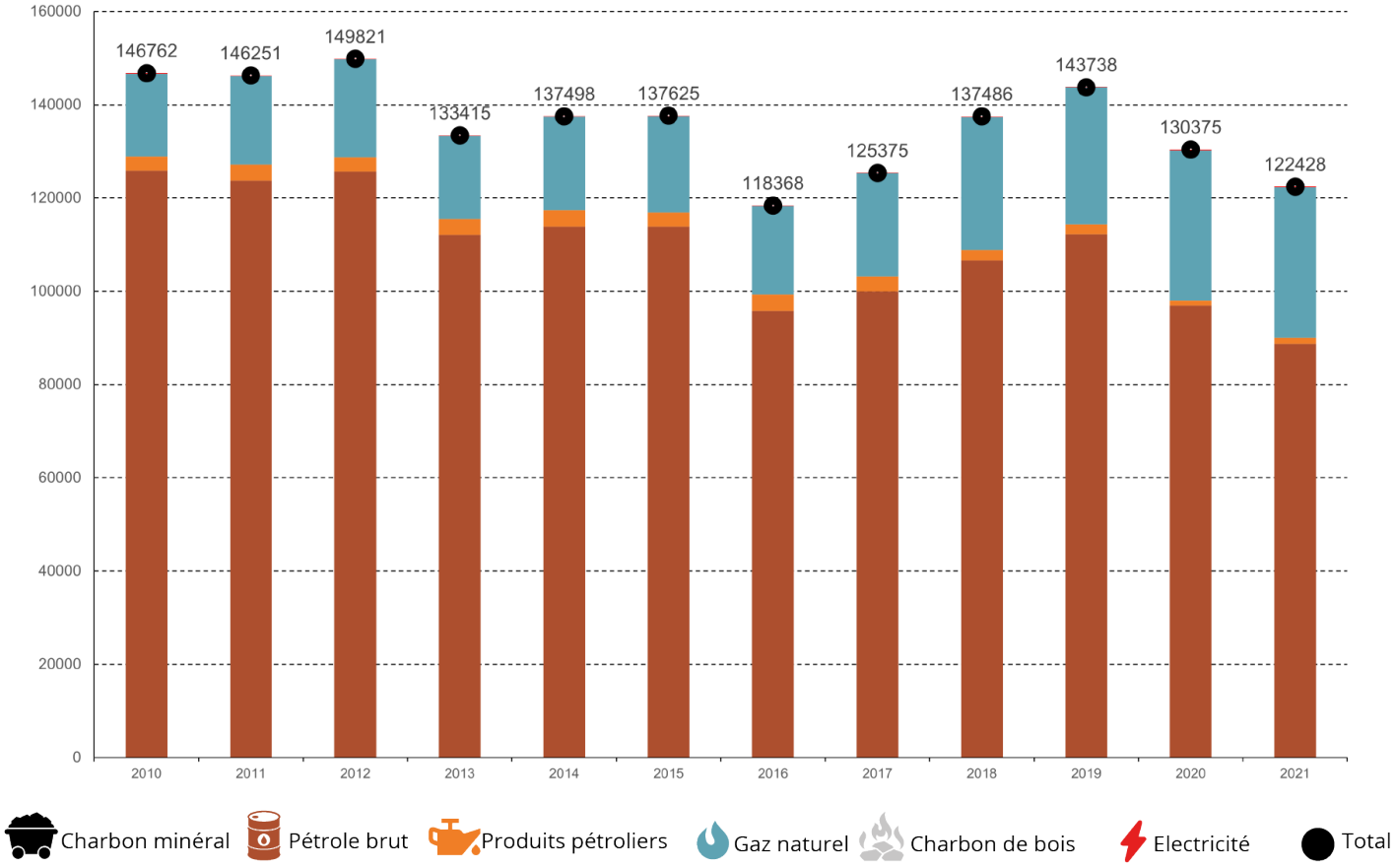

Figure 13 : Evolution des exportations d'énergie de l'espace CEDEAO, 2010-2021 (ktep)

Approvisionnement total d'énergie

En 2021, l'approvisionnement total d'énergie (ATE)[4] de la région ouest africaine est évalué à **151 320 ktep.** La biomasse énergie est la principale source d'approvisionnement en énergie de la région et représente près de 59 % de l'approvisionnement total. Le pétrole brut, principale source de production d'énergie de la région, ne représente qu'environ 5 % de l'approvisionnement total. Ceci s'explique par l'importance des exportations de pétrole brut et des niveaux de raffinage en deçà des besoins de la région.

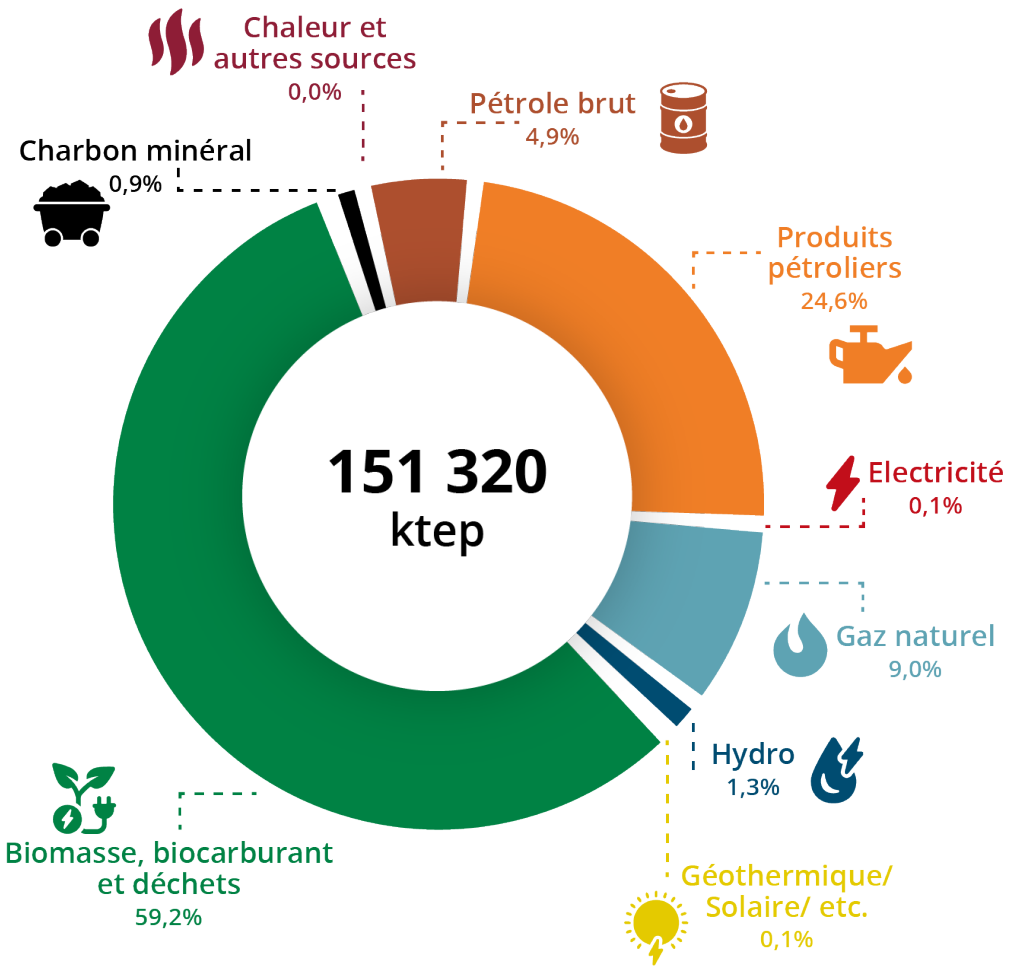

Figure 14 : Structure de l'approvisionnement total d'énergie de la CEDEAO en 2021

Même si les énergies renouvelables représentent environ 61 % du mix énergétique de la région, cela est essentiellement dû à la biomasse énergie puisque, les autres sources d'énergie renouvelables représentent environ 1,4 % du mix provenant essentiellement de l'hydroélectricité.

[4] L'approvisionnement total d'énergie s'obtient en faisant :
production + importations – exportations - soutes internationales nettes + stock net.

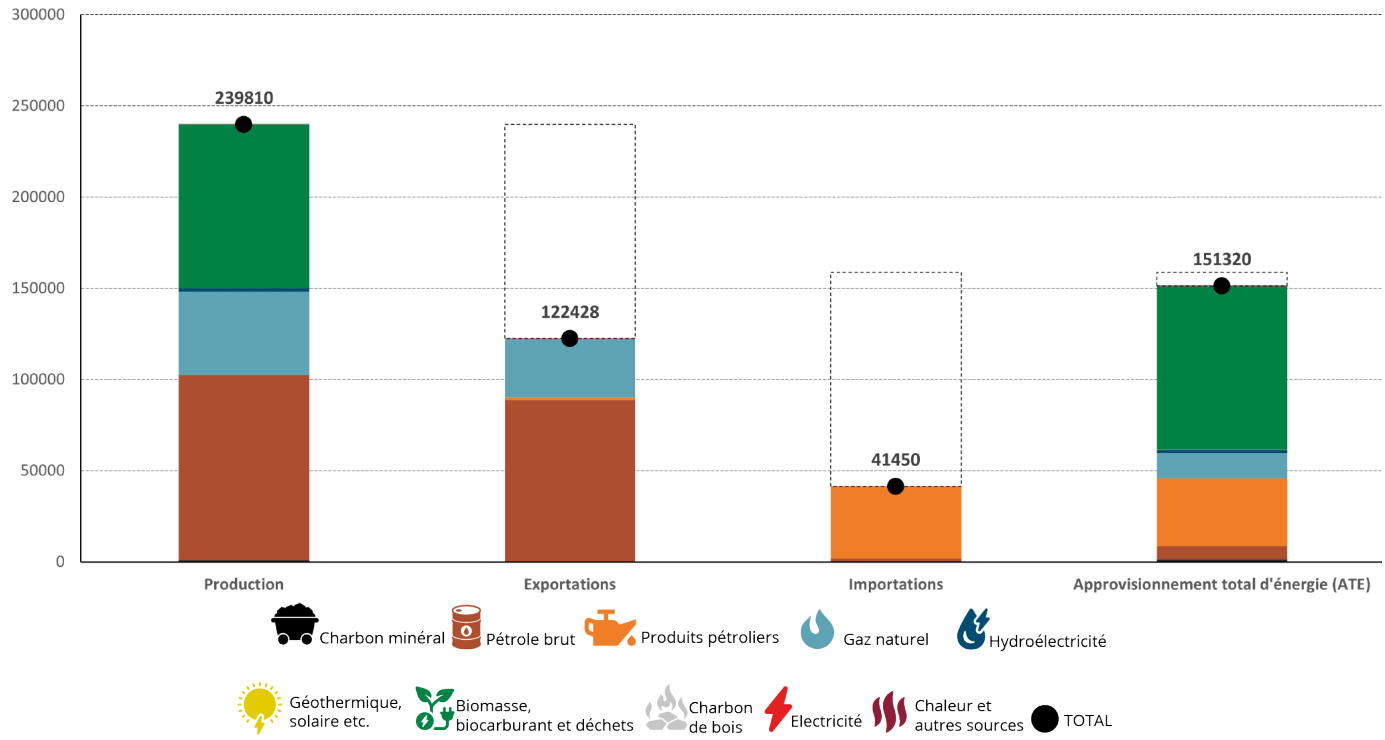

Figure 15 : Production, échanges extérieurs et approvisionnement total d'énergie de la CEDEAO en 2021 (ktep)

En 2021, les exportations d'énergie de la CEDEAO représentaient 52 % de sa production primaire d'énergie. Près de 27 % de l'approvisionnement total d'énergie sont importés, essentiellement les produits pétroliers, afin de satisfaire la demande de 151 320 ktep.

La différence de 7 512 ktep qu'on obtient de la différence entre l'approvisionnement total d'énergie et Production - Exportations + Importations représente la quantité d'énergie qui va vers le stockage d'énergie et / ou les soutes internationales.

Compte tenu de la disparité des populations, l'approvisionnement en valeurs absolue varie considérablement selon les pays. Ainsi, l'approvisionnement total d'énergie au Nigéria, pays le plus peuplé est 237 fois plus important que celui du Cabo Verde. L'indicateur approvisionnement total d'énergie par habitant permet de supprimer l'effet de la population de la demande d'énergie et améliore l'analyse comparative.

L'approvisionnement total d'énergie par habitant de la CEDEAO est de **0,37 tep** (en 2021). Le Niger est le pays dont l'approvisionnement total d'énergie par habitant est le plus faible de la région (0,13 tep/habitant) et le Cabo Verde celui dont le ratio est le plus élevé (0,65 tep/habitant).

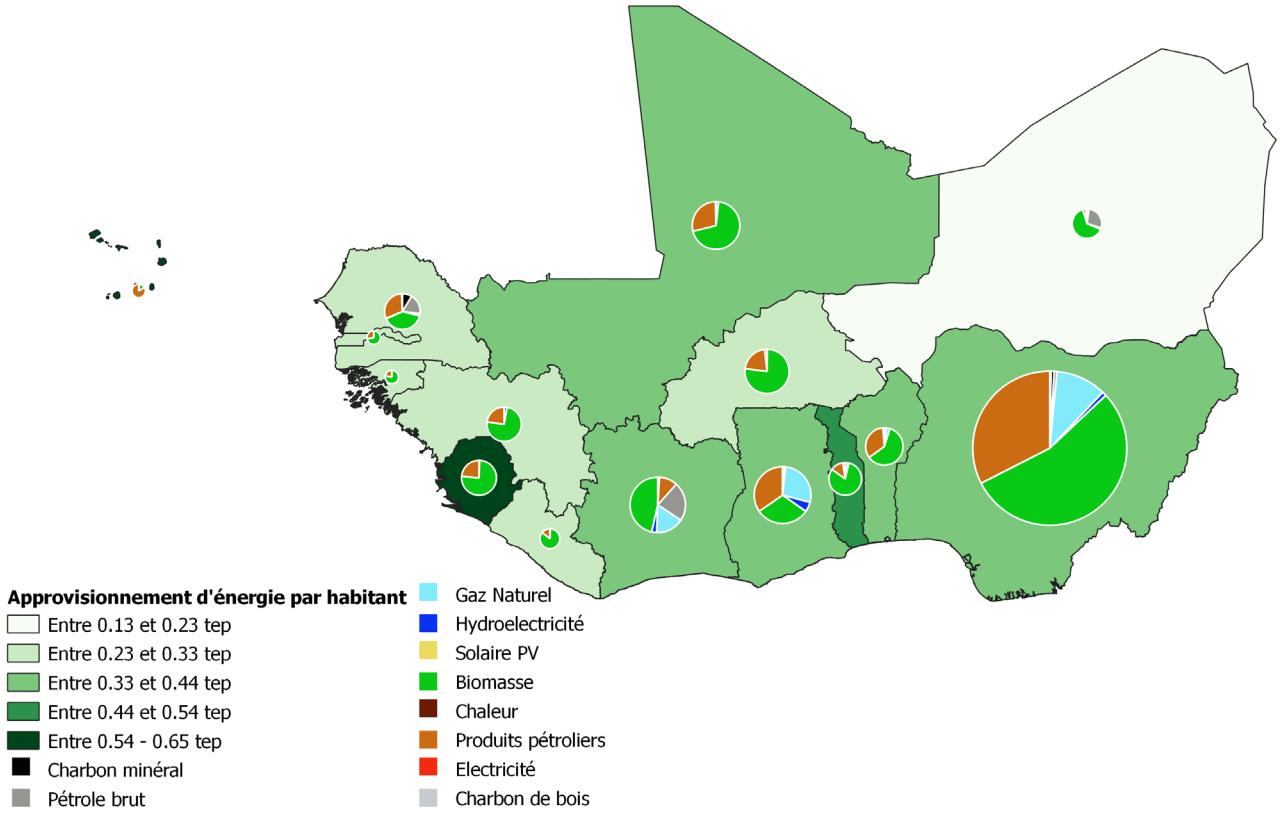

Figure 16 : Cartographie des approvisionnements en énergie dans l'espace CEDEAO en 2021

La carte des approvisionnements d'énergie permet de visualiser les mix énergétiques des différents Etats membres de la CEDEAO. Seulement trois Etats de la région ont un mix énergétique ou la biomasse énergie n'est pas prédominante. Il s'agit du Carbo Verde, du Ghana et du Sénégal avec des parts respectives de la biomasse énergie dans le mix énergétique de 14 %, 31 % et 36 %.

E**ntre 2010 et 2021, l'approvisionnement total d'énergie de la CEDEAO a augmenté de 3,5 % en moyenne par an** (47 % entre 2010 et 2021) **en passant de 103 199 ktep à 151 320 ktep**. Celui des produits pétroliers a augmenté, sur la même période, de 5,9 % en moyenne par an (88 % entre 2010 et 2021) en passant de 19 858 ktep en 2010 à 37 247 ktep en 2021.

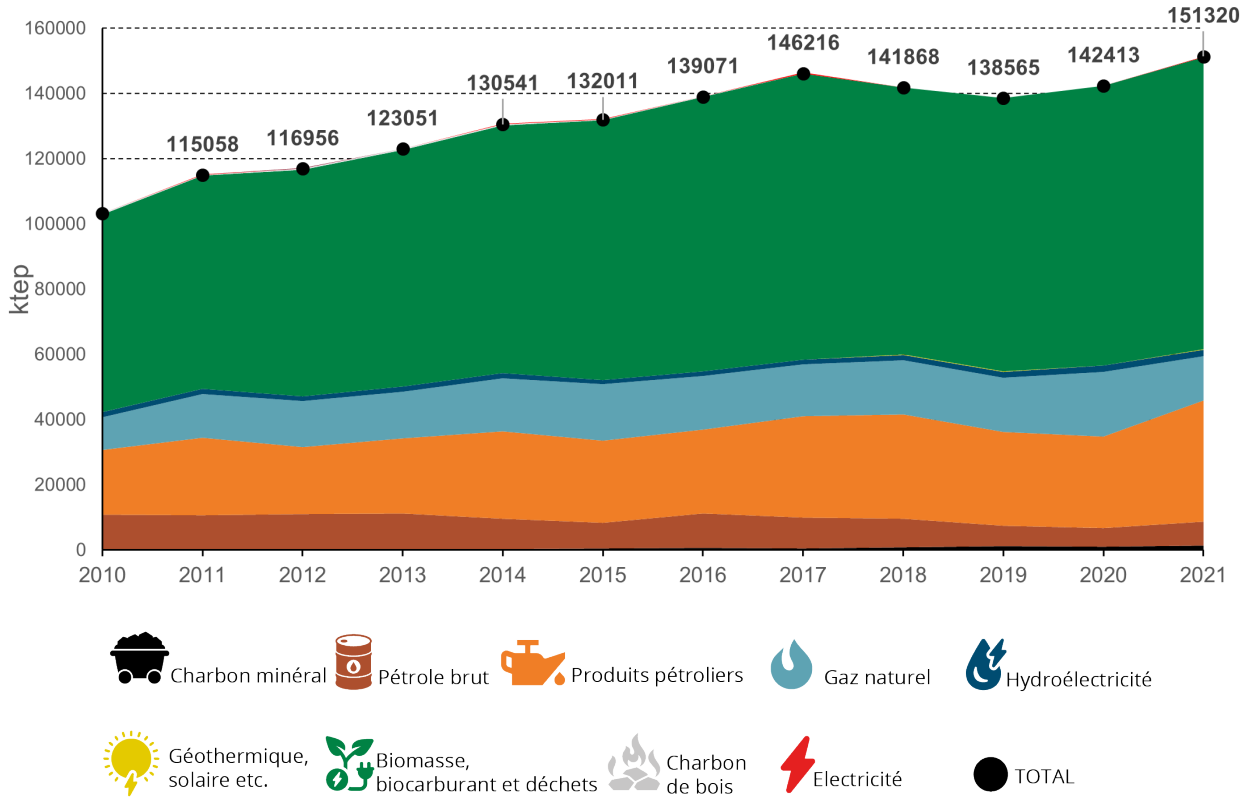

Figure 17 : Evolution de l'approvisionnement total d'énergie de l'espace CEDEAO, 2010-2021

Sur toute la période 2010-2021, le mix énergétique de la CEDEAO a très peu changé. Il est resté dominé par la biomasse énergie. Le changement notable du mix énergétique de 2010 et celui de 2021, est la proportion de produits pétroliers qui est passée de 19 % en 2010 à 25 % en 2021 pendant que celle du pétrole brut est passée de 10 % en 2010 à 5 % en 2021. Ces statistiques confirment le faible accès aux énergies propres et la forte dépendance vis-à-vis énergies fossiles. En 2021, la part des énergies renouvelables, **hors hydroélectricité,** dans les approvisionnements reste marginale.

Transformation d'énergie

En 2021, environ 35 % de l'approvisionnement total en énergie primaire (53 170 ktep) ont subi une transformation en produits secondaires (charbon de bois, produits pétroliers, électricité) dans l'espace CEDEAO. Les principaux processus de transformation d'énergie identifiés dans l'espace CEDEAO, en 2021, sont la carbonisation, la production d'électricité et le raffinage. Les rendements des différents processus de transformation diffèrent selon les types de transformation (carbonisation, centrales électriques, raffinage) et des technologies utilisées.

Carbonisation

La carbonisation est le principal processus de transformation de la biomasse énergie dans l'espace CEDEAO. Encore très rudimentaire, effectué de façon artisanale, le plus souvent avec des meules traditionnelles, la carbonisation dans l'espace CEDEAO a un rendement énergétique moyen exprimé en unités massique à environ 19 % en 2021.

Du point de vue des Etats Membres, le Burkina Faso est le pays avec le meilleur rendement de carbonisation (55 %) et la Guinée celui avec le rendement le plus bas (24 %). En Guinée, la production de 1 kg de charbon de bois nécessite l'utilisation de 9 kg de bois de feu ; au Burkina Faso 4 kg de bois de feu suffise pour la production de 1 kg de charbon de bois. **Au niveau de l'espace CEDEAO, en moyenne 5 kg de bois de feu sont utilisés pour produire 1 kg de charbon de bois.**

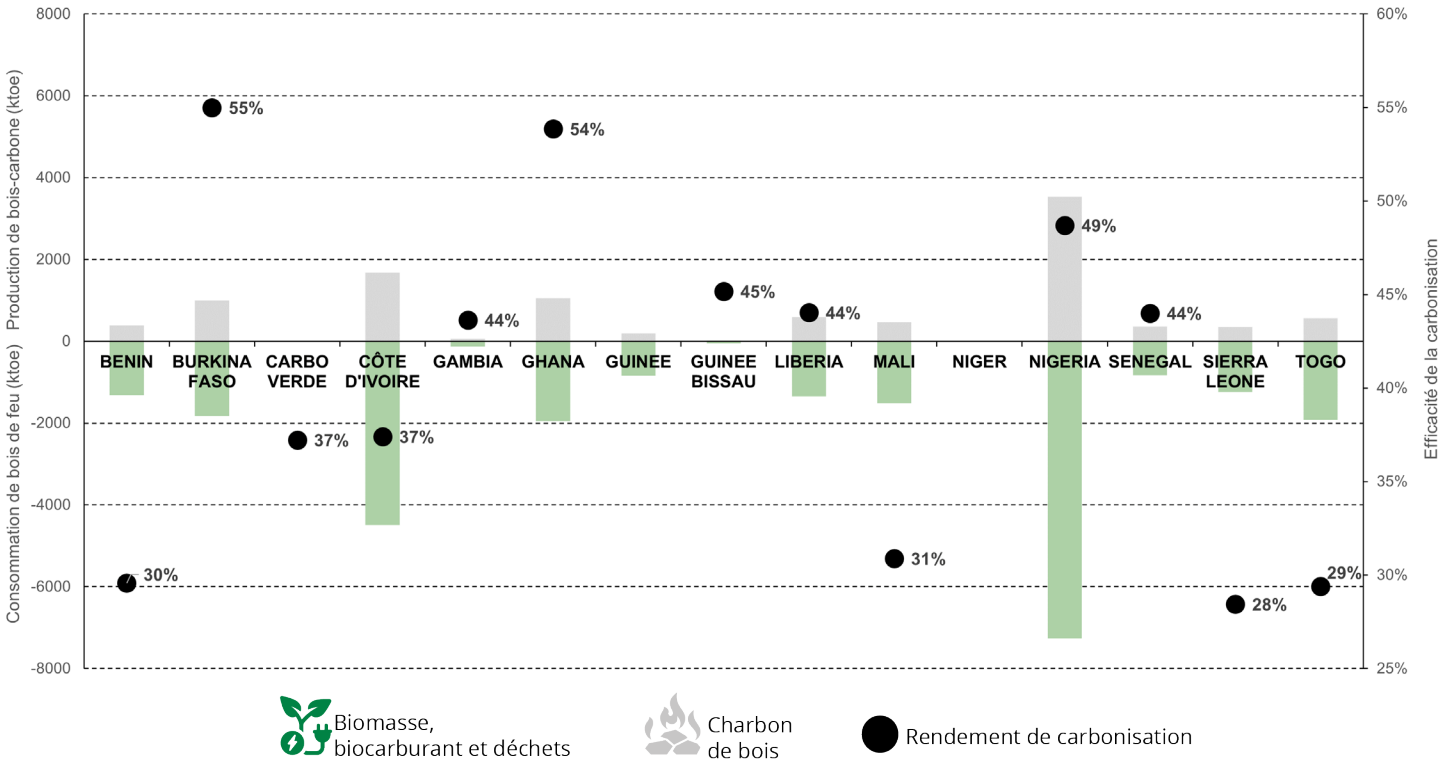

Figure 18 : Rendement énergétique de carbonisation suivant les Etats membres de la CEDEAO, 2021

Il convient de noter que des marges d'incertitude, parfois assez importantes, caractérisent les rendements des unités de carbonisation. Des enquêtes régulières avec des échantillons représentatifs sont nécessaires afin de mieux estimer cet indicateur.

Production d'électricité

La production d'électricité est le deuxième processus de transformation d'énergie de la région. En 2021, 40 % de l'énergie utilisée en transformation a servi à la production de l'électricité. La production d'électricité s'opère auprès de deux types de producteurs : le producteur dont c'est l'activité principale (75 % de la production d'électricité) et les autoproducteurs (25 % de la production d'électricité) qui produisent l'électricité pour leurs propres besoins principalement.

Les producteurs d'électricité, du fait de l'utilisation du gaz naturel comme principale source de production d'électricité, ont un rendement de production d'électricité (62 %) deux fois plus important que celui des autoproducteurs d'électricité (32 %), qui eux utilisent principalement les produits pétroliers. **Le rendement global de la production d'électricité de la région était de 50 % en 2021.**

Ce niveau du rendement de production d'électricité vient de l'importance du gaz naturel dans le mix de production d'électricité, néanmoins ce rendement paraît élevé. En effet, 38 % de l'électricité générée en 2021 est produite à partir de produits pétroliers notamment chez les autoproducteurs qui représentent 66 % de la production d'électricité à partir des produits pétroliers. Le gaz naturel, principale source de production d'électricité en 2021 (42 %), a connu entre 2010 et 2021 une progression moyenne annuelle de 7 %.

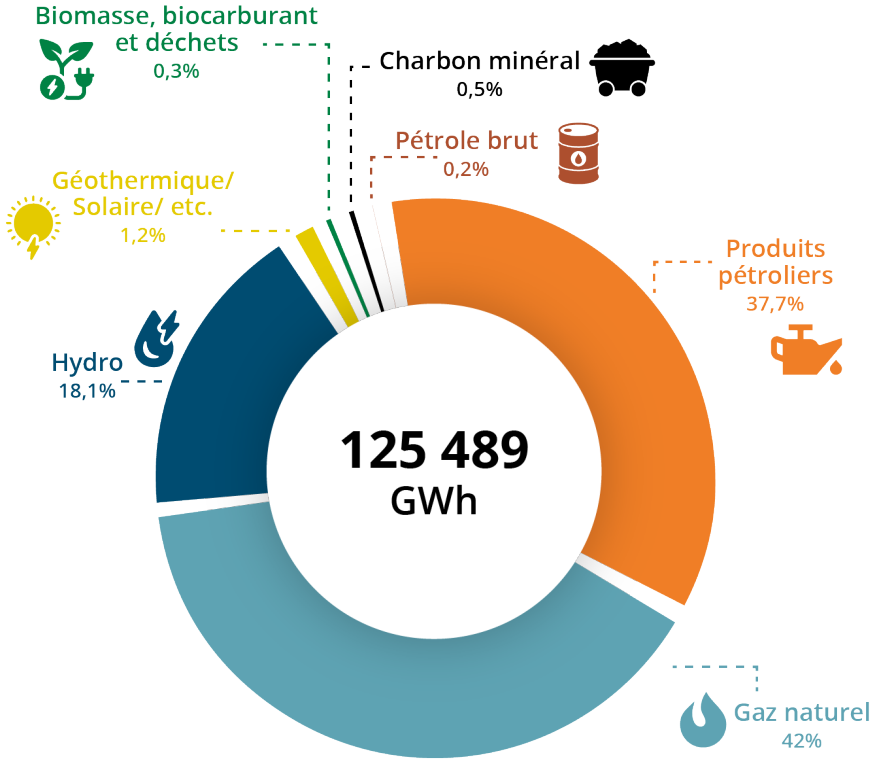

Figure 19 : Structure de la production d'électricité de la CEDEAO par sources d'énergie, 2021

Les énergies renouvelables représentent environ 20 % de la production d'électricité de la région. L'hydroélectricité contribue pour 92 % à la production d'électricité par source d'énergie renouvelable de la CEDEAO. En 2021, la part des énergies renouvelables dans le mix de production d'électricité de la CEDEAO varie entre 1 % (Benin) et 80 % (Liberia). Ceci s'explique notamment par la contribution de production d'hydroélectricité dans ces pays.

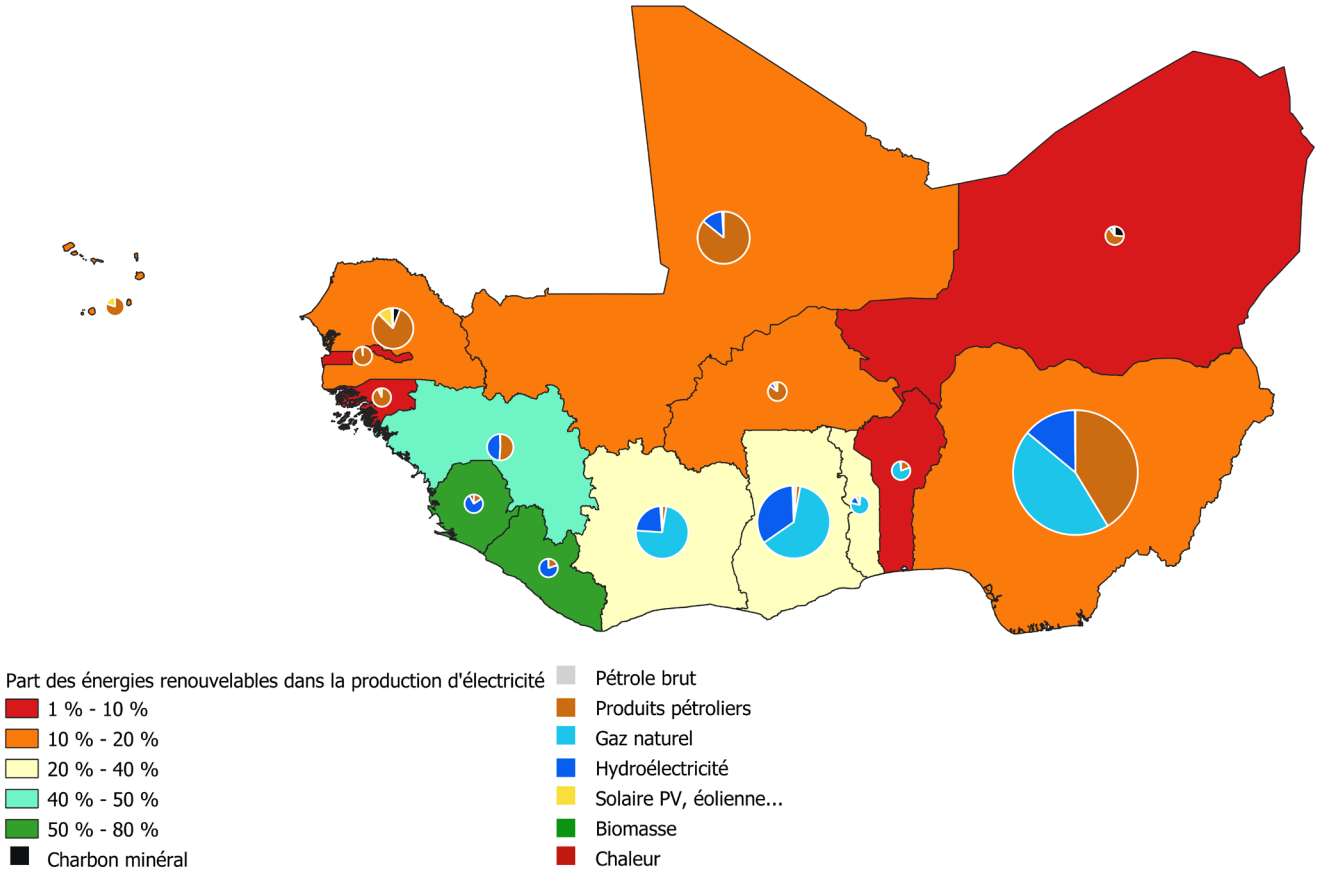

Figure 20: Mapping the Electricity Generation Mix in the ECOWAS Region, 2021

Raffinage

Le raffinage du pétrole brut est le troisième processus de transformation d'énergie de la région. En 2021, la part de la production de pétrole brut raffiné n'était que 6 % montrant ainsi la dépendance de la région vis-à-vis des produits pétroliers importés et la délocalisation des valeurs ajoutées et des emplois du fait de l'exportation de ressources primaires. Seulement cinq (5) pays de la région disposent d'une ou de plusieurs raffineries.

Tableau 1 : Capacités de raffinage des raffineries installées dans l'espace CEDEAO en 2021

Nom	Pays	Année de mise en service	Capacité de raffinage (Million de tonnes par an)
La Société africaine de raffinage	Sénégal	1963	1,2
Tema Oil Refinery	Ghana	1963	2,0
Société Ivoirienne de raffinage	Côte d'Ivoire	1965	3,8
Port Harcourt Refining Company Limited (PHCR)	Nigéria	1965	7,5
Société Multunationale de Bitume	Côte d'Ivoire	1978	0,3
Warri Refining & Petrochemicals Company Limited (WRPC)	Nigéria	1978	6,3
Kaduna Refining and Petro-chemical Company (KRPC)	Nigéria	1980	0,03
Eleme petrochemicals Company Limited (EPCL)	Nigéria	2006	0,02
Niger Delta Petroleum Refinery	Nigéria	2010	0,01
La Société de raffinage de Zinder (SORAZ)	Niger	2011	1,0
		TOTAL	22,2

Malgré sa troisième place de producteur de pétrole brut de la région, la Côte d'Ivoire, avec seulement 19 % (4,1 Million de tonnes par an) de la capacité de raffinage de la CEDEAO, contribue à 67 % de la production de produits pétroliers de 2021. Le gazole / diesel, est le principal produit de raffinage de la région. En 2021, 43 % de la production de produits pétroliers était du gazole. Environ 63 % du gazole provient des raffineries de la Côte d'Ivoire.

En 2021, le rendement du processus de raffinage du pétrole brut dans l'espace CEDEAO était de 97 %. Le Niger, la Côte d'Ivoire et le Ghana avaient des rendements de raffinage respectifs de 97 %, 96 % et 95 %. Ces rendements paraissent quelque plus élevés par rapport à la moyenne internationale. A titre d'exemple au Canada les rendements des raffineries sont légèrement supérieurs à 90%[5].

Les rendements obtenus à partir des statistiques du Nigéria (106 %) et du Sénégal (105 %) sont beaucoup trop élevés. Ces valeurs peuvent s'expliquer par le manque de collecte de données sur les produits d'alimentation de raffinerie qui, en plus du pétrole brut sont utilisés pour la production des produits pétroliers.

La production de GPL reste encore très faible dans la région. En 2021, le GPL ne représentait que 5 % de la production de produits pétroliers. Il est néanmoins important de souligner qu'entre 2010 et 2021, le GPL est le produit de raffinage qui a connu la progression la plus importante (7,3 % par an) en passant d'une production de 138 kilotonnes en 2010 à 300 kilotonnes en 2021.

[5] Refining Economics (canada.ca)

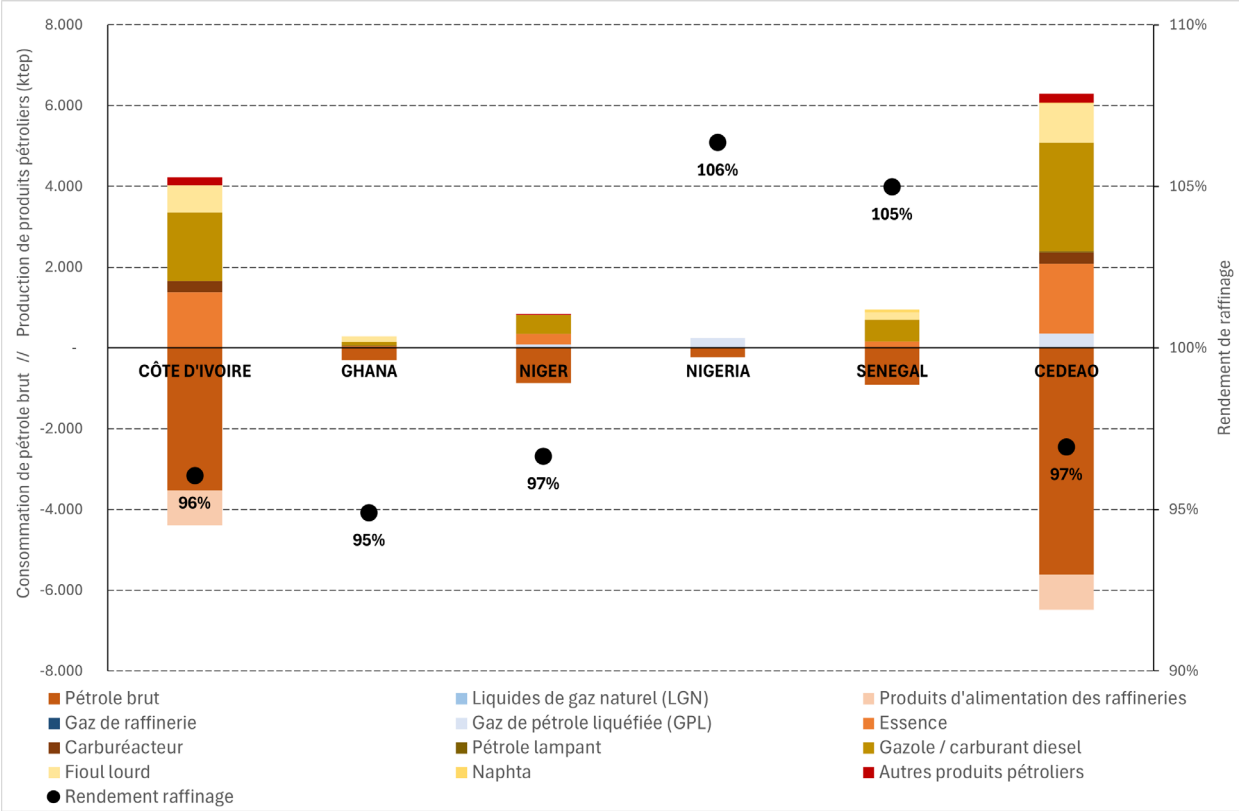

Figure 21 : Production de produits pétroliers et rendement énergétique de raffinage suivant les Etats membres de la CEDEAO, 2021

Le diagramme ci-dessous synthétise à l'échelle les processus de transformation identifiés dans l'espace CEDEAO. Du fait de l'importance de la consommation de charbon de bois dans la région, la biomasse et les déchets représentent près de 48 % des entrées de transformation. Les différences entre les entrées de transformation et les sorties s'expliquent par les pertes particulièrement importantes dans le processus de carbonisation du fait des faibles rendements des technologies actuellement actualisées. Une augmentation des rendements combinée à la substitution permettraient de diminuer dans des proportions significatives la consommation de bois énergie qui constitue un des facteurs aggravants de la déforestation.

Les produits pétrolières (notamment le gazole et l'essence) sont principalement utilisés par les autoproducteurs d'électricité. Le gaz naturel a connu une forte progression depuis 2010 en tant qu'intrant pour la production d'électricité. En 2021, la part du gaz naturel pour la génération d'électricité est supérieure à celle des produits pétroliers. Le charbon minéral, principalement au Niger et au Sénégal., ne contribue que marginalement à la production d'électricité. Ceci s'explique par des réserves économiquement rentables relativement faibles et les tendances mondiales de réduction des effets de gaz à effet de serre. L'Afrique Australe dont les réserves en charbon sont considérables présente un mix électrique fort différent avec une contribution encore importante du charbon minéral pour la production d'électricité.

La part des énergies renouvelables, hors hydro-électricité reste très faible malgré la mise en service de quelques centrales électriques de grande puissance à partir de 2017 où les capacités renouvelables hors hydroélectricité sont passé de 125 MW en 2016 à 438 MW en 2021. Il est fort probable que cette part augmente fortement cours de la période 2024-2050 compte tenu des projets en cours et des tendances mondiales dans ce domaine.

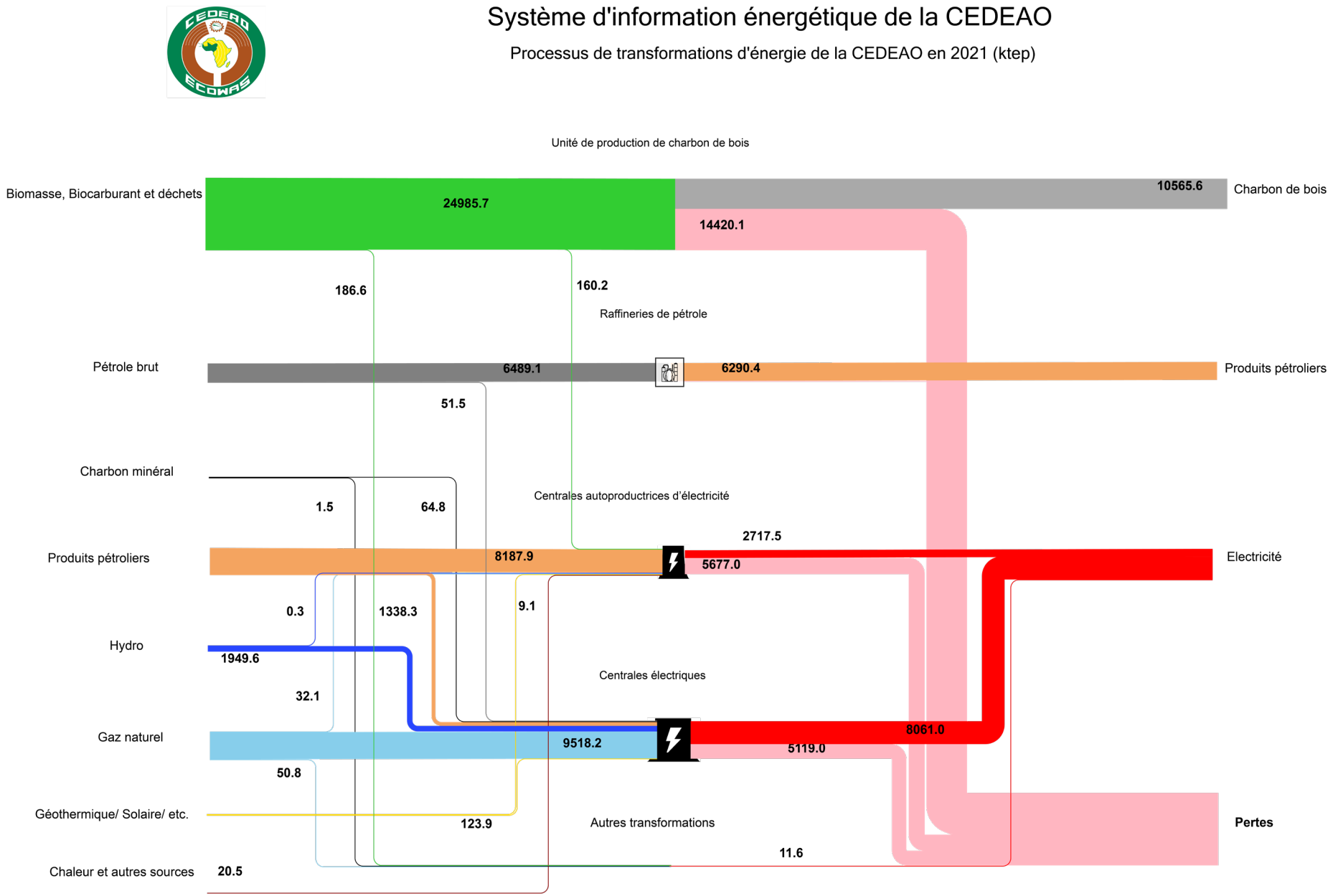

Figure 22 : Diagramme des flux de transformation d'énergie de l'espace CEDEAO, 2021 (ktep)

Consommation finale d'énergie

En 2021, la consommation finale d'énergie de la CEDEAO était évaluée à **122 600 ktep**. Celle-ci, était dominée par les combustibles ligneux qui représentaient 60 % de la consommation dont 51 % pour le bois de feu et autres biomasses énergie et 9 % pour le charbon de bois. L'énergie électrique ne représente que 7 % de la consommation finale d'énergie et les produits pétroliers 31 % dénotant ainsi l'accès limité aux formes d'énergie propre.

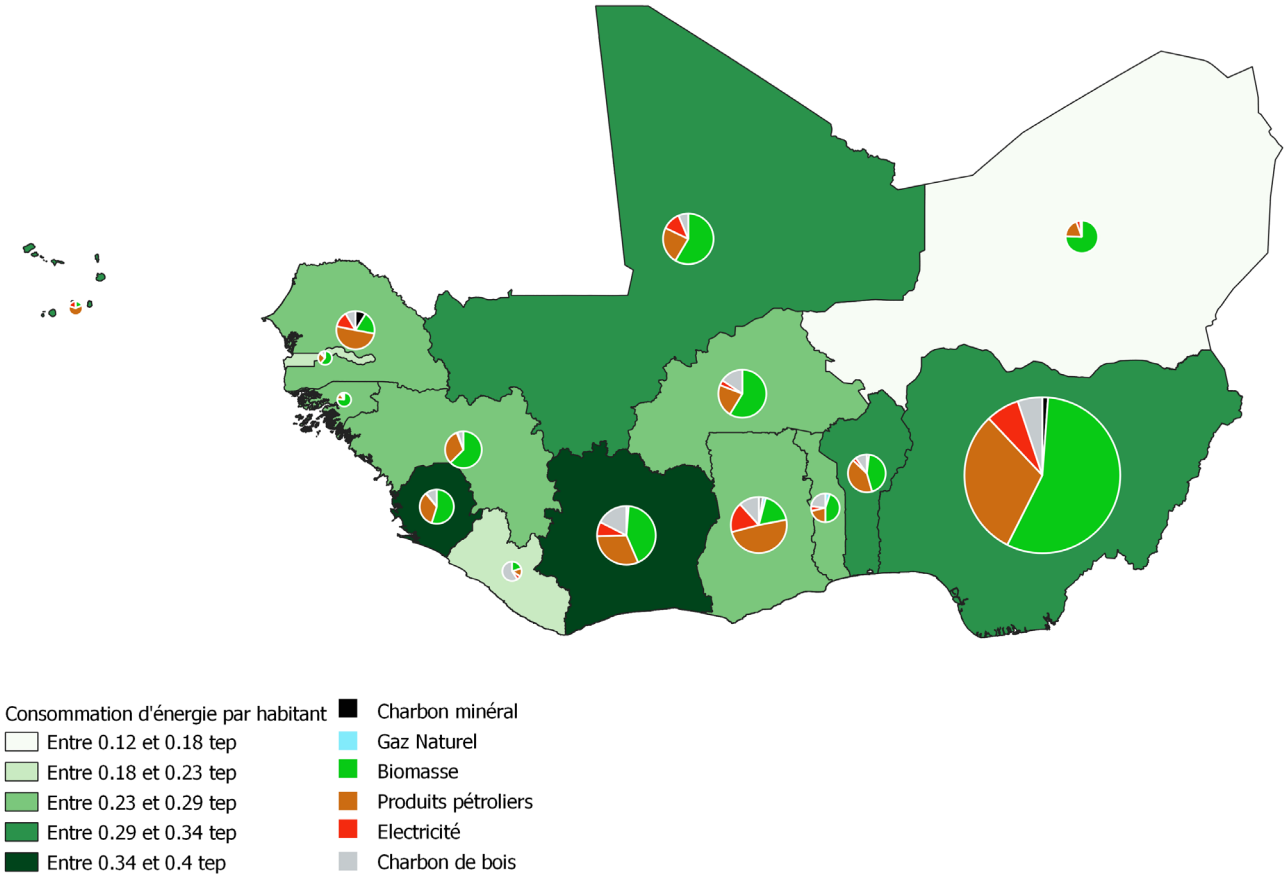

Figure 23 : Cartographie de la consommation finale d'énergie dans l'espace CEDEAO en 2021 (tep/habitant)[6]

Tout comme au niveau régional, les combustibles ligneux (ou biomasse) représentent la première source d'énergie dans la plupart des Etats membres de la CEDEAO. Seuls le Cabo Verde, le Ghana et le Sénégal ont une consommation finale d'énergie dominée par les produits pétroliers.

La part de l'électricité dans la consommation finale d'énergie varie selon les pays entre 1 % (Sierra Léone) et 20 % (Cabo Verde). En plus du Cabo Verde, seuls 3 pays ont une part de l'électricité dans la consommation finale d'énergie supérieure à 10 % ; il s'agit du Ghana (18 %), du Sénégal (13 %) et du Mali (12 %).

[6] Les graphiques en camembert (pie chart) représentent les parts relatives de la consommation finale des différentes formes d'énergie par pays

La consommation finale d'énergie de la CEDEAO est passée de 77 618 ktep en 2010 à 122 600 ktep en 2021 ; elle a donc connu une augmentation moyenne de 4,2 % par an. Le secteur résidentiel reste, depuis 2010, le principal secteur de consommation d'énergie. Avec une consommation qui est passée de 49 673 ktep en 2010 à 74 960 ktep en 2021, le secteur résidentiel est celui qui a connu l'accroissement le moins important sur la période 2010-2021. La progression la plus importante au cours de cette période concerne le secteur des commerces et services. En effet, la consommation finale du secteur des commerces et services de 2021 est 2,4 fois plus importante que celle de 2010.

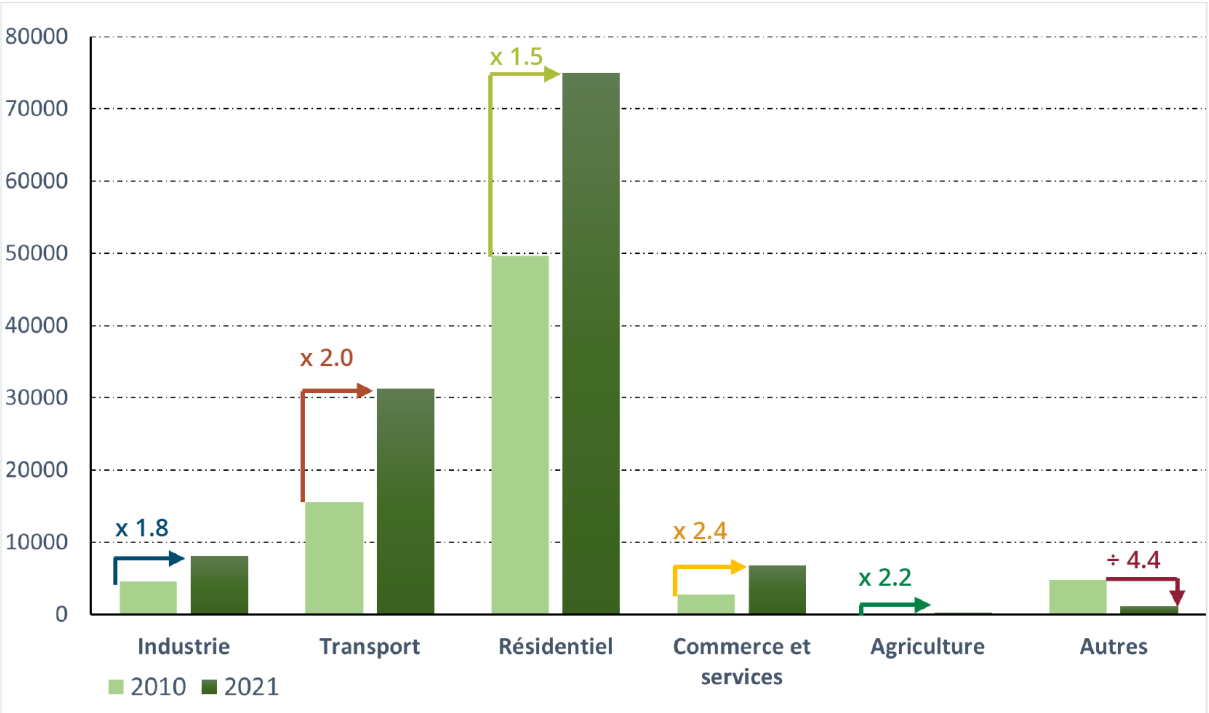

Figure 24 : Progression des consommations finales d'énergie par secteur d'activité dans l'espace CEDEAO, 2010 et 2021

Entre 2010 et 2021, la consommation du secteur transport a doublé en passant de 15 601 ktep à 31 240 ktep. Le secteur agricole, malgré sa faible contribution à la consommation finale d'énergie (0,2 %), est le deuxième secteur d'activité dont la consommation a progressé le plus entre 2010 et 2021. En effet, la consommation d'énergie du secteur agricole en 2021 (281 ktep) est 2,2 fois plus importante que celle de 2010 (129 ktep). En valeurs absolues la consommation finale de l'agriculture reste très faible par rapport au standards internationaux. Ceci est dû au mode de production de l'agriculture encore faiblement mécanisée et utilisant peu d'intrants énergétiques notamment pour l'irrigation

Pour ce qui est de la consommation d'énergie des secteurs non spécifiés (Autres), le niveau de consommation a été divisé par 4 entre 2010 et 2021. Ceci dénote de l'amélioration de la collecte des données en ce sens que les secteurs de consommation d'énergie sont plus précis.

Entre 2010 et 2021, la consommation finale d'électricité de la CEDEAO a augmenté en moyenne de 5 % par an. Elle est passée de 62 TWh à 106 TWh. En 2021, la consommation annuelle moyenne d'électricité par habitant dans la CEDEAO était de **267 kWh**. Ce niveau est bien en dessous des niveaux de consommation des pays comme l'Afrique du Sud (3 516 kWh/hab/an), le Gabon (1 071 kWh/hab/an) ou le Maroc (971 kWh/hab/an).

Avec 47 % de la consommation finale d'électricité en 2021, le secteur résidentiel est le principal secteur de consommation d'électricité. Deuxième secteur de consommation d'électricité de la région avec 33 % d'électricité consommée, le secteur industriel est celui qui a connu la consommation d'électricité la plus importante (12 % de croissance moyenne annuelle). Ceci est un paramètre important du progrès industriel dans la région.

Du point de vue des pays, le secteur résidentiel reste, dans la plupart des pays, le principal secteur de consommation d'électricité. On note néanmoins qu'au Bénin et au Burkina Faso, les principaux secteurs de consommation d'électricité sont respectivement le secteur des commerces et services et le secteur Industriel.

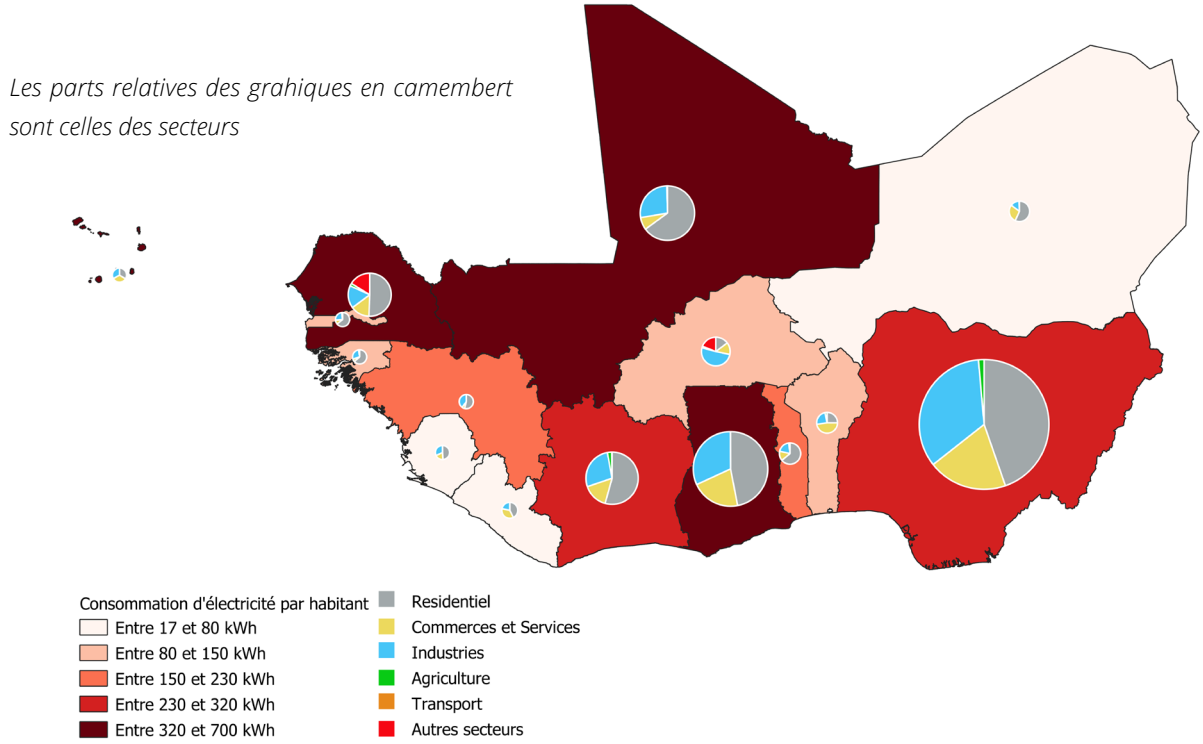

Figure 25 : Cartographie des consommations d'électricité par habitant des Etats membres de la CEDEAO en 2021(kWh/hab)

Entre 2010 et 2021, la consommation de combustibles ligneux (bois de feu, résidus de bois, déchets agricoles et charbon de bois) a augmenté en moyenne de 3,4 % par an alors que la consommation de GPL a augmenté de 16 % en moyenne par an. Ces statistiques doivent cependant être affinées. En effet une forte progression des GPL devrait se traduire par un recul ou une stagnation de la consommation de bois de feu et de charbon de bois dans la mesure où ces produits sont utilisés pour le même usage qui est la cuisson. Ceci peut s'expliquer par la méthodologie de calcul des consommations finales de bois et charbon qui repose sur les consommations spécifiques par habitant. Ces consommations spécifiques sont issues généralement d'enquêtes réalisées il y a plusieurs années et ne reflètent pas la dynamique des consommations finales du secteur résidentiel. **Une actualisation des données de consommation spécifiques des combustibles s'avère donc nécessaire afin d'affiner la statistique du secteur résidentiel dont l'impact sur les systèmes énergétiques et la déforestation est considérable.**

Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), l'Afrique présente le taux annuel net le plus élevé de recul de la forêt entre 2010–2020, avec 3,9 millions d'hectares[7]. Avec une estimation de 184,6 mètres cubes par hectare de bois sur pied des forêts d'Afrique de l'Ouest et du Centre (FAO[8]), la consommation de combustibles ligneux entre 2010 et 2021 dans la CEDEAO a impliqué une **déforestation, couvrant 4 % de la superficie de la région** soit 21, 4 millions d'hectares de forêts.

En 2021 le bois de chauffe représentait, du point de vue massique, 93 % de la consommation finale de combustibles ligneux de la région, consommé en milieu rural.

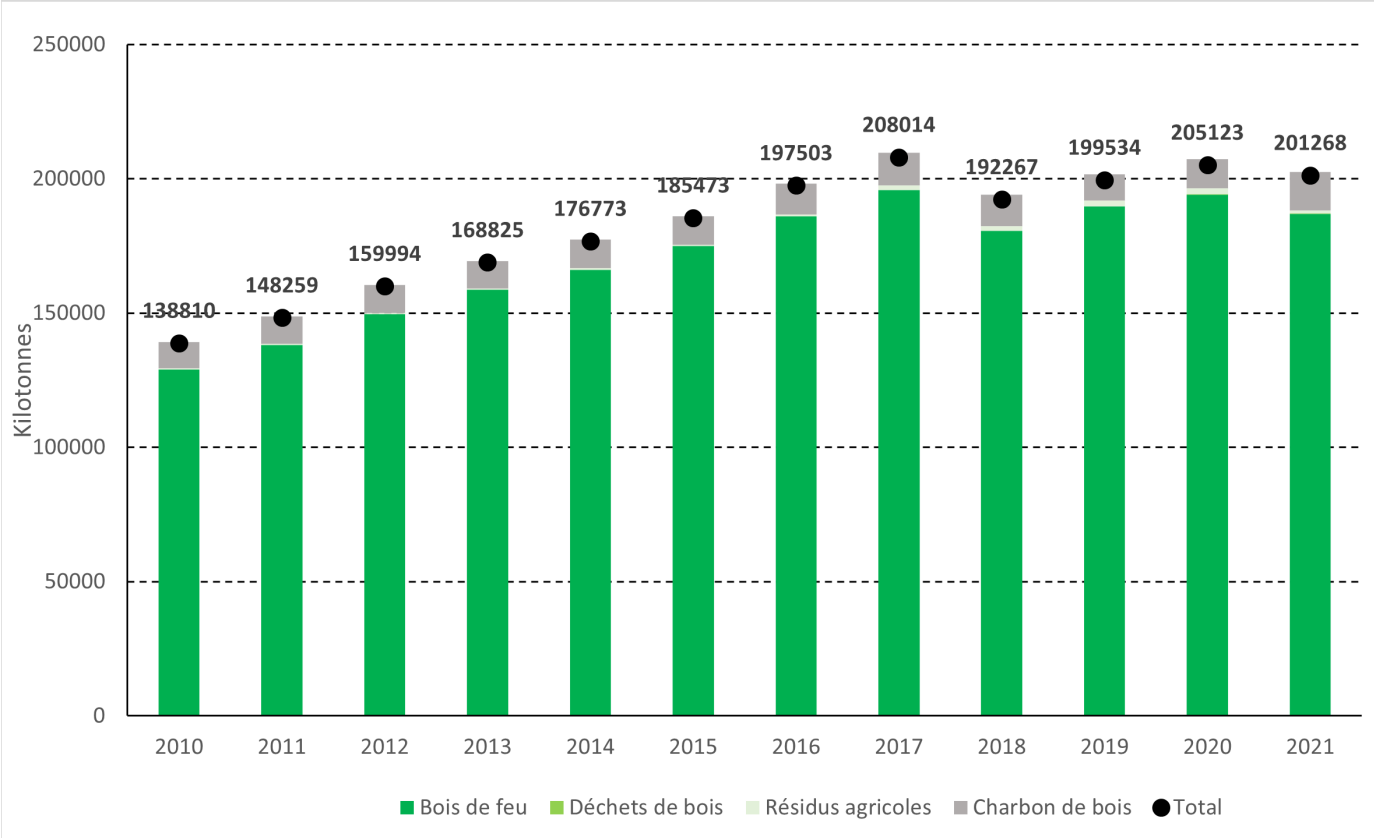

Figure 26 : Evolution de la consommation finale de combustible ligneux de l'espace CEDEAO, 2010-2021

En 2021, la consommation moyenne journalière d'un habitant de la CEDEAO était de **1,3 kg de bois de feu** et **0,1 kg de charbon de bois.** Selon les Etats membres, cette consommation varie entre 0,33 kg (Libéria) et 1,79 kg (Sierra Léone) pour le bois de feu et entre 0,01 kg (Cabo Verde) et 0,44 kg (Libéria). La consommation extrêmement faible de Cabo Verde s'explique par un couvert forestier très limité dans ce pays et un pouvoir d'achat relativement plus élevé permettant un meilleur accès aux formes d'énergie propre.

[7] https://www.fao.org/forest-resources-assessment/2020/fr/

[8] Évaluation des ressources forestières mondiales, 2020, Page 49

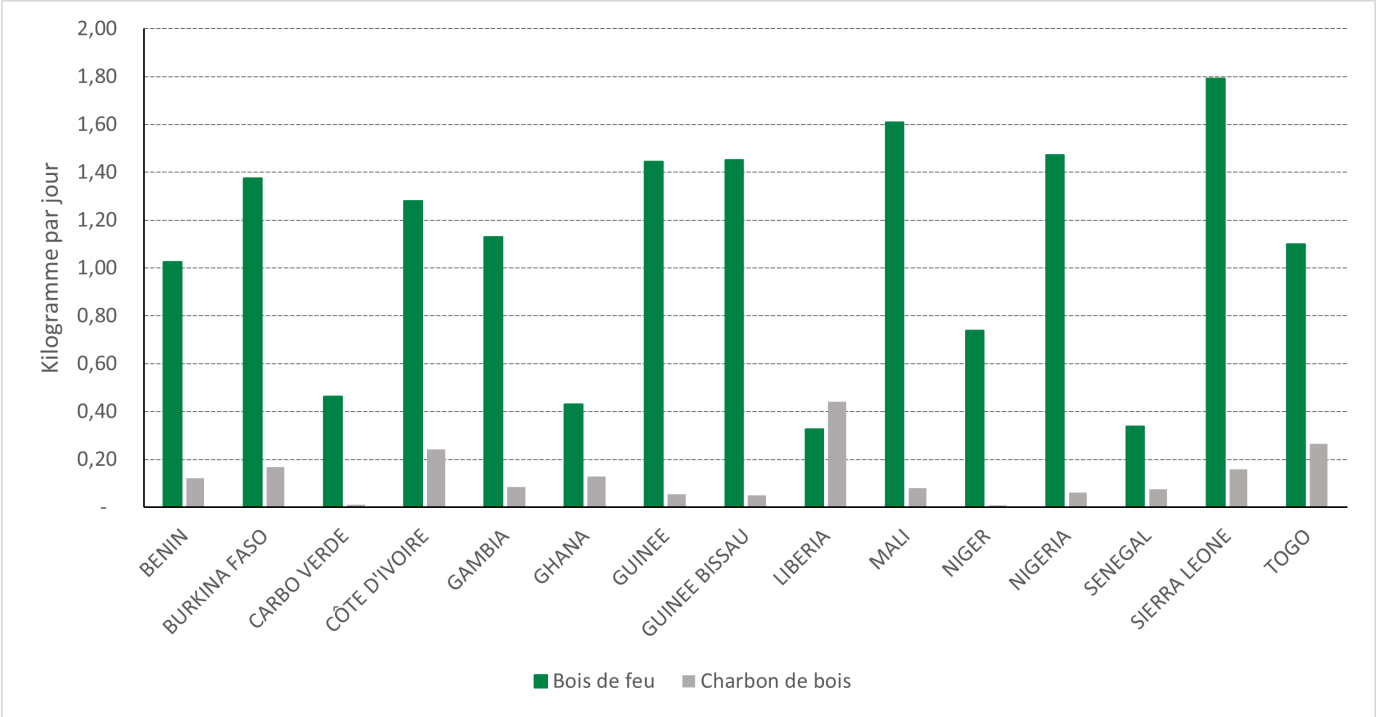

Figure 27 : Consommation moyenne journalière de bois de feu et de charbon de bois suivant les Etats membres de la CEDEAO, 2021

Indicateurs de développement durable

En Afrique de l'Ouest, l'objectif de développement durable qui vise à **Garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable, à l'horizon 2030** est encore loin d'être atteint.

Accès à l'électricité

Entre 2010 et 2021, l'accès à l'électricité a connu un taux de croissance moyen annuel de 2,9 %. Le pourcentage des ménages ayant accès à l'électricité est passé de 41 % en 2010 à 56 % en 2021. **Si cette tendance est maintenue, seulement 75 % des ménages auront accès à l'électricité en 2030** et ce n'est que 10 ans après que la région pourrait atteindre un accès universel à l'électricité. Ces statistiques agrégées ne traduisent cependant pas les disparités entre pays et entre zones rurales et urbaines .

Ainsi les Etats membres, qui pourraient atteindre l'objectif de l'accès universel en 2030 sont : le Cabo Verde (91 % en 2021), la Côte d'Ivoire (85 % en 2021), le Ghana (84 % en 2021) et le Sénégal (76 % en 2021).

Même si le Niger est parmi les pays de la région ayant un taux d'accès des ménages à l'électricité les plus faibles, c'est le deuxième pays de la région dont le taux d'accès a connu la plus forte progression (7 % par an en moyenne). Le premier pays étant le Togo avec une augmentation moyenne annuelle de l'accès des ménages à l'électricité de 10 %.

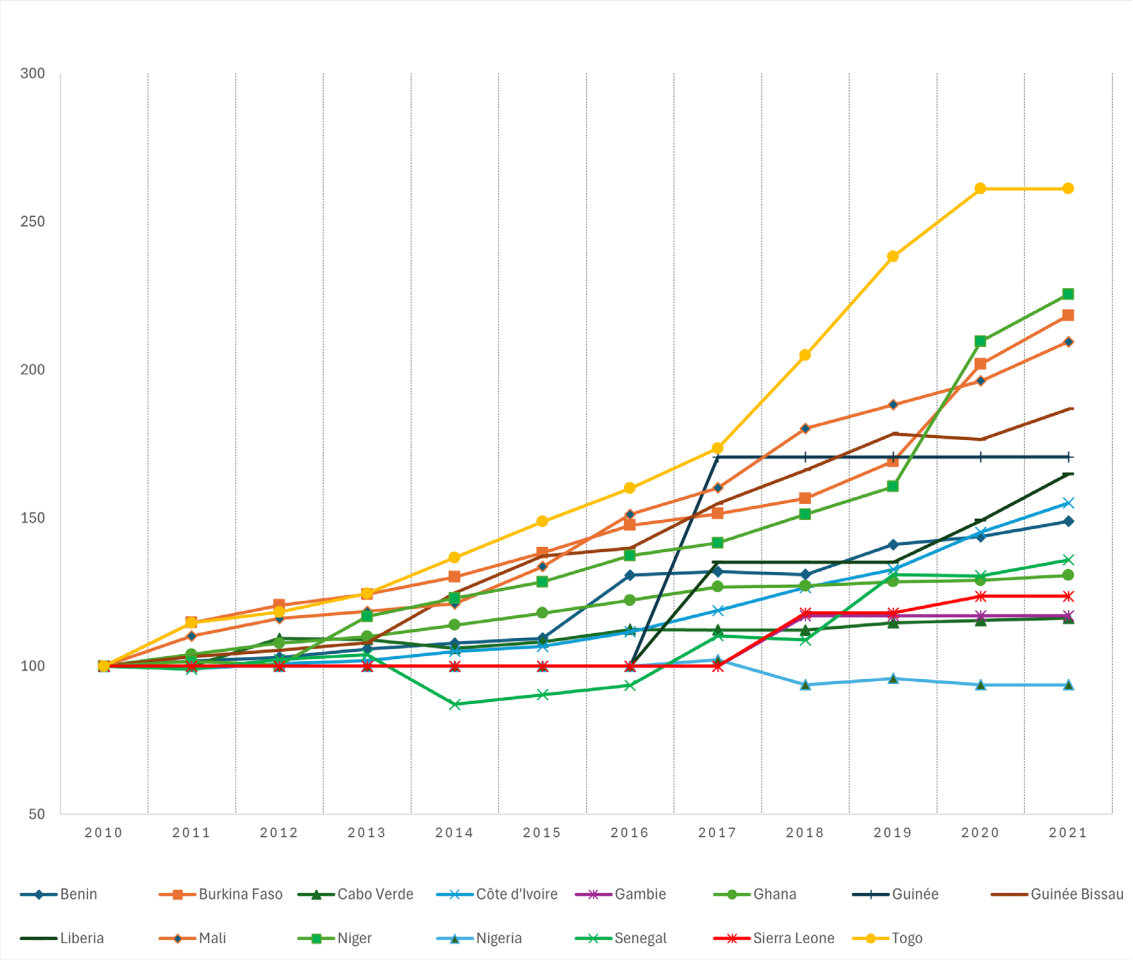

Figure 28 : Evolution en base 100 (2010) de l'accès des ménages à l'électricité des Etats membres de la CEDEAO, 2010 - 2021

Moyens de cuisson propres

L'utilisation de moyens de cuisson propres dans l'espace CEDEAO reste encore très faible. En effet, en 2021, les combustibles ligneux représentaient jusqu'à 90 % de la consommation finale d'énergie du secteur résidentiel de l'espace CEDEAO avec 78 % pour le bois énergie et 12 % pour le charbon de bois. Les chiffres les plus récents donnent une utilisation du GPL pour la cuisson évaluée à 14 % des ménages (2017). Du point de vue des Etats membres, la donnée varie entre 1 % (Guinée et Sierra Leone) et 78 % Cabo Verde. Dans de nombreux pays, ce pourcentage est issu des résultats d'enquêtes très anciennes[9] et qui pourrait être différent de la réalité actuelle.

A l'exception de la Gambie et du Niger qui ont des pourcentages d'utilisation du GPL encore faibles, pour tous les pays qui ont effectué une enquête récente (2018-2020), le pourcentage des ménages utilisant le GPL est relativement important.

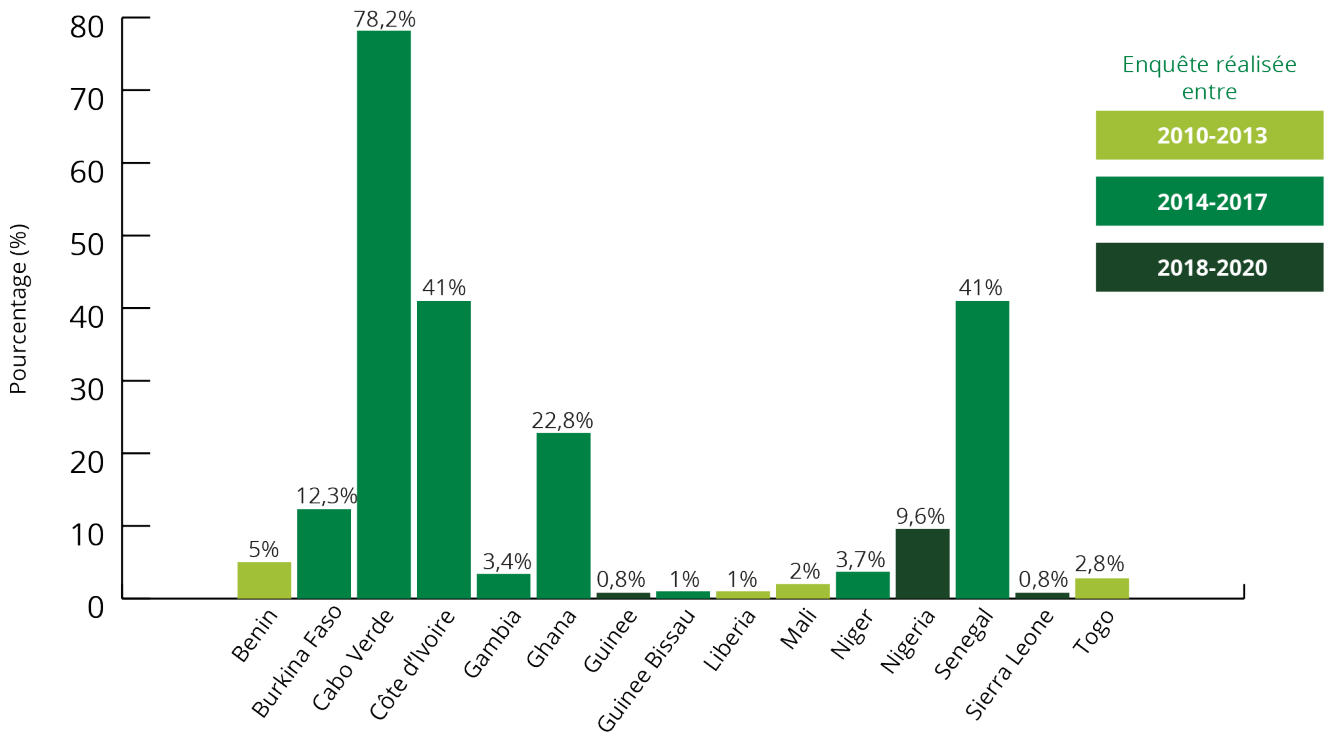

Figure 29 : Pourcentage des ménages utilisant le GPL pour la cuisson des Etats membres de la CEDEAO, 2021

[9] Le pourcentage des ménages utilisant le GPL au Liberia et au Togo est issu d'enquêtes réalisées en 2010.

Energies renouvelables

Du fait de la contribution importante de la biomasse dans la consommation d'énergie de la CEDEAO, les énergies renouvelables dominent la consommation d'énergie de la région. En effet, en 2021, la part des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique de la CEDEAO était de 60,5 %. Cette proportion n'a quasiment pas changé depuis 2010 où elle était de 60,3 %. En ce qui concerne les Etats membres, le pourcentage des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique varie entre 20 % (Cabo Verde) et 86 % (Liberia). Cette statistique agrégée apparemment favorable ne reflète pas la structure des formes d'énergie constitutives du bouquet ou du mix énergétique.

En effet, si l'on exclu la biomasse énergie, la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique de la CEDEAO passera de 60,5 % à 3 %.

Entre 2010 et 2021, malgré les progrès significatifs de production d'électricité à partir de sources renouvelables notamment solaires et éoliennes (50 % d'augmentation moyenne par an), la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité de la région est malheureusement passée de 24 % à 19 %. Ceci s'explique par le fait que la part relativement faible de l'éolienne et de l'énergie solaire photovoltaïque dans le mix de production d'électricité, mais aussi par le fait que la production d'électricité à partir de sources non renouvelables a également progressé sur la période.

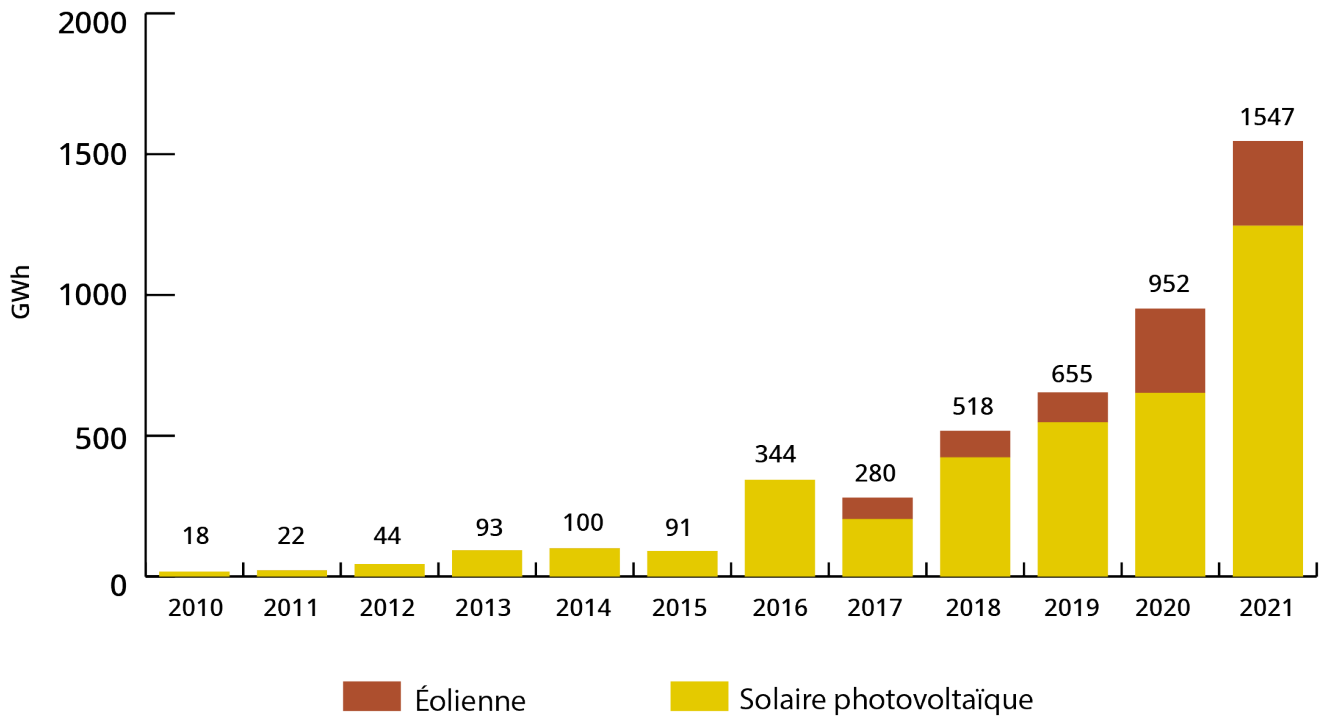

Figure 30 : Evolution de la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables (hors hydroélectricité) de la CEDEAO,2010 - 2021

Efficacité énergétique

A l'échelle de la CEDEAO, l'intensité énergétique[10] s'est améliorée entre 2010 et 2021 de 3,9 % (0,36 % par an). L'amélioration la plus importante a été observée entre 2017 et 2018 où l'intensité énergétique s'est améliorée de 10,7 %. Depuis lors, on note une stagnation entre 2018 et 2021.

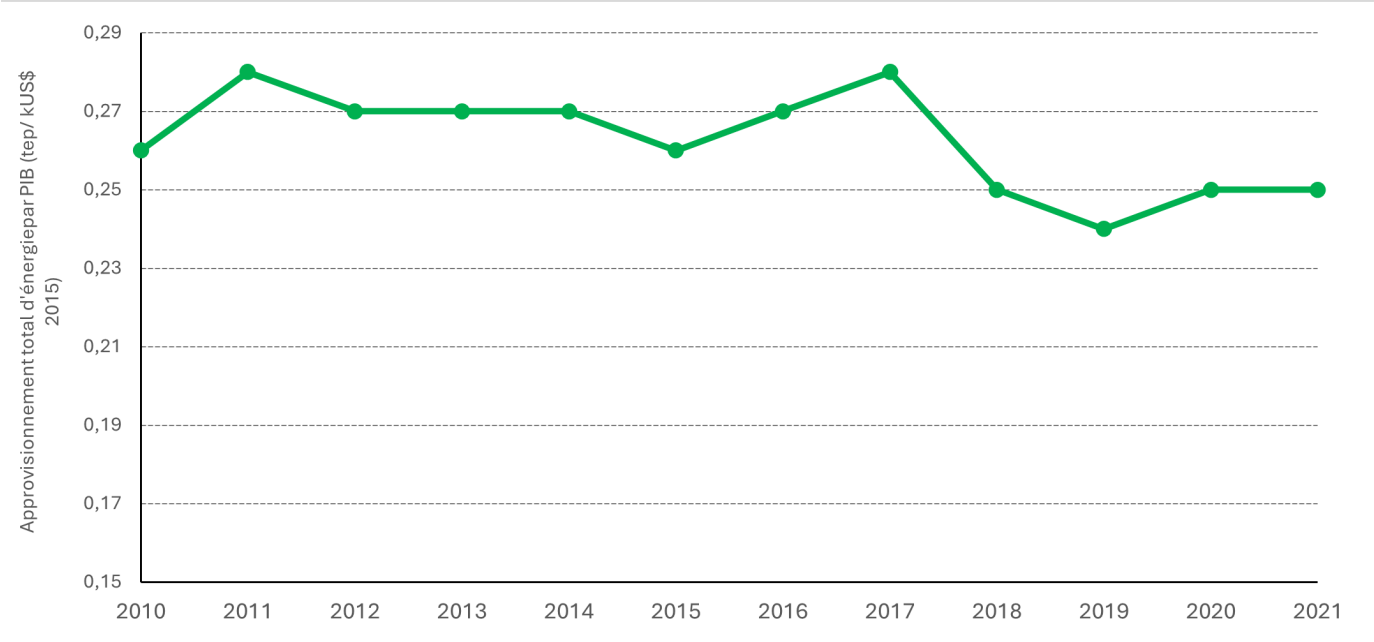

Figure 31 : Evolution de l'intensité énergétique de la CEDEAO,2010 - 2021

Suivant les Etats membres, à l'exception du Cabo Verde, du Ghana, du Nigéria et de la Sierra Leone, tous ont connu une amélioration de l'intensité énergétique. Les statistiques relatives à l'intensité énergétique restent indicatives compte tenu des incertitudes des paramètres de calcul notamment le produit intérieur brut et le poids de la biomasse. Par ailleurs, le calcul de l'intensité énergétique par branche permettrait de mieux comprendre l'effet

Le Togo est le pays de la région qui a connu l'amélioration de l'intensité énergétique la plus élevée avec une amélioration de 87,9 % entre 2010 et 2021 (8 % par an). **Il est important de noter que le poids de la biomasse énergie dans le mix énergétique contribue fortement aux améliorations de l'intensité énergétique.**

[10] L'intensité énergétique est un indicateur important de la consommation primaire d'énergie par l'activité économique. Il présente la quantité d'énergie nécessaire à la production d'une unité de PIB. Une intensité énergétique peu élevée signifie une meilleure efficacité énergétique et une meilleure utilisation de cette énergie pour la production d'une unité de produit intérieur brut.

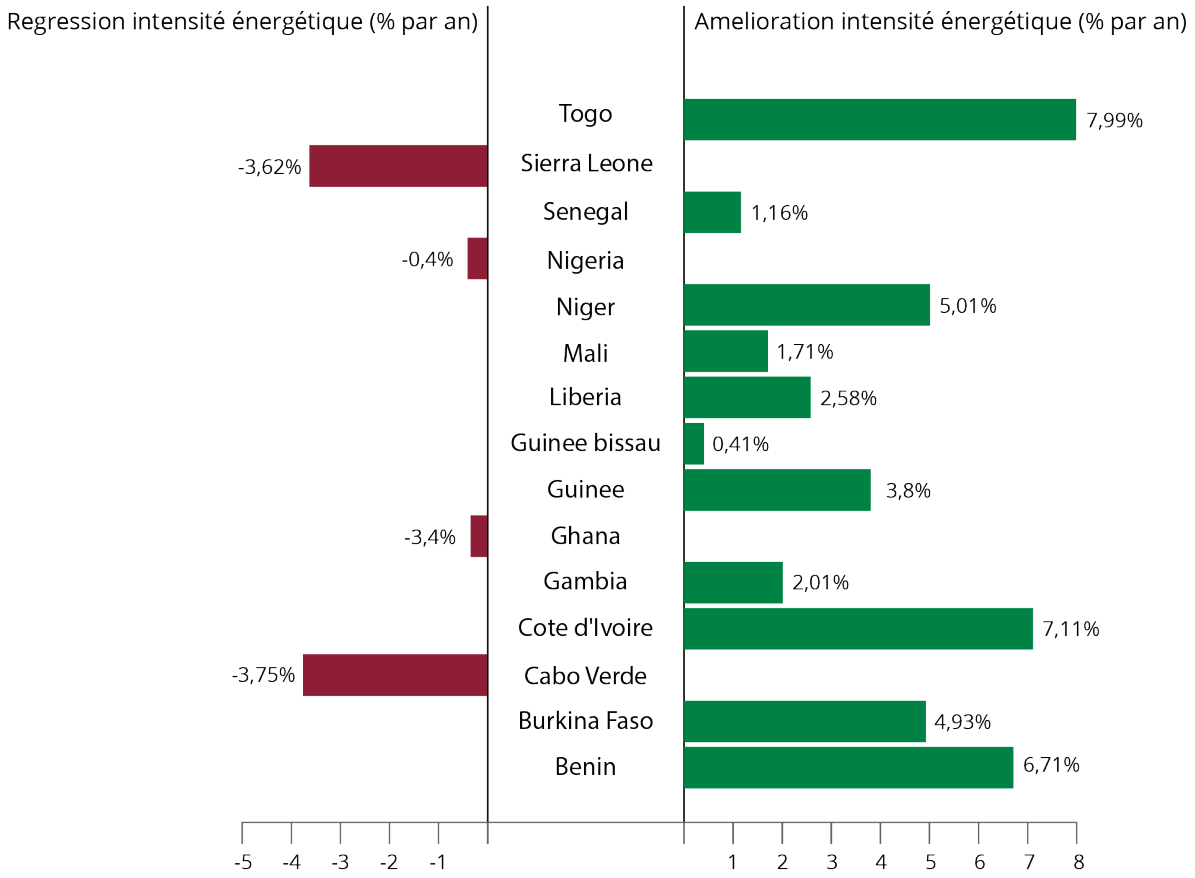

Figure 32 : Amélioration de l'intensité énergétique des Etats Membres de la CEDEAO, 2010 - 2021

Puissance installée du parc d'énergie renouvelable

Entre 2015 et 2021, 880 MW de capacité de production par des sources renouvelables ont été installées dans l'espace CEDEAO soit en moyenne de 147 MW par an. Ces nouvelles capacités résultent de la mise en service de 305 MW de centrales solaires PV. Le Sénégal, avec 47 % de la puissance solaire photovoltaïque de la région à fortement contribué au développement de l'énergie solaire dans la région.

Les capacités hydroélectriques sont les principales puissances du parc d'énergie renouvelable de la CEDEAO ; en 2021, elles représentaient 91 % du parc d'énergie renouvelable de la région. Depuis 2015, le parc hydroélectrique de la région a augmenté de 450 MW.

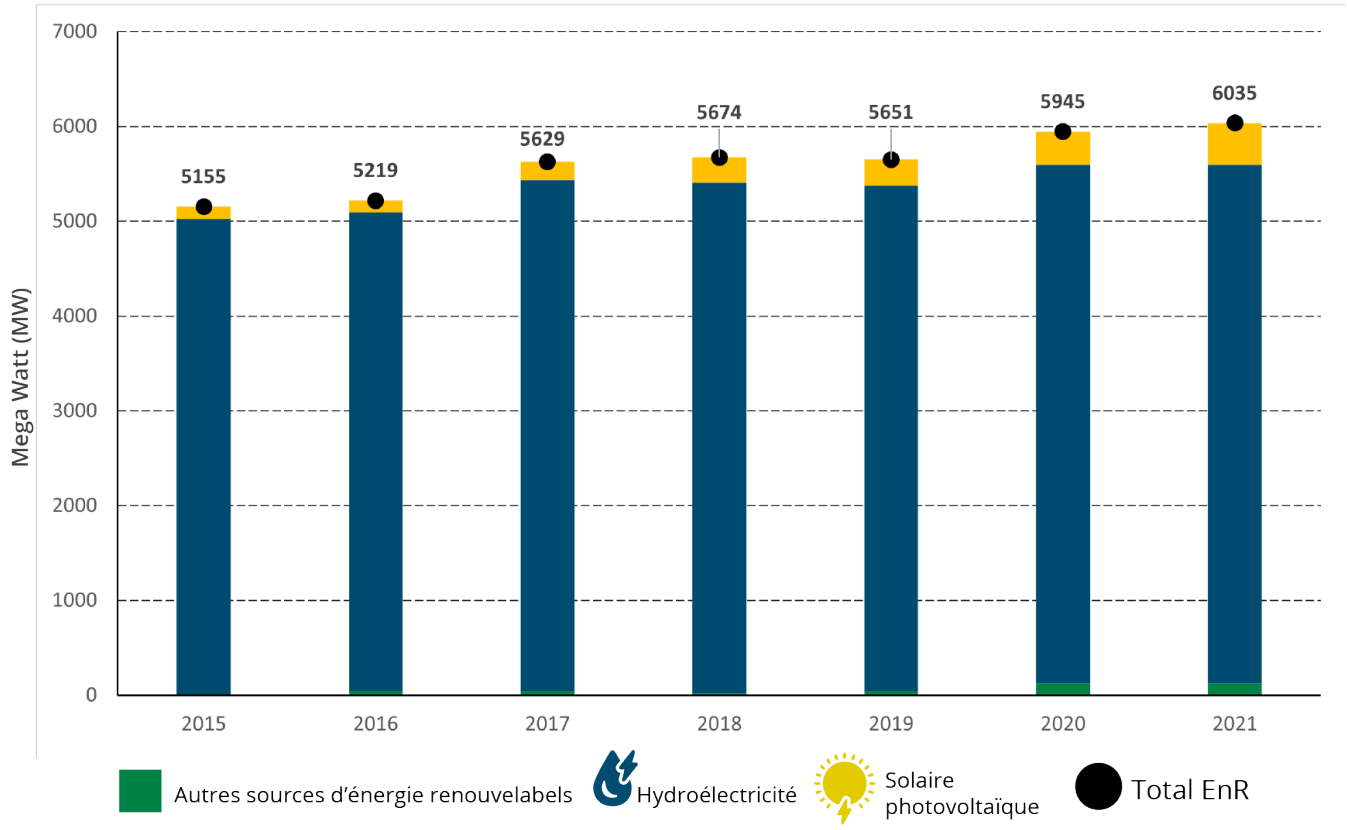

Figure 33 : Evolution du parc d'énergie renouvelable de la CEDEAO, 2015 - 2021

Diagrammes des flux énergétiques

Le diagramme des flux énergétiques est une représentation graphique des flux d'énergie dans le pays ou la région. Il présente, selon le type de graphique, les formes d'énergie utilisées dans le pays et leur importance suivant l'épaisseur du flux. On peut également y identifier les principaux secteurs de production ou d'utilisation de l'énergie.

Les différents flux d'énergie présentés ci-dessous sont des représentations graphiques des bilans énergétiques des Etats membres de la CEDEAO en 2021. On peut y lire les flux d'énergie depuis la production et les importations jusqu'aux consommations d'énergie en passant par les processus de transformation.

Cette représentation, en plus de nous donner un aperçu rapide des principaux secteurs et formes d'énergie dans la région, nous permet également d'identifier l'importance des déséquilibres des processus de même que le niveau des pertes d'énergie.

Les résultats des analyses des diagrammes énergétiques (présentés en Annexe 1) des Etats membres de la CEDEAO décrit ci-dessous nous donnent pour chaque pays un bref résumé du paysage énergétique des Etats en 2021, ainsi que celui de la région.

BENIN

Le système énergétique du Bénin est marqué par une forte production de biomasse énergie et une forte consommation de produits pétroliers entièrement importés. Le secteur résidentiel et le secteur des transports sont les principaux secteurs de consommation d'énergie. Le gaz naturel, principale source de production d'électricité, est importé de même que le charbon minéral utilisé dans le secteur industriel qui est le quatrième secteur de consommation d'énergie.

BURKINA FASO

Au Burkina Faso, le système énergétique est largement dominé par la biomasse énergie produite localement et qui est principalement utilisée dans le secteur résidentiel et celui des services, mais également dans une moindre mesure, au niveau des autoproducteurs pour produire de l'électricité. Les produits pétroliers entièrement importés sont largement utilisés par le secteur des transports. Le secteur industriel est le premier secteur de consommation d'électricité.

CAPO VERDE

Le système énergétique du Cabo Verde est largement dominé par les produits pétroliers qui sont entièrement importés. Ils sont principalement utilisés par le secteur transport et par l'industrie énergétique de production d'électricité où les pertes de transformation sont importantes. L'électricité produite localement, est utilisé dans quasiment tous les secteurs d'activité. L'utilisation de la biomasse énergie est faible à l'échelle du pays mais la biomasse énergie est la principale source d'énergie du secteur résidentiel.

CÔTE D'IVOIRE

En Côte d'Ivoire, le système énergétique est dominé par la biomasse énergie et le pétrole brut principalement importé. La biomasse énergie est la principale source d'énergie du secteur résidentiel. Les produits pétroliers, utilisés principalement par le secteur des transports et dans une moindre mesure par les ménages, sont produits en majeure partie par les raffineries du pays. La production d'électricité se fait principalement par les centrales publiques qui utilisent en grande partie le gaz naturel, mais également l'hydroélectricité.

GAMBIE

Comme dans la plupart des pays de la région, le système énergétique de la Gambie est dominé par la biomasse énergie. Les produits pétroliers entièrement importés sont utilisés principalement dans les secteurs des transports et de l'industrie, mais aussi pour la production d'électricité. L'électricité est principalement consommée dans les ménages et dans les commerces et services.

GHANA

Le paysage énergétique du Ghana est marqué par une forte production de pétrole brut exporté en grande partie. Les produits pétroliers importés en grande majorité sont utilisés notamment dans le secteur des transports qui est le premier secteur de consommation d'énergie du pays. Le gaz naturel est la principale source de production d'électricité, mais il est également utilisé dans le secteur industriel. Même si la biomasse énergie reste la première source d'énergie des ménages, l'électricité occupe une place importante dans leur consommation.

GUINEE

Le système énergétique est dominé par la biomasse énergie qui est entièrement utilisé par le secteur résidentiel. Les produits pétroliers entièrement importés sont principalement utilisés dans l'industrie et les transports. Il est important de noter qu'un gap existe entre les importations et les usages, ce qui représente un niveau d'amélioration des statistiques du pays. La production d'électricité, elle aussi, présente un gap entre les quantités d'énergie qui entrent et qui sortent du processus de transformation.

GUINEE BISSAU

En Guinée Bissau, le système énergétique est dominé par la biomasse énergie qui est utilisé principalement dans les secteurs résidentiel et industriel. Les produits pétroliers entièrement importés sont principalement utilisés dans le secteur des transports et pour la production d'électricité. L'électricité utilisé principalement dans les ménages et les services présente un gap entre la production et la consommation.

LIBERIA

Le système énergétique du Liberia montre la prédominance de l'utilisation de la biomasse énergie qui est principalement transformée en charbon de bois. Le charbon de bois est la principale forme d'énergie consommée dans le pays et notamment par les ménages. Les quantités d'énergie utilisées comme intrants du processus de production d'électricité des autoproducteurs font défaut et doivent davantage être collectées.

MALI

Au Mali, le système énergétique est dominé par la biomasse énergie. Produite localement, elle est la principale forme d'énergie utilisée dans le secteur résidentiel. L'électricité mise à la disposition des consommateurs est principalement produite localement à partir des produits pétroliers, de l'hydroélectricité, de l'énergie solaire photovoltaïque et de la biomasse énergie. Les produits pétroliers, entièrement importés sont principalement utilisés dans le secteur des transports.

NIGER

Le Niger est le seul pays de la région où la carbonisation de la biomasse et notamment du bois de feu n'est pas autorisée. Le système énergétique du pays reste néanmoins dominé par la biomasse énergie, qui est la principale source d'énergie des ménages. Les produits pétroliers utilisés dans le pays proviennent majoritairement du raffinage local du pétrole brut produit dans le pays. Une bonne partie de la production de produits pétroliers est exportée et le reste, utilisé pour les transports, dans l'industrie, le commerce et les ménages.

SENEGAL

Le système énergétique du Sénégal est marqué par une diversité des formes d'énergie. La production d'électricité dans le pays se fait à partir de la biomasse énergie, du charbon minéral, du gaz naturel, du solaire photovoltaïque, de l'éolienne et de produits pétroliers. Le tiers des produits pétroliers utilisés dans le pays sont produits localement à partir du pétrole brut importé. La biomasse énergie est la principale source de consommation d'énergie du secteur résidentiel, mais l'électricité et les produits pétroliers ont une part significative.

SIERRA LEONE

En Sierra Léone, le paysage énergétique est dominé par la biomasse énergie produite localement et qui est la principale source d'énergie des ménages, bien loin devant l'électricité et les produits pétroliers. Les produits pétroliers entièrement importés sont utilisés principalement dans le secteur industriel et celui des transports. L'électricité, entièrement produite localement et notamment à partir de barrages hydroélectriques, présente un gap entre les quantités entrantes et sortantes du processus de production.

TOGO

Le système énergétique du Togo est marqué par la forte utilisation de la biomasse énergie et des pertes de carbonisation importantes. Le charbon de bois issu du processus de carbonisation est le deuxième produit énergétique le plus consommé dans le pays. Les produits pétroliers entièrement importés sont largement utilisé par le secteur des transports et très peu dans le secteur résidentiel. Une part importante de l'électricité consommé dans le pays est importé et le reste produit principalement avec le gaz naturel.

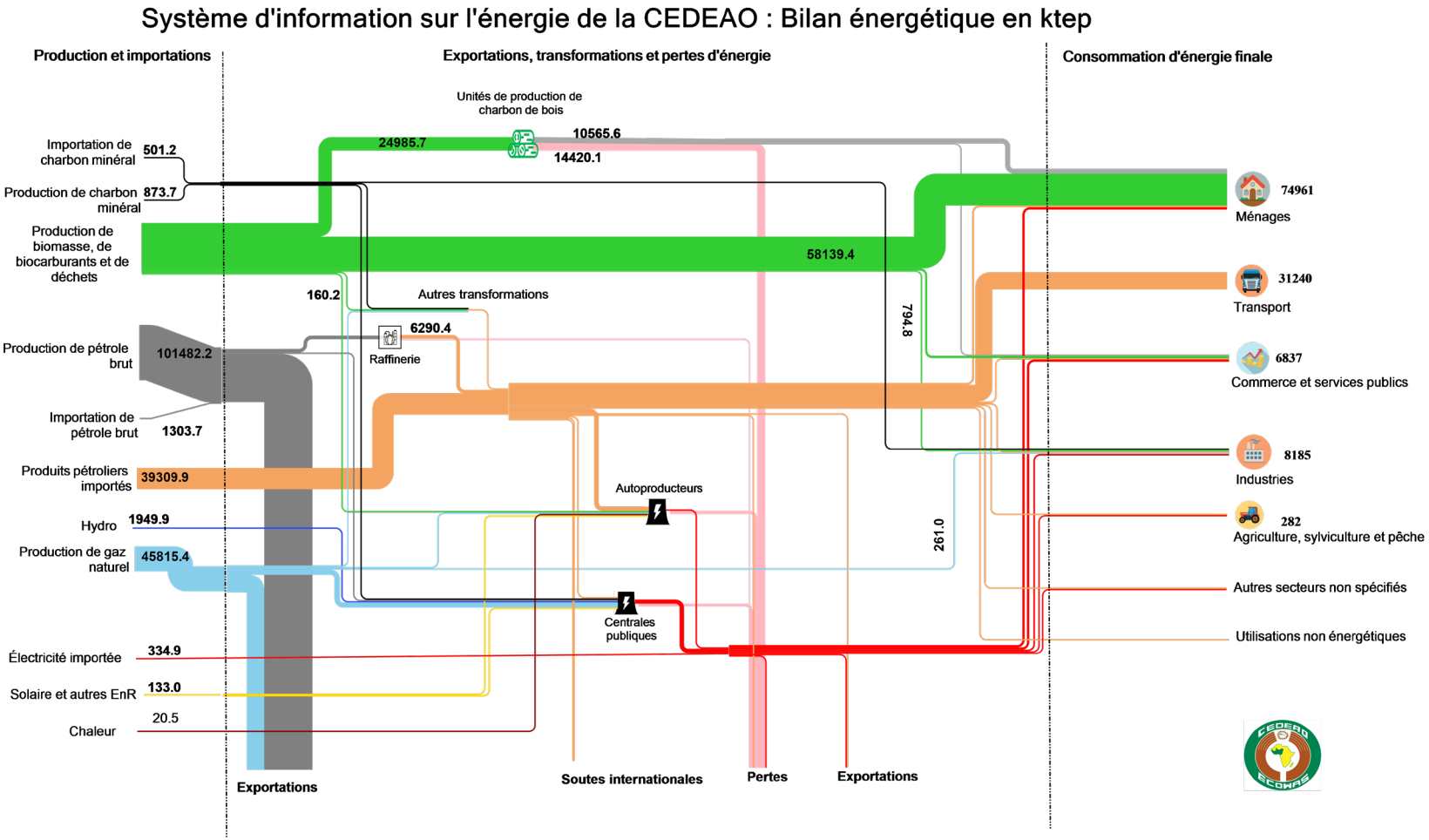

Figure 34: Flux du bilan énergétique de la CEDEAO en ktep, 2021

CEDEAO

La région a un mix énergétique assez varié qui est dominé par le pétrole brut, la biomasse énergie et le gaz naturel. Le secteur résidentiel est le principal secteur de consommation d'énergie et il consomme principalement la biomasse énergie. Des gaps non négligeables s'observent sur les produits pétroliers et l'électricité.

2 SOUS-SYSTEME BIOMASSE ENERGIE ET ACCESS AUX FORMES D'ENERGIE EFFICACES ET PROPRES

Introduction et approche

La biomasse reste une source d'énergie majeure pour la plupart des pays de la CEDEAO. Selon la Politique actualisée de l'énergie de la CEDEAO adoptée en 2023, environ 62,6 % de la consommation totale d'énergie finale dans la région de la CEDEAO en 2019 provenait du bois et du charbon de bois. Dans huit des quinze pays de la CEDEAO, la part de la biomasse dans la consommation finale d'énergie dépasse 70 %. Plus de 90 % du bois consommé dans la région provient des communautés rurales, ce qui montre une grande disparité dans les sources de consommation d'énergie pour les communautés rurales et urbaines. Ceci, couplé à la faible efficacité de la chaîne de valeur de la biomasse, est inquiétant.

En conséquence, la politique de l'énergie actualisée de la CEDEAO promeut une « transformation du secteur de l'énergie vers une énergie moderne et propre (passage des combustibles ligneux aux énergies renouvelables, au gaz naturel et à d'autres combustibles gazeux), ainsi qu'une amélioration significative de l'efficacité énergétique ». L'objectif stratégique n° 6 de la politique "**Accroître l'accès de la population aux énergies modernes pour la cuisson**" commande aux Etats membres de fixer des objectifs ambitieux en matière d'accès à une énergie propre pour la cuisson et pour la substitution de l'énergie de la biomasse solide, afin de freiner la déforestation et le changement climatique et de préserver la santé des populations de la région, en particulier les enfants et les femmes.

Ce chapitre explore les différentes formes de biomasse énergie, les quantités et les niveaux d'utilisation afin d'assurer un approvisionnement énergétique durable et respectueux de l'environnement pour la cuisson et d'autres applications, en particulier pour les activités génératrices de revenus dans l'espace CEDEAO. Les facteurs contribuant à l'utilisation des types d'énergie actuels sont analysés. L'accent est mis sur l'établissement des disparités entre les formes d'énergie disponible, les quantités et les niveaux d'utilisation dans les différentes sections de l'économie des États membres. Des données pertinentes ont été recueillies auprès de diverses institutions gouvernementales et régionales, de publications scientifiques et de statistiques énergétiques de la CEDEAO sur la disponibilité, les quantités et la consommation de combustibles issus de la biomasse. Des études de cas intéressantes spécifiques à chaque pays sont présentées afin de comprendre les approches permettant de mettre en œuvre avec succès les systèmes énergétiques issus de la biomasse, de tirer des enseignements pour la mise en œuvre des politiques et de tracer la voie à suivre pour le développement de l'énergie durable de la biomasse dans l'espace CEDEAO. Ce chapitre se termine par un bref examen des questions clés qui doivent être abordées pour permettre aux Etats membres de la CEDEAO de passer à un système énergétique de biomasse plus durable, y compris l'application de combustibles issus de la biomasse pour les transports et le secteur productif.

Aperçu de la disponibilité et de l'utilisation de la biomasse énergie dans les zones rurales et urbaines

L'espace CEDEAO dispose d'importantes ressources en biomasse qui fournissent de l'énergie pour la cuisson et d'autres applications. En 2021, la biomasse énergie a contribué à hauteur de 58,1 % à la consommation totale d'énergie finale (CTEF) de la région. En général, peu de changements se sont produits au fil des ans, comme le montre la figure 35. La part de la biomasse dans le CTEF n'a que légèrement diminué de 2010 à 2021, passant de 65 % à 58 %. La consommation absolue a toutefois augmenté, passant de 51 000 ktep en 2010 à 82 000 ktep en 2021, en ligne avec les indicateurs de population et d'autres indicateurs de croissance. Il existe des différences notables dans la disponibilité et les modèles d'utilisation de la biomasse entre les zones rurales et urbaines des Etats de la CEDEAO.

Par exemple, le recensement de 2021 au Ghana a montré que seulement 39,0 % des ménages urbains utilisent la biomasse comme principale source de combustible pour la cuisine et 78,5 % des ménages ruraux dépendent de la biomasse (principalement le bois de chauffage et le charbon de bois) comme principale source de combustible pour cuisiner. En outre, les ménages urbains ont tendance à utiliser plus de charbon de bois que de bois de chauffage (28 % utilisent du charbon de bois contre 11 % pour le bois de chauffage), tandis que les ménages ruraux ont tendance à utiliser plus de bois de chauffage que de charbon de bois (62 % utilisent du bois de chauffage contre 16 % du charbon de bois). Cette disparité entre les zones rurales et urbaines est similaire dans l'ensemble de la sous-région de la CEDEAO (de la Sota et al., 2018).

Le tableau 2 montre la part de la biomasse dans les CTEF dans les 15 pays de la CEDEAO pour les dernières données publiées dans le Système d'information sur l'énergie de la CEDEAO. C'est au Cap-Vert, au Ghana et au Sénégal que l'utilisation de la biomasse est la plus faible (voir section 2.5). Seulement 20,5 % de la CTEF du Cap-Vert en 2019 a été fourni par la biomasse. Le Ghana en comptait 33,6% en 2022. Les raisons de la faible utilisation de la biomasse dans ces pays comprennent l'indisponibilité de la ressource en biomasse, ainsi que les politiques visant à promouvoir les carburants alternatifs. Au Cap-Vert, par exemple, le potentiel de biomasse est faible, ce qui a incité le pays à utiliser des combustibles de cuisson alternatifs. Dans le cas du Sénégal, les efforts de transition vers le GPL pour la cuisson sont en cours depuis les années 1970, en utilisant un certain nombre d'instruments politiques. Les détails du parcours du Sénégal dans le GPL sont présentés plus en détail dans la section 2.5.1. Le Ghana a également déployé des efforts considérables pour promouvoir le GPL pour la cuisson, avec une politique en place pour qu'au moins 50 % de la population utilise le GPL comme principal combustible de cuisson d'ici 2030. En revanche, le Libéria, la Sierra Leone et la Guinée-Bissau ont plus de 80 % de la CTEF qui proviennent de la biomasse. La Guinée-Bissau est le pays ayant le niveau le plus élevé, avec 85 % en 2020 (système d'information sur l'énergie de la CEDEAO, 2024).

Le faible accès à une énergie abordable et la forte dépendance à l'égard des combustibles traditionnels issus de la biomasse ont des implications sociales et économiques importantes pour la région. La combustion de ces produits énergétiques dans des espaces mal ventilés peut entraîner une pollution de l'air intérieur, ce qui pose des risques sanitaires importants mis en évidence par l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 2023). Une exposition prolongée à la pollution de l'air intérieur peut causer des maladies respiratoires et d'autres problèmes de santé, en particulier chez les femmes et les enfants qui passent plus de temps à l'intérieur et à proximité des zones de cuisson. Comme nous le verrons plus loin, ces pays s'efforcent également de passer à des combustibles modernes et propres pour la cuisson.

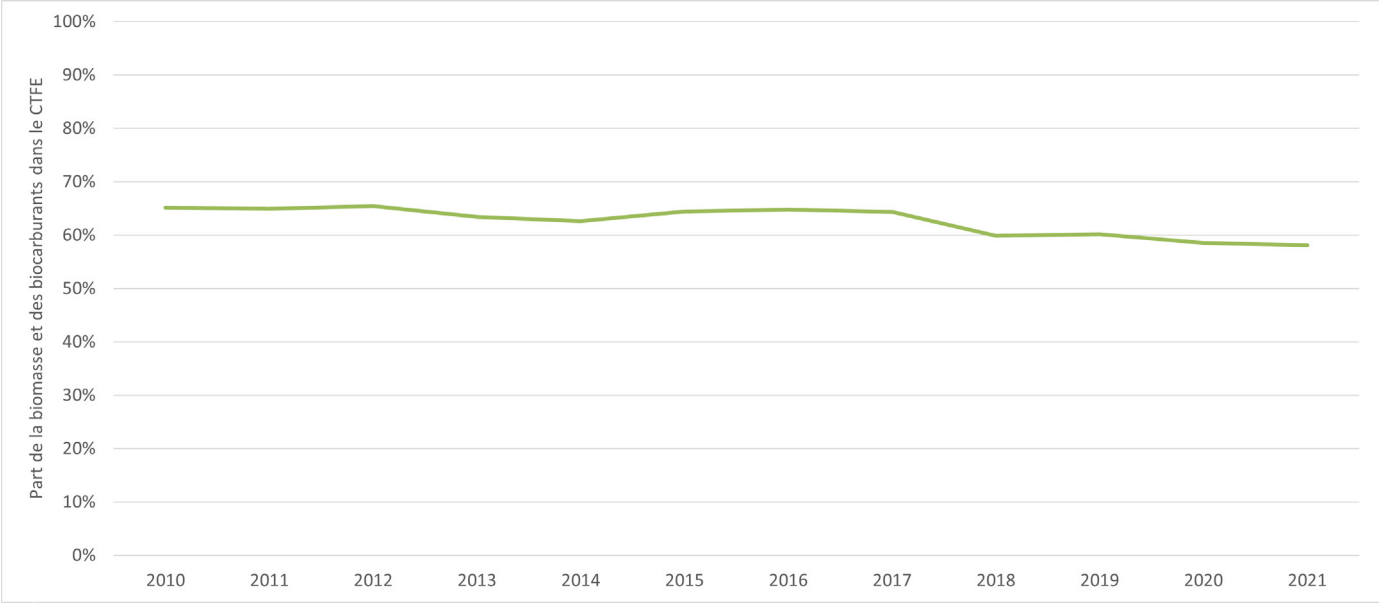

Figure 35: Part de la biomasse dans le CTFE dans la région de la CEDEAO

Tableau 2: Part de la biomasse dans le CTEF des pays de la CEDEAO

Pays	Part de la biomasse dans le CTEF
Bénin	53,5 % en 2021
Burkina Faso	73,6 % en 2020
Cap-Vert	20,5 % en 2019
Côte d'Ivoire	56,5 % en 2020
Gambie	71,2 % en 2018
Ghana	33,6 % en 2022
Guinée	73,4 % en 2018
Guinée-Bissau	85,0 % en 2020
Libéria	81,0 % en 2019
Mali	68,5 % en 2020
Niger	73,6 % en 2022
Nigéria	59,7 % en 2019
Sénégal	40,3 % en 2020
Sierra Leone	80,8 % en 2019
Togo	71,7 % en 2022

Source : Données du Système d'information sur l'énergie de la CEDEAO (2024)

Une partie importante de la population de la CEDEAO réside dans des zones rurales dont les moyens de subsistance sont étroitement liés aux ressources en biomasse (voir Figure 51 au chapitre 3). Le bois de feu et le charbon de bois provenant des forêts satisfont les besoins énergétiques de la plupart des ménages pour cuisiner dans ces zones rurales. Les forêts et les arbres en dehors des forêts sont la principale source de bois de feu et de charbon de bois. De vastes étendues de forêts communales, de terres boisées et de jachères existent dans les zones rurales, fournissant la principale base de ressources.

Les résidus agricoles constituent également une ressource essentielle en biomasse dans les zones rurales, car ils sont souvent utilisés comme combustibles domestiques complémentaires et fournissent des matières premières aux petites entreprises. Les principaux résidus agricoles utilisés dans les zones rurales comme matière première pour l'énergie de la biomasse sont les résidus de cultures céréalières, les coques de noix de coco, les coques d'arachide et la bagasse de canne à sucre. Ces résidus fournissent souvent des combustibles domestiques supplémentaires et pourraient également servir de matière première pour des technologies de bioénergie à petite échelle comme les gazéificateurs qui fournissent de l'électricité et de la force motrice.

Les ménages urbains dépendent principalement du charbon de bois et du gaz de pétrole liquéfié (GPL) comme principaux combustibles de cuisson (CEREEC, non daté) dans certains Etats de la CEDEAO tels que le Sénégal, le Ghana et le Cap-Vert. Le charbon de bois consommé dans les zones urbaines est produit principalement dans les zones rurales et périurbaines et transporté vers les marchés urbains pour y être vendu. Les matières premières proviennent d'arbres et d'arbustes, parfois de manière non-durable. La demande urbaine de charbon de bois a conduit à la dénudation de la biomasse ligneuse des terres proches des villes. Cela a nécessité l'approvisionnement en charbon de bois dans des zones rurales plus éloignées, ce qui a augmenté les coûts pour l'utilisateur final.

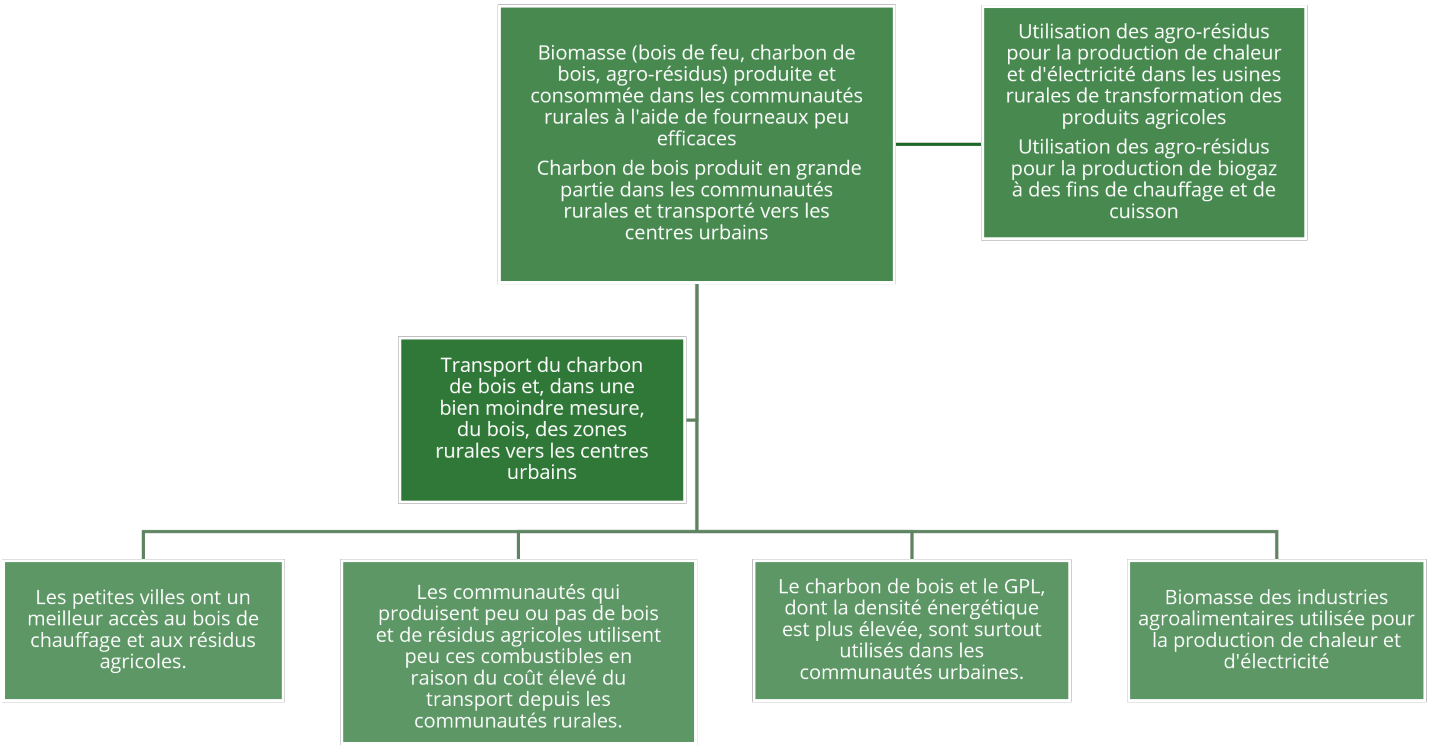

Figure 36: Flux de biomasse dans les communautés rurales et urbaines

Les possibilités pour les ménages urbains d'utiliser directement le bois de feu ou les résidus agricoles sont limitées, car la plupart des zones urbaines n'ont pas facilement accès à ces ressources de biomasse brute. Le bois de feu et les résidus de culture doivent être transportés sur de longues distances depuis les régions rurales environnantes pour répondre à la demande d'énergie urbaine. Cela augmente considérablement les coûts, ce qui rend le bois de feu peu attrayant pour les consommateurs urbains qui privilégient le charbon de bois et le GPL avec des densités énergétiques plus élevées, en particulier lorsqu'ils sont disponibles.

La disponibilité et l'utilisation des ressources de biomasse varient considérablement d'une zone urbaine à l'autre en fonction de leur taille, de leurs capacités d'administration et de leur proximité avec les sources de biomasse rurales. Les petites villes ont tendance à mieux s'intégrer aux zones rurales environnantes et à avoir un accès plus facile aux résidus agricoles et aux résidus de bois qui peuvent répondre à la demande énergétique locale. Les grandes villes ont de plus en plus de mal à répondre aux besoins en énergie de la biomasse provenant uniquement des ressources voisines et ont besoin d'un vaste réseau d'approvisionnement, ce qui fait grimper les coûts du combustible.

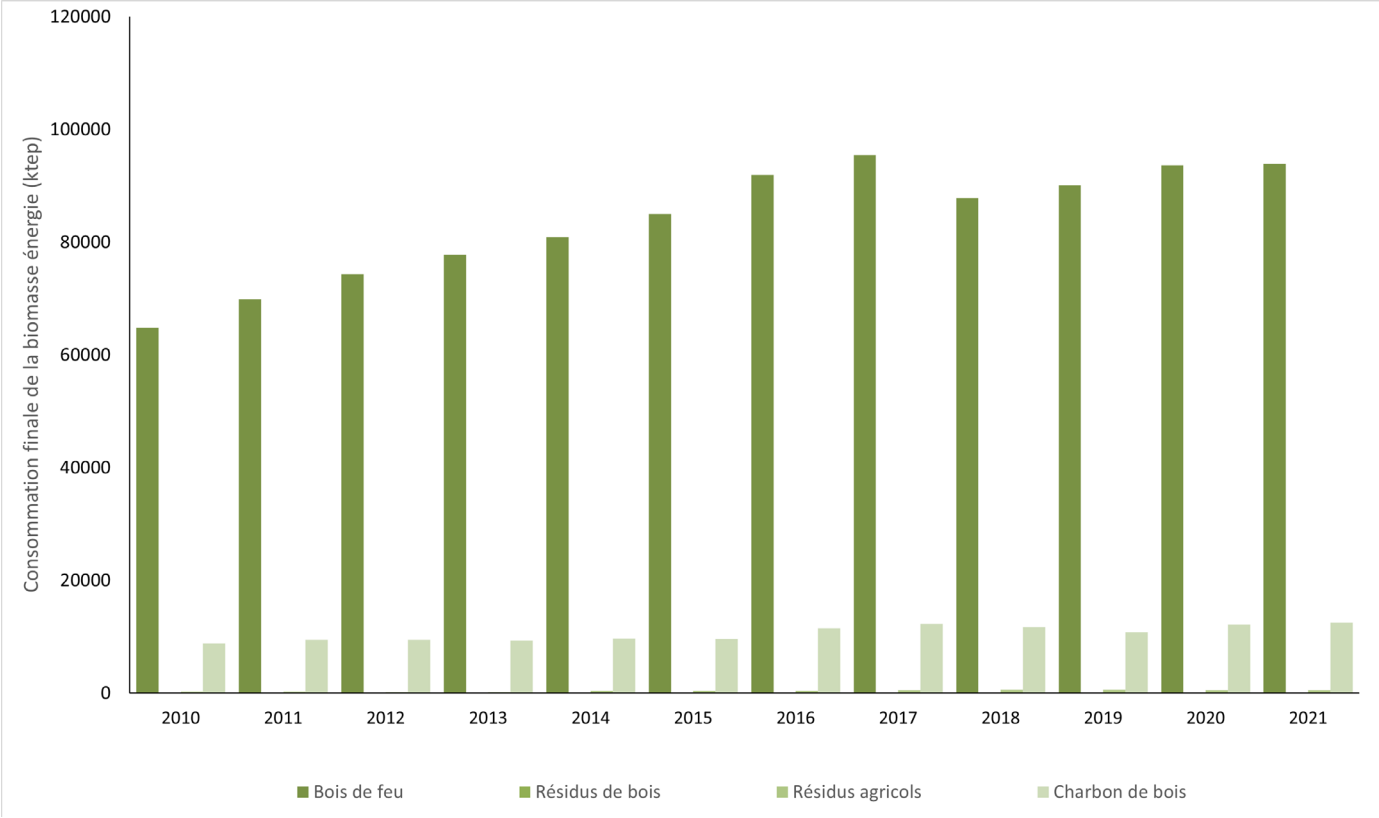

Figure 37: Approvisionnement total en énergie à partir de la biomasse dans la CEDEAO

Le tableau 3 présente la consommation finale de biomasse énergie pour les usages résidentiels, les services commerciaux et publics et les activités agricoles dans la région entre 2010 et 2021. Le bois-énergie domine les sources d'approvisionnement en énergie, suivi du charbon de bois.

On observe une augmentation générale de l'énergie fournie par la biomasse pour toutes les sources de biomasse et tous les secteurs entre 2010 et 2021. Le secteur résidentiel est le plus grand consommateur de bois et de charbon de bois, suivi du secteur commercial et des services.

Tableau 3: Consommation finale de biomasse dans les secteurs industriel, résidentiel, commercial et agricole

Secteur	Type de biomasse (ktep)	2010	2015	2021
Secteur industriel	Bois	1516	2202	2429
	Résidus agricoles	4	15	324
	Charbon	-	-	5
Secteur résidentiel	Bois	42960	58856	59680
	Résidus de bois	-	-	19.5
	Résidus agricoles	66	79	86
	Charbon	7524	8519	11046
Commercial et service public	Bois	1424	1683	13166
	Résidus agricoles	17	17	27
	Charbon	573	5094	1514
Agriculture / sylviculture / pêche	Bois	573	238	-
	Résidus de bois	-	-	13
	Charbon	453	238	10

Source: Système d'information sur l'énergie de la CEDEAO (2024)

Facteurs de consommation de carburant dans la région de la CEDEAO

Dans les pays d'Afrique subsaharienne, le nombre de ménages dépendants de la biomasse a augmenté rapidement en raison de la rapide croissance démographique, des coûts élevés des combustibles alternatifs et des interruptions de l'approvisionnement en carburant (Banque mondiale, 2014). Il est essentiel d'identifier les facteurs qui contribuent à l'utilisation de la biomasse pour formuler et mettre en œuvre des politiques et des mesures appropriées. Certains facteurs ont été identifiés pour influencer la consommation de biomasse.

D'une manière générale, il a été établi que le revenu des ménages et les facteurs sociodémographiques contribuent à l'utilisation de la biomasse comme source d'énergie dans les zones rurales et urbaines. Une étude menée en Chine a révélé que les revenus non-agricoles ont un impact positif et significatif sur les dépenses en énergie propre, comme l'électricité et le gaz, mais qu'ils exercent un impact négatif et significatif sur les dépenses en énergie non-propre, comme la biomasse (Ma et al., 2019). En général, à mesure que les dépenses de revenu non-agricole consacrées à l'énergie propre augmentent, celles consacrées à l'énergie non propre, comme la biomasse, diminuent. De même, le revenu des ménages a été identifié comme le principal facteur pouvant contribuer à l'utilisation de la biomasse en Inde (Farsi et al., 2007).

Plusieurs facteurs ont été identifiés pour contribuer au choix de l'énergie pour la cuisson et d'autres applications de chaleur dans les zones rurales et urbaines de la région de la CEDEAO. Il a été signalé que le revenu ou la richesse des ménages est un facteur clé influençant le choix des ménages en matière d'énergie de cuisson et, en substance, l'utilisation du bois de chauffage ou du charbon de bois comme sources d'énergie (Dongzagla et Adams, 2022). Cependant, pour un pays donné, les facteurs contribuant à l'utilisation de la biomasse peuvent différer en fonction de facteurs socio-économiques, culturels et démographiques uniques. Dans l'ensemble, il a été établi que le revenu des ménages est le principal facteur déterminant de l'utilisation de la biomasse comme source d'énergie (Dongzagla et Adams, 2022). Il a également été établi que les facteurs non liés au revenu, tels que les caractéristiques du chef de famille, notamment le sexe, la profession et le niveau d'éducation, entre autres, contribuent également à l'utilisation du charbon de bois et du bois de chauffage (Dongzagla et Adams, 2022).

Plusieurs études se sont concentrées sur la situation rurale, en examinant les déterminants du choix de la consommation d'énergie de cuisson des ménages ruraux dans différents pays de la région. Des facteurs autres que le revenu, tels que l'accès aux routes, aux marchés, le coût de la technologie, les contextes socioculturels et les variables liées à l'emplacement, contribuent également à l'utilisation de la biomasse et d'un type particulier de biomasse dans les zones rurales (Dongzagla et Adams, 2022).

Adeyemi et Adereleye (2016) ont constaté que le niveau d'éducation plus élevé des chefs de famille pourrait contribuer à déclencher le changement de combustible et l'abandon de l'utilisation d'énergie de cuisson impure. Ils ont également constaté que le niveau de revenu et la nature des occupations des chefs de ménage influençaient grandement la réduction de la consommation de biomasse et le passage aux combustibles de cuisson modernes. Twumasi et al. (2020) ont également mené une étude qui a conclu que l'accès au crédit peut influencer le passage aux combustibles de cuisson modernes.

Parmi les autres facteurs rapportés figurent le revenu du ménage, les dépenses de consommation, la taille du ménage, l'âge du chef de ménage, l'état matrimonial, le sexe et le niveau d'éducation des chefs de ménage, la profession, la propriété d'un logement, la nature du logement (moderne ou traditionnel) et l'accessibilité aux sources d'énergie en termes de disponibilité et de prix (Adeyemi et Adereleye, 2016 ; Wassie et coll., 2021). Il a été signalé que la grande taille des ménages affecte l'utilisation de l'énergie de la biomasse. L'augmentation de la taille des ménages est susceptible d'augmenter la consommation de biomasse et la probabilité que les ménages adoptent un combustible de cuisson non propre (Dongzagla et Adams, 2022). Bisu et al. (2016), dans une évaluation du choix énergétique des ménages urbains au Nigeria, ont indiqué que le statut de propriété du logement et les changements saisonniers étaient des facteurs clés influençant le choix des ménages en matière d'énergie de cuisson et de biomasse en tant que source d'énergie. L'emplacement de la cuisine, le niveau d'éducation des chefs de ménage, le revenu du ménage, les sources d'énergie alternatives, la commodité de l'énergie, la distance par rapport à la source d'énergie et l'effet de la source d'énergie ont également été identifiés par Amoah (2019). Dongzagla et Adams (2022) ont indiqué que la richesse des ménages est le principal facteur déterminant du choix des ménages urbains en matière de combustible de cuisson propre, car le combustible et l'équipement de cuisson propres sont coûteux par rapport aux combustibles de cuisson non-propres. Une étude de Sana et al. (2020) à Ouagadougou (Burkina Faso) a également indiqué que le choix du combustible de cuisson est fortement influencé par le statut socio-économique, la taille de la famille, ainsi que par le niveau d'instruction de la femme, son âge et le principal combustible de cuisson utilisé dans la maison de ses parents.

D'autres facteurs importants sont la disponibilité, la tradition et la culture, ainsi que le sous-développement des infrastructures énergétiques. Les ressources en biomasse telles que le bois de feu, le charbon de bois et les résidus agricoles sont disponibles en abondance dans les zones rurales de la plupart des pays de la CEDEAO. La récolte du bois de feu et la production de charbon de bois font vivre de nombreux ménages à faible revenu. La biomasse est souvent perçue comme « gratuite » ou très bon marché pour les communautés rurales. Les combustibles issus de la biomasse peuvent également être adaptés aux besoins et aux préférences de cuisson traditionnels relativement facilement par rapport aux combustibles modernes, ce qui renforce encore l'utilisation et la dépendance continues (Dongzagla et Adams, 2022). La cuisson au bois de chauffage et au charbon de bois est profondément ancrée dans les cultures alimentaires de la région. Les ragoûts traditionnels et les méthodes de préparation reposent souvent sur l'utilisation de combustibles de cuisson à base de bois. Ces préférences culturelles ont soutenu l'utilisation de la biomasse pour la cuisine domestique dans plusieurs pays

Les efforts de transition vers des combustibles de cuisson modernes comme le GPL et l'électricité se heurtent à des difficultés de distribution pour atteindre de nombreuses zones rurales. Dans les zones urbaines, l'approvisionnement en électricité peut être peu fiable. Lorsqu'ils sont disponibles, les coûts initiaux élevés de la transition vers le GPL ou les cuisinières électriques sont souvent inabordables pour les ménages les plus pauvres, par rapport aux foyers à biomasse dont les coûts en combustible sont minimes, ce qui permet aux groupes à faible revenu d'accéder à l'énergie. Le manque d'infrastructures enferme de nombreux ménages dans l'utilisation de la biomasse.

L'urbanisation croissante et la demande de charbon de bois ont stimulé sa production commerciale, souvent illégalement, élargissant l'industrie du charbon de bois dans toute la CEDEAO. Les négociants jouent un rôle clé dans l'approvisionnement en charbon de bois. En plus des lacunes en matière de gouvernance et de l'absence d'application des réglementations forestières, foncières et énergétiques, cela a facilité l'exploitation non-durable de la biomasse dans certaines régions et la dévelopment des marchés urbains incontrôlés du charbon de bois.

Technologies de conversion et d'utilisation de la biomasse dans l'espace CEDEAO

Foyers

Selon la Politique actualisée de l'énergie de la CEDEAO, les technologies utilisées pour « brûler » la biomasse dans la région sont inefficaces et pèsent donc lourdement sur les ressources forestières. Les foyers traditionnels, sont rudimentaires à trois pierres, et autres formes utilisant du bois de chauffage et du charbon de bois pour la cuisine dans les ménages et les petites entreprises, sont omniprésents dans toute la région. Ils constituent la plus grande part des foyers de cuisson, car des efforts sont en cours pour introduire des foyers plus efficaces dans la région. Des foyers à biomasse améliorés, souvent des versions modifiées des foyers traditionnels, incorporant des chambres de combustion isolées, des cheminées et des besoins en combustible réduits grâce à un meilleur transfert de chaleur, ont été introduits au fil des ans. Ceux-ci améliorent l'efficacité énergétique et réduisent les émissions nocives.

Plusieurs foyers améliorés ont été développés et utilisés dans toute la région. Les foyers sont classés en fonction du type de matériaux de construction, du système de traction utilisé (tirage naturel ou forcé) et du type de biomasse (charbon de bois ou bois de chauffage) (Boafo-Mensah et al., 2021 ; Banque mondiale, 2014). Une catégorie de ces foyers utilise des matériaux d'isolation en céramique pour améliorer l'efficacité énergétique, avec un système de tirage forcé ou naturel, avec du charbon de bois comme combustible. Les exemples incluent Cook Mate Ceramic, Holy Cook et Toyola, qui utilisent un système de tirage naturel, et Ahibenso, Teri et ACE, qui appliquent un système de tirage forcé. Cette catégorie de foyers a un rendement thermique de 20 à 29 % (Boafo-Mensah et al., 2021). D'autres foyers améliorés, tels que Cook Mate et Envirofit, utilisent de l'aluminium, de l'acier doux et de l'acier inoxydable comme matériaux de construction pour améliorer l'efficacité. Ces foyers améliorés sont soit fabriqués localement dans la région, soit importés. Par exemple, Toyola (voir la figure 38) est fabriqué dans la région, tandis qu'Envirofit est importé. Certains foyers améliorés ont également été introduits et testés pour des activités commerciales.

a[11]

b[12]

Figure 38:
(a) Cuisinière améliorée de Toyola ; b) Poêle Envirofit

[11] https://toyola.energy/our-products/
[12] https://envirofit.org/product/cookstoves/supersaver-charcoal/

Plusieurs efforts sont en cours dans la région pour améliorer l'accès à des foyers améliorés et à d'autres combustibles modernes afin de réduire l'utilisation de la biomasse par unité de cuisson et de chauffage. Parmi les pays de la région qui ont progressé dans la promotion des foyers améliorés, citons le Sénégal, le Bénin et la Côte d'Ivoire, avec des leçons qui peuvent être apprises et reproduites dans d'autres pays.

Le Sénégal est l'un des pays de la région qui a réussi à réduire la part de biomasse dans sa CTEF en introduisant des foyers améliorés, et l'utilisation du GPL (Fabrice et al., 2023). Ces initiatives visent à réduire la dépendance à l'égard des combustibles issus de la biomasse et à améliorer la santé en réduisant la pollution de l'air intérieur. Certains foyers améliorés du pays peuvent réduire l'utilisation de la biomasse jusqu'à 45 % par rapport aux foyers traditionnels (Sow, 2022). Le gouvernement sénégalais a lancé le Programme national des foyers améliorés dans les années 1980 pour promouvoir des foyers à bois plus efficaces. Il s'agissait notamment de former des artisans locaux à la construction de foyers et d'en subventionner les coûts. Le Sénégal a été l'un des premiers pays à s'associer à l'Alliance mondiale pour des foyers propres, lancée en 2010. Cela a permis d'obtenir plus de financement et d'attention pour les solutions de cuisson propre au Sénégal. Plusieurs ONG comme Energy 4 Impact et Groupe Energies Renouvelables, Environnement et Solidarités (GERES) ont des projets au Sénégal pour commercialiser des foyers à biomasse améliorés, en particulier dans les zones rurales. Malgré la disponibilité d'alternatives de foyers à combustion plus propre, les foyers traditionnels à feu ouvert sont restés omniprésents, peut-être en raison de leur capacité à répondre à des besoins pratiques tels qu'une grande capacité de cuisson et une production de chaleur rapide (Diouf et Miezan, 2018).

Au Bénin, le ministère de l'Environnement et du Changement climatique participe activement à des programmes visant à élargir l'accès à des foyers améliorés depuis les années 1990. Le gouvernement a supprimé les droits de douane et les taxes sur les foyers et les matériaux importés afin de rendre les foyers améliorés plus abordables. Un programme national de foyers lancé en 2007 était axé sur les foyers fabriqués localement à partir d'argile et de métal. Les artisans des foyers ont été formés à la production. La Côte d'Ivoire a également mis en place un programme national de gestion de l'énergie domestique en 1989, qui comprenait des foyers améliorés. Des ONG comme le GERES et Envirofit ont distribué des dizaines de milliers de foyers à biomasse efficaces dans les zones rurales de la Côte d'Ivoire. Le gouvernement s'est associé à l'Union européenne (UE) et à d'autres organisations dans le cadre de programmes visant à subventionner les foyers améliorés destinés aux ménages à faible revenu. Des campagnes de sensibilisation à la radio et à la télévision ont fait la promotion des avantages des foyers améliorés pour favoriser leur adoption.

Fours à charbon de bois

À l'heure actuelle, les fours à charbon de bois couramment utilisés dans la région pour transformer le bois en charbon de bois sont en grande partie des fours à monticules de terre traditionnels avec un faible rendement et une pollution environnementale plus élevée. Les rendements inférieurs se traduisent par une utilisation plus élevée de bois par unité de charbon de bois produite, avec des émissions plus élevées. Le contrôle du processus de carbonisation dans les fours traditionnels en terre n'est pas toujours facile et aboutit souvent à un charbon de bois de qualité inférieure contaminé par des miettes de terre. Selon le Système d'information sur l'énergie de la CEDEAO, la consommation de charbon de bois en 2021 était de 14,3 Mtep (équivalent à environ 18 millions de tonnes de charbon de bois). Si l'on se fie aux tendances historiques, on s'attend à ce que la demande continue d'augmenter dans les années à venir. Compte tenu de cette forte demande anticipée, une amélioration de l'efficacité de la carbonisation de la production de charbon de bois aura un impact significatif sur la quantité de bois nécessaire à la production de charbon de bois. Les activités en cours visant à améliorer l'efficacité des fours ont abouti à la mise au point de plusieurs fours à charbon de bois améliorés afin d'accroître l'efficacité des procédés et de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Ces

derniers temps, des fours améliorés tels que le four Casamance, le four à tambour, les fours métalliques portables, les fours à briques, les fours à acier et le four à cornue ont été introduits, ce qui augmente considérablement l'efficacité de conversion du charbon de bois par rapport aux fours traditionnels à monticule de terre (Wondmagegn et al., 2023). Bien qu'il n'y ait pas de données appropriées, l'utilisation de ces fours améliorés est minime. Certains des fours améliorés peuvent réduire la consommation de bois de chauffage jusqu'à 60 % par rapport au système traditionnel, ce qui réduit automatiquement les émissions de gaz tels que le dioxyde de carbone, le monoxyde de carbone et le méthane (Adio et al., 2022).

Biodigesteurs

Les biodigesteurs sont des chambres étanches à l'air où les matières organiques comme les excréments d'animaux ou les résidus de culture sont décomposés de manière anaérobie pour produire du méthane pour la cuisson et l'éclairage. La technologie des biodigesteurs va du simple sac en plastique sur des lits de paille pour produire de petites quantités de gaz pour la cuisson aux systèmes complexes tels que les digesteurs à couverture de boues anaérobies à flux ascendant (UASB) utilisés dans les grandes installations agricoles capables de produire plusieurs mégawatts d'électricité. De nombreux biodigesteurs ont été développés au fil des ans, mais les digesteurs principalement mis en œuvre dans les pays membres de la CEDEAO comprennent des dômes flottants, des dômes fixes et des digesteurs à sac, en particulier au niveau national (Kranert et al., 2012). Les principaux constituants du biogaz sont le méthane et le dioxyde de carbone, ainsi que d'autres gaz mineurs tels que l'ammoniac et le sulfure d'hydrogène. Le biogaz peut être utilisé directement pour des applications de chaleur, par exemple pour la cuisson. Il peut être utilisé dans les moteurs à combustion interne pour la production et le transport d'électricité lorsqu'il est mis à niveau en éliminant le dioxyde de carbone, le sulfure d'hydrogène et d'autres gaz constitutifs.

Dans la région de la CEDEAO, le gaz des installations domestiques est principalement utilisé pour la cuisson. Le sous-produit du processus de bio digestion, appelé « digestat », est également utilisé comme engrais organique pour l'enrichissement des sols (Arthur et Baidoo, 2011). Malgré les avantages significatifs signalés des biodigesteurs domestiques à petite échelle et la disponibilité potentielle de matières premières pour la production de biogaz, la pénétration des biodigesteurs dans l'espace CEDEAO est relativement faible (Kemausuor et al., 2018).

Outre les installations domestiques utilisant le biogaz pour la cuisson dans les pays membres de la CEDEAO, certaines installations de biogaz institutionnelles et à grande échelle produisent de l'électricité pour des usages électrique et thermique, certaines étant connectées au réseau national (voir figure 39).

Par exemple, au Ghana, il existe actuellement une usine de biogaz disponible dans le commerce (Safisana Biogas) d'une capacité de 0,1 MW qui produit de l'électricité pour le réseau national (Commission ghanéenne de l'énergie, 2023). Des détails sur l'usine de biogaz de Safisana et d'autres petites centrales de biogaz pour la production d'électricité au Ghana sont présentés dans l'encadré 1.

ENCADRÉ 1: Le biogaz à petite échelle pour la production d'électricité au Ghana

L'usine de biogaz Safisana produit 685 MWh d'électricité par an (Safisana, 2024) et fonctionne dans une communauté urbaine densément peuplée près de la capitale nationale. Les principales matières premières utilisées sont les déchets alimentaires, les déchets du marché, les déchets industriels et les matières fécales générées par la communauté. Les principaux produits sont l'électricité (vendue au réseau national) et les engrais organiques produits à partir du digestat. L'entreprise a été exploitée avec succès au fil des ans, et son modèle peut être reproduit dans d'autres communautés urbaines afin d'utiliser les ressources de biomasse disponibles pour la production d'énergie durable.

En 2022, une nouvelle centrale hybride PV-Biogaz-Pyrolyse de 400 kW a été mise en service à Gyankobaa, dans la région d'Ashanti au Ghana. L'installation de production de 400 kW est un hybride d'installations solaires photovoltaïques, de biogaz et de pyrolyse. La composante biogaz de l'installation convertit quotidiennement 12 tonnes de déchets solides municipaux en biogaz et en biofertilisant. Un générateur d'électricité de 100 kW est connecté à l'usine de biogaz. à l'usine de biogaz, mais la production d'électricité n'a pas encore pas encore commencé (Bioenergy Insight, 2022). En 2014, le groupe SIAT a installé deux usines de biogaz à grande échelle, le groupe SIAT a installé deux usines de digestion anaérobie à grande échelle. de digestion anaérobie à grande échelle. Les détails de cette usine peuvent être trouvés dans l'étude de cas du Ghana dans l'encadré 3.

De même, FasoBiogaz SARL au Burkina Faso dispose d'une centrale de biogaz/électricité de 275 kW raccordée au réseau à Ouagadougou, la capitale. La centrale est située dans une zone municipale entre un abattoir municipal de Ouagadougou et la première brasserie du pays. Les flux de déchets de ces entreprises sont utilisés pour produire du biogaz tout en le transformant en engrais organique précieux. La proximité des matières premières avec l'usine garantit un approvisionnement durable en matières premières, ce qui est crucial pour les centrales alimentées à partir de biomasse.

a

Le Centre régional du Songhaï au Bénin, créé en 1985, est un centre original de développement intégré qui place le capital humain et le développement des bioénergies au centre de la pyramide de la production primaire, secondaire et tertiaire. Le Centre Songhaï de Porto-Novo produit en moyenne 1 300 m^3 de biogaz par mois, alimentant deux groupes électrogènes d'une puissance totale de 75 kW pour produire de l'électricité (WABEF, 2017). Western Africa Bio-wastes for Energy and Fertilizer (WABEF) a développé et testé des outils opérationnels pour promouvoir la digestion anaérobie et recycler les biodéchets pour produire de l'énergie et des engrais au Bénin, au Mali, au Sénégal et au Cap-Vert. Des acteurs sélectionnés ont été formés à l'utilisation de ces outils et sont responsables de leur adoption et de leur diffusion. En 2021, EDF, Meridiam et SIFCA ont posé la première pierre de la plus grande centrale biomasse de la région. La centrale proposée de 46 MW sera située dans la commune d'Aboisso, à l'est d'Abidjan, en Côte d'Ivoire, et utilisera des déchets agricoles comme matière première. Voir les détails de cette plante dans l'encadré 2.

b

Figure 39:
a) Safisana Biogas à une centrale électrique au Ghana
b) Centrale électrique de 275 kW de biogaz au Burkina Faso

Sources : Safisana (2024) ; FasoBiogaz (2024)

ENCADRÉ 2: Grande centrale au biogaz à Abidjan

Située dans la commune d'Aboisso, à environ 100 km à l'est d'Abidjan en Côte d'Ivoire, la centrale de 46 MW utilisera des déchets agricoles et produira suffisamment d'électricité pour 1,7 million de personnes par an. Elle s'inscrit dans le cadre du Plan d'action national pour les énergies renouvelables 2014-2030 établi par la Côte d'Ivoire, qui s'est fixé un objectif de 45 % de sources renouvelables dans son mix énergétique à l'horizon 2030 (MPS, 2023).

Le projet s'appuie sur l'économie circulaire et aura des retombées sociales importantes : les travaux de construction de l'usine créeront au moins 500 emplois locaux. Il y aura également l'équivalent de plus de 1 000 emplois directs à temps plein pendant l'exploitation de l'usine, ce qui entraînera d'importantes retombées économiques et créera de nombreux emplois indirects stables.

L'achat de la biomasse nécessaire à l'exploitation de l'usine générera de nouveaux revenus pour environ 12 000 agriculteurs de la région, sur une période de 25 ans, contribuant ainsi à améliorer le niveau de vie de la population rurale.

Innovation technologique et industrielle majeure, le projet permettra d'économiser 4,5 millions de tonnes d'émissions de CO2 sur une période d'exploitation de 25 ans et d'améliorer la fiabilité du système électrique ivoirien.

La société ivoirienne BIOVEA ENERGIE, EDF (40%), Meridiam (36%) et SIFCA (24%) ont co-développé ce projet pilote, qui bénéficiera de l'engagement à long terme de partenaires financiers tels que l'Agence Française de Développement (AFD) à travers sa filiale Proparco, et le Groupe de Développement des Infrastructures Privées (PIDG) opérant à travers sa filiale, le Fonds pour les infrastructures en Afrique émergente (EAIF), qui est administré par Ninety One, le gestionnaire de fonds désigné. La mise en service de cette centrale est prévue pour la fin de l'année 2025. Le consortium envisage d'ores et déjà de le reproduire dans d'autres zones de production agricole en Côte d'Ivoire.

Source : https://biovea-energie.com/

Technologies de briquetage et granulation

La production et l'utilisation de granulés et de briquettes sont l'une des options qui pourraient être utilisées pour réduire la dépendance à l'égard des sources traditionnelles de biomasse provenant des arbres. Les sous-produits agricoles tels que les cosses d'arachide, les tiges et les épis de maïs, les balles de riz, les balles de millet et les balles de sorgho ont été considérés comme matière première pour la production de granulés et de briquettes (Bappah et al., 2022). Ces sous-produits répondent aux exigences en granulés et briquettes non ligneux et peuvent être utilisés comme une matière première de qualité. Les granulés et briquettes produits à partir de ces ressources ont été caractérisés comme étant de qualité moyenne à élevée en termes de caractéristiques de combustion et de cuisson, de production de fumée moindre et de respect de l'environnement (Ofori et Akoto, 2020). La granulation et le briquetage des coques de cabosses de cacao et de leurs mélanges ont été mentionnés comme une source de combustible alternative dans la région.

L'abondance d'enveloppes de cabosses de cacao dans la région, qui compte les deux plus grands producteurs de cacao au monde, offre une bonne occasion d'explorer les options de combustibles alternatifs que sont les granulés et les briquettes. Le Ghana et la Côte d'Ivoire pourraient montrer la voie en tirant parti de cette opportunité. Le Ghana aurait également le potentiel de produire 2,7 millions de tonnes de granulés à partir de déchets de bois (Mawusi et al., 2023). Abellon Clean Energy Limited a démarré la production de granulés de déchets de bois qui sert des clients liés aux entreprises au Ghana et à l'étranger, bien que la production ait été suspendue. L'usine de production d'Abellon au Ghana, une usine de 72 000 tonnes par an, a fonctionné pendant quelques années et a suspendu ses activités. Au Nigeria, il existe des possibilités de produire des granulés et des briquettes à partir de déchets de bois, avec un potentiel de production de plusieurs dizaines de milliers de tonnes par an (Akhator et al., 2023). Les scieries nigérianes génèrent environ 5,2 millions de tonnes de déchets de bois par an, généralement brûlés à l'air libre ou éliminés (Akhator et al., 2023).

Bien que les données de production soient limitées, la Côte d'Ivoire dispose d'un potentiel pour les granulés et les briquettes production à partir de coques et de coques de cacao (ministère néerlandais des Affaires étrangères, 2021). D'autres pays de la région ont des potentialités similaires en raison de leur situation agro-écologique appropriée. Cependant, malgré le besoin croissant d'un combustible solide durable, ils n'ont pas pleinement adopté les combustibles à briquettes et à granulés à usage résidentiel. Parmi les facteurs limitant la commercialisation des briquettes de biomasse dans la sous-région, citons la capacité limitée de développer des machines de granulation et de briquetage et le développement limité du marché (Ichu et al., 2020). Dans l'ensemble, il est possible de maximiser la production de granulés et de briquettes dans la région pour répondre à la demande de combustible des ménages et des industries locales. Des investissements supplémentaires dans les installations de production, les chaînes d'approvisionnement et les efforts de renforcement des capacités sont nécessaires pour réaliser le plein potentiel.

Technologies des biocarburants liquides

La production de biocarburants liquides dans la région n'est toujours qu'à ses débuts, certains pays explorent encore le potentiel de diverses matières premières. Cependant, il y a des défis liés à l'infrastructure, à la technologie et à l'investissement qui doivent être surmontés. En juillet 2022, ANADER, Scania et Total Energies ont signé un accord pour développer un projet pilote à Abidjan. Le projet vise à produire 3 500 litres de biodiesel à partir de graines d'hévéa et à tester son efficacité. Au cours de l'année écoulée, Scania a livré 400 autobus standard compatibles au biodiesel et 50 autobus articulés compatibles au biogaz à SOTRA, dans le cadre de son projet de transport durable avec le ministère des Transports de Côte d'Ivoire (SCANIA, 2023).

Alors que la production d'éthanol à petite échelle (en tant que produit) dans la région est assez courante, l'éthanol destiné au transport n'est pas très répandu. La Sierra Leone serait en train d'explorer et de produire du sirop de canne à sucre. L'usine de bioéthanol d'Addax a démarré ses activités en 2016 et produit 85 000 m^3 de bioéthanol par an (Praj, 2016). Ces dernières années, l'entreprise italienne Eni a pris des mesures importantes pour établir des chaînes d'approvisionnement en biocarburants en Afrique. L'entreprise a prévu des investissements agricoles pour faciliter la production à grande échelle, dans le but d'augmenter la capacité de bioraffinage en Afrique à plus de 5 millions de tonnes par an d'ici 2030 (MRC, 2023 ; Transports et Environnement, 2024).

Autres technologies

Outre les technologies de cuisson et de chauffage, certaines technologies modernes de conversion de la biomasse pour produire des combustibles, de la chaleur et de l'électricité à partir de ressources en biomasse sont mises à l'essai dans la région, principalement sur les campus universitaires et dans certaines communautés. Il s'agit notamment de systèmes de pyrolyse et de gazéification visant à contribuer à une gestion durable des déchets.

Les gazéificateurs peuvent convertir le bois, le charbon de bois ou les résidus agricoles en gaz de production combustible (gaz de synthèse) par des procédés thermochimiques. Le gaz de synthèse peut être utilisé directement pour des usages thermiques telles que la cuisson et le séchage des cultures. Les réchauds à gazéification pour la cuisson sont courants dans certains pays en développement, en particulier en Asie. La matière première pour les foyers à gazéification comprend la balle de riz, les épis de maïs et la sciure de bois. Lorsque le gaz de synthèse est nettoyé de manière appropriée pour éliminer le goudron et le dioxyde de carbone, il peut être utilisé dans les moteurs à combustion, les microturbines, les piles à combustible ou les turbines à gaz. Le gaz de synthèse peut alimenter des générateurs d'électricité et des pompes d'irrigation plus petits pour les activités productives dans la région. Une installation de gazéification commerciale typique varie entre 100 et 400 kWe. Cependant, des centrales aussi petites que 10 kW et aussi grandes que 2 MW ont été réalisées (Ramamurthi et al., 2016). Parmi les technologies de conversion de la biomasse, la gazéification est l'une des meilleures pour la réutilisation de la biomasse résiduelle. Il est considéré comme l'un des moyens les plus efficaces de convertir l'énergie contenue dans la biomasse, car il offre la possibilité de production d'électricité et de chaleur à petite échelle avec des faibles niveaux d'émissions de gaz à effet de serre (Akolgo et al., 2019 ; Pereira et coll., 2012).

Malgré le développement de la technologie des gazéificateurs dans le monde, cette technologie n'est pas répandue dans les Etats membres de la CEDEAO. Quatre installations de gazéification d'une capacité totale de 174,8 kW ont été identifiées comme étant actuellement installées au Ghana. Il s'agit notamment d'un gazéificateur à aspiration descendante de 120 kW à Asueyi Gari Process (voir figure 5), d'un système de 24,8 kWe à Papasi dans le district nord d'Offinso, d'un gazéificateur à aspiration descendante de 20 kW à l'Université des sciences et de la technologie Kwame Nkrumah, à Kumasi et d'un système de 20 kW au complexe scolaire Modern Star situé à Tamale dans la région nord du Ghana (Osei et al., 2021 ; Akolgo et al., 2019). Les types de matières premières utilisées dans les gazéificateurs au Ghana sont principalement des balles de riz, des épis de maïs, des pelures de manioc ou des résidus de transformation du bois (par exemple, de la sciure, issue des chutes de bois) (Osei et al., 2021). Le Nigeria a mis en service une usine de gazéification de 100 kVA à l'Université du Nigeria pour alimenter le campus et les communautés voisines (Africa Energy Portal, 2019). Les matières premières de la centrale comprennent les cosses de maïs et les copeaux de bois. Des chercheurs de l'Université fédérale d'agriculture du Nigeria ont également conçu et fabriqué un gazéifieur à l'échelle du laboratoire pour les tests, avec des copeaux de bois et de la sciure de bois comme matière première (Olayanju et al., 2020).

Certains défis et obstacles qui entrave le développement des technologies de gazéification dans la région de la CEDEAO ont été identifiés. Ces défis ont été classés en deux catégories : sociotechnique et économique (Akolgo et al., 2019 ; Kontor, 2013 ; Osei et coll., 2021 ; Owen et Ripken, 2017). Les défis techniques comprennent la disponibilité et les problèmes d'approvisionnement en matières premières, la manipulation des cendres, l'épuration des gaz, la minimisation du goudron, le nettoyage et la réduction de la teneur en humidité, et le manque de technologie sur mesure pour s'adapter aux résidus disponibles localement.

D'une manière générale, le manque de fonds pour effectuer les réparations, l'entretien et les modifications sont les principaux défis économiques et l'une des pierres d'achoppement des projets de gazéification.

a

b

Figure 40:
a) Centrale de gazéification de 20 kW à Papasi et
b) Centrale de gazéification de 120 kW à Asueyi

Source : Commission ghanéenne de l'énergie (2016)

Au-delà de la biomasse : le GPL et l'émergence de la cuisson électrique

Promotion du GPL pour la cuisson

En raison des défis liés à l'utilisation de la biomasse, des efforts sont déployés dans toute la région pour accroître l'accès au GPL et à l'électricité pour la cuisson grâce à des stratégies de diffusion innovantes. Le Sénégal a lancé un programme de « butanisation » en 1974. Elle a exempté les équipements et appareils liés au GPL des droits d'importation et a fait la promotion des appareils de cuisson composés d'un réchaud monté sur un cylindre de 2,7 kg (Banque mondiale, 2021). Le gouvernement est passé de la promotion de l'ensemble des bouteilles de réchaud à une subvention des prix pour le GPL vendu en bouteilles de 2,7 kg, qui a ensuite été étendue au GPL vendu en bouteilles de 6 kg (Banque mondiale, 2021). Ces subventions étaient destinées à aider les pauvres à accéder au GPL pour cuisiner. Les subventions ont été intermittentes au Sénégal car la politique du pays en matière de GPL a fait l'objet de plusieurs réformes. Au fil des ans, on s'est inquiété du fait que les subventions ne bénéficiaient pas aux personnes à faible revenu. Compte tenu de l'intermittence des programmes de subventions, la part des ménages utilisant le GPL comme le combustible principal de cuisson ayant fluctué ces dernières années chutant fortement de 2010 à 2013 et ne commençant à se redresser qu'en 2016 (Banque mondiale, 2021). La part des ménages utilisant le GPL comme combustible de cuisson primaire était de 31,6 % en 2010, ramenée à 23,5 % en 2014, a augmenté à 31,2 % en 2018 et à 27 % en 2019. Cependant, dans la plupart des zones urbaines et en particulier dans la capitale, le GPL est le principal combustible de cuisson.

Malgré ces mouvements de hausse et de baisse, le Sénégal est l'un des pays de la région où la proportion de ménages utilisant du GPL est la plus élevée. Le gouvernement s'est associé à des organisations telles que la Clean Cooking Alliance pour distribuer des kits de GPL subventionnés avec des réchauds, des réservoirs et des connecteurs aux ménages à faible revenu dans le cadre des efforts visant à réduire la déforestation et la pollution de l'air intérieur. Elle a également lancé des campagnes de sensibilisation du public sur les bienfaits du GPL pour la santé et l'environnement.

Le Bénin s'efforce de faire passer les ménages de la biomasse traditionnelle au GPL pour la cuisson. La promotion de l'utilisation accrue du GPL pour la cuisson au Bénin a été réalisée grâce à diverses mesures. L'une d'entre elles a consisté à analyser les déterminants de l'utilisation domestique du GPL au Bénin (Adanguidi, 2021), qui a révélé que les facteurs importants pour l'adoption du GPL domestique comprenaient le département de résidence et le niveau d'éducation. Le gouvernement a été exhorté à mettre en œuvre des politiques qui favorisent l'accessibilité physique et financière au GPL domestique, telles que des subventions, pour la population encore dépendante des sources traditionnelles de biomasse (Lokonon, 2020). Une autre étude a identifié les facteurs associés à l'adoption de combustibles de cuisson modernes, notamment le fait d'avoir un chef de famille de sexe féminin, un chef de famille ayant au moins fait des études secondaires formelles, les dépenses par habitant, l'accès à l'électricité et les chocs économiques (Diouf et Miezan, 2019). Ces conclusions suggèrent que la promotion de l'utilisation du GPL pour la cuisine au Bénin impliquait de prendre en compte les facteurs socio-économiques et d'améliorer l'accessibilité. Ces facteurs sont essentiels pour l'ensemble de la région. Le gouvernement a supprimé la TVA sur le GPL en 2003 afin de réduire les coûts consécutifs (Adanguidi, 2021). L'Office national des produits pétroliers s'est associé à des entreprises de GPL pour mener des campagnes de marketing faisant la promotion de l'utilisation du GPL. Un programme de microcrédit a été lancé par le gouvernement et des partenaires privés en 2008 afin d'accorder de petits prêts pour l'achat d'équipements GPL. Malgré ces efforts, la plupart des gens comptent encore sur le bois/charbon de bois pour les repas quotidiens. L'accès et le coût restent des obstacles majeurs, en particulier pour les ménages ruraux les plus pauvres.

À l'instar du Sénégal et du Bénin, la Côte d'Ivoire a activement encouragé la transition du charbon de bois et des combustibles ligneux traditionnels vers le GPL pour la cuisson. Le gouvernement a recommandé l'utilisation du butane et a encouragé la cuisine « propre » (Berte et Adou, 2023). L'utilisation du GPL pour la cuisson se développe rapidement dans les zones urbaines, avec 92 % des ménages d'Abidjan équipés de cuisinières GPL, bien qu'il ne s'agisse pas toujours du principal combustible utilisé (Giordano et al., 2018). L'objectif est de passer des sources traditionnelles à des carburants plus propres et plus modernes (Diouf et Miezan, 2019). Le gouvernement a réduit les taxes et les droits de douane sur les importations de GPL afin de rendre le GPL en bouteille plus abordable. Elle a également investi dans des infrastructures d'importation et de stockage afin d'améliorer la logistique d'approvisionnement. Des campagnes de sensibilisation ont fait la promotion des avantages pour la santé et l'environnement du passage au GPL pour la cuisson dans les zones urbaines et rurales. La Côte d'Ivoire a accueilli la 4e édition du salon du GPL en Afrique de l'Ouest en 2023 afin de promouvoir l'adoption régionale du GPL. A l'instar du Sénégal et du Bénin, le charbon de bois reste largement utilisé malgré ces efforts, notamment dans les zones rurales où la distribution de GPL est limitée, et où le changement de combustible est contraint par un pouvoir d'achat bien inférieur à celui des zones urbaines. De nombreuses familles urbaines à faible revenu dépendent encore du charbon de bois. Les principaux défis comprennent le coût initial de l'équipement de cuisson GPL et les problèmes de sécurité. Les défis auxquels sont confrontés le Sénégal, le Bénin et la Côte d'Ivoire sont nombreux dans la région et doivent être relevés dans le cadre des efforts visant à passer des sources traditionnelles de biomasse aux combustibles modernes.

Émergence de la cuisson électrique

Outre le développement et l'adoption de foyers améliorés dans l'ensemble de la région CEDEAO, la cuisson électrique est encouragée dans les pays membres. La promotion est devenue nécessaire en raison de la faible adoption de la cuisson électrique dans la région. Le Ghana, par exemple, affiche le taux d'électrification le plus élevé (87 % en 2022) de la région après le Cap-Vert. Mais les données du recensement de 2021 montrent que seulement 0,4 % des ménages utilisent l'électricité comme principal combustible pour cuisiner. Cette section se penche sur la promotion de l'électricité pour la cuisson, en particulier les programmes soutenus par Modern Energy Cooking Services et Clean Cooking Alliance.

Le Modern Energy Cooking Services (MECS) est un programme financé par UK Aid qui vise à déclencher une révolution en accélérant rapidement la transition de la biomasse à la cuisson propre à l'échelle mondiale. MECS a été très actif en Afrique et a mené des recherches approfondies sur les technologies de cuisson propre dans la région. Les principaux domaines de recherche sont la viabilité, la rentabilité et la satisfaction des utilisateurs d'appareils de cuisson électriques efficaces.

Certaines études ont été menées dans les pays membres de la CEDEAO. Par exemple, des études au Ghana pour explorer l'efficacité de l'utilisation de méthodes de cuisson électrique pour préparer des aliments ghanéens populaires à l'aide d'appareils modernes économes en énergie. La commodité de l'utilisation de la cuisson électrique a également été explorée. La consommation d'électricité pour la préparation de certains plats courants et sa comparaison avec les combustibles de cuisson primaires (charbon de bois et GPL) dans les zones urbaines du Ghana ont également été explorées. Le charbon de bois était le combustible le plus cher, le GPL étant un peu moins cher et l'électricité plus de 50 % moins chère dans l'ensemble (Sarpong et al., 2023).

L'étude démontre qu'une cuisson électrique efficace peut être utilisée pour préparer les plats préférés des Ghanéens à moindre coût sans aucune variation du goût des aliments.

L'étude recommandait que les cuisiniers commerciaux et domestiques utilisent des appareils électriques modernes compte tenu de l'efficacité énergétique et du potentiel de temps gagné par la cuisson à l'électricité. La diffusion des résultats d'une telle étude peut contribuer de manière significative à changer l'état d'esprit des gens sur la cuisson électrique et les encourager à l'accepter comme source d'énergie principale pour la cuisson et d'autres besoins de chaleur. MECS a également assuré la liaison avec les parties prenantes et les agences concernées pour promouvoir la cuisson électrique au Ghana. Il s'agit notamment du ministère de l'Énergie, de la Commission ghanéenne de l'énergie, de la Ghana Clean Cooking Alliance, de l'Organisation néerlandaise pour le développement, de la GIZ et du Partenariat mondial pour le GPL (GLPGP). De telles études doivent être menées dans d'autres parties de la région, car il peut y avoir des cas uniques avec le coût de l'électricité et d'autres combustibles dans différents pays.

MECS a fourni un soutien technique et s'est associé à d'autres parties prenantes pour mener des recherches au Nigeria sur les tests de cuisson contrôlée à l'aide d'une cuisinière électrique. L'étude a examiné le coût et le temps de cuisson et l'énergie nécessaire pour cuire les aliments à l'aide d'une cuisinière électrique par rapport au charbon de bois et au bois de chauffage. L'étude visait à fournir des données fiables pour étayer l'inclusion des cuisinières électriques en tant que technologie de cuisson propre, rentable, rapide et propre. Les résultats de l'étude étaient cohérents avec les résultats d'autres tests de cuisson. L'utilisation d'une cuisinière électrique est plus rapide, plus fiable et plus pratique que l'utilisation de bois de chauffage, de charbon de bois et de GPL (Akpasoh et Edeminam, 2023). Par conséquent, cela constitue la base de la promotion de la cuisson électrique en tant qu'option de cuisson propre et rentable.

En Côte d'Ivoire, des initiatives ont été entreprises

pour promouvoir la cuisson électrique et, d'une manière générale, le développement et l'adoption de foyers améliorés. L'utilisation d'appareils électriques économes en énergie pour la cuisson peut réduire les coûts de cuisson pour les consommateurs, libérer du temps qui peut être utilisé pour un usage productif ou de loisirs et atténuer l'impact de la pollution de l'air domestique sur la santé des familles. Par conséquent, les initiatives de MECS doivent être étendues à d'autres pays membres de la CEDEAO afin d'assurer une utilisation plus large de la cuisson électrique. Cependant, l'adoption de la cuisson électrique est étroitement liée à la fiabilité de l'infrastructure du réseau électrique existant dans les pays respectifs, ce qui nécessite la résilience des systèmes électriques nationaux dans les pays membres.

La Clean Cooking Alliance (CCA) fait également la promotion de la cuisson propre, y compris la cuisson électrique. Le CCA complète le travail de ses partenaires pour bâtir une industrie de la cuisine dynamique, inclusive et financièrement viable afin d'atteindre l'accès universel à une cuisson propre d'ici 2030. Ils visent à réduire la demande de bois de chauffage et de charbon de bois, encourageant ainsi la croissance de nouvelles forêts.

La CCA du monde entier aborde les activités de cuisson propre dans le cadre d'une conversation plus large sur l'action climatique, les approches systémiques et le financement des transitions énergétiques durables et justes. Dans les pays membres de la CEDEAO, certaines initiatives ont été mises en place pour promouvoir la cuisson électrique. La CCA a mis sur pied son programme Ven- ture Catalyst en 2020 pour aider à la cuisson propre.

Les entreprises innovent et se développent. Depuis lors, le programme a réalisé 83 projets avec 26 entreprises dans 19 pays. En 2022, le Venture Catalyst a ajouté cinq nouvelles entreprises basées au Ghana et au Nigeria à son portefeuille (CCA, 2022). La CCA a également soutenu des semaines de cuisson propre dans les pays de la CEDEAO. Un exemple typique est le soutien du Forum sur la cuisine propre au Nigeria et d'une réunion spécifique au Ghana à la suite du Forum sur la cuisine propre. La CCA a également soutenu l'élaboration de la stratégie de cuisson propre du Nigeria et le travail de plusieurs associations nationales de cuisson propre (CCA, 2022), la cuisson électrique constituant l'une des stratégies promues.

Malgré les efforts mentionnés ci-dessus, l'utilisation de la cuisson électrique est très faible dans la région. L'accès à une électricité fiable et abordable reste l'obstacle le plus immédiat à la cuisson électrique pour les ménages qui ne disposent pas d'une cuisine propre dans la région. Tout d'abord, de nombreux pays de la région ont un faible accès à l'électricité, avec des taux d'accès pires dans les communautés rurales. Dans la CEDEAO, l'accès à l'électricité se caractérise par de très fortes disparités entre les pays.

À l'intérieur des pays, des disparités similaires existent entre les zones urbaines et rurales. Dans les zones rurales, l'accès à l'électricité reste faible malgré quelques progrès. De plus, la qualité de service (pannes fréquentes, niveaux de tension fluctuants, entre autres) est inférieure aux normes internationales. Au niveau régional, le taux d'accès des ménages à l'électricité en 2021 était de l'ordre de 56,34%, selon le Système d'information sur l'énergie de la CEDEAO. Sur les 15 pays de la CEDEAO, seuls trois ont un taux d'accès à l'électricité en milieu rural supérieur à 35%. Là où l'électricité est disponible, elle n'est souvent pas fiables, soit en raison de pénuries régulières de production, soit en raison de problèmes de transport et de distribution. De plus, dans de nombreux pays de la région, il existe une perception répandue selon laquelle l'électricité est chère par rapport à d'autres combustibles de cuisson (Leary et al., 2021), ce qui affecte son adoption pour la cuisson. Dans ce contexte, d'autres études telles que celles présentées ci-dessus, ainsi que la sensibilisation aux résultats de ces études, doivent être poursuivies tout en améliorant la disponibilité générale et la fiabilité de l'électricité dans la région. Il existe également des perceptions mitigées concernant la sécurité de la cuisson électrique. Ces perceptions sont probables, en raison de l'abondance d'appareils de mauvaise qualité, qui peuvent causer des blessures graves. Un câblage de mauvaise qualité est également un problème de sécurité, en particulier pour les ménages à faible revenu, car les appareils de cuisson électriques peuvent facilement surcharger les câbles de faible section conçus pour l'éclairage (Leary et al., 2021). Ces défis doivent être relevés si la région veut améliorer l'accès à une cuisine propre.

Études de cas par pays sur la biomasse à des fins productives

Ghana (Chaleur et électricité à partir de déchets de palmiers à huile)

La production et la consommation de combustibles ligneux au Ghana sont largement reconnues pour leur contribution à l'approvisionnement énergétique national et leur importance pour les moyens de subsistance ruraux. Selon une étude de la Banque mondiale (Hooda et al, 2022), bien que la part des combustibles ligneux dans le mix énergétique national soit passée de 70 % à 35 % entre 1990 et 2019, la demande de bois de chauffage continue d'augmenter en valeurs absolus en raison de la croissance démographique. Le bois de chauffage et le charbon de bois sont les principaux combustibles de cuisson pour 4,5 millions de ménages, et les combustibles ligneux sont également largement utilisés pour la restauration collective et commerciale, la transformation industrielle et les petites entreprises.

La figure 41 montre la consommation du bois de chauffage dans les secteurs résidentiel, industriel et commercial. L'augmentation de la demande absolue a suscité des inquiétudes quant aux impacts sur les ressources forestières et ligneuses. Selon le rapport, 39 % des producteurs de charbon de bois interrogés ont déclaré s'approvisionner en bois provenant de forêts naturelles. Mis en parallèle avec près de 7 millions de tonnes de bois utilisé pour la production de charbon de bois en 2022, il appelle à des mesures sérieuses pour relever le défi. Le rapport recommande de se concentrer sur quatre domaines clés pour maximiser la durabilité des chaînes de valeur du bois de feu, notamment l'augmentation de l'approvisionnement en biomasse ligneuse, le soutien à une utilisation plus propre et plus efficace du bois de chauffage, la promotion des sources d'énergie alternatives et le renforcement du cadre favorable aux combustibles ligneux durables.

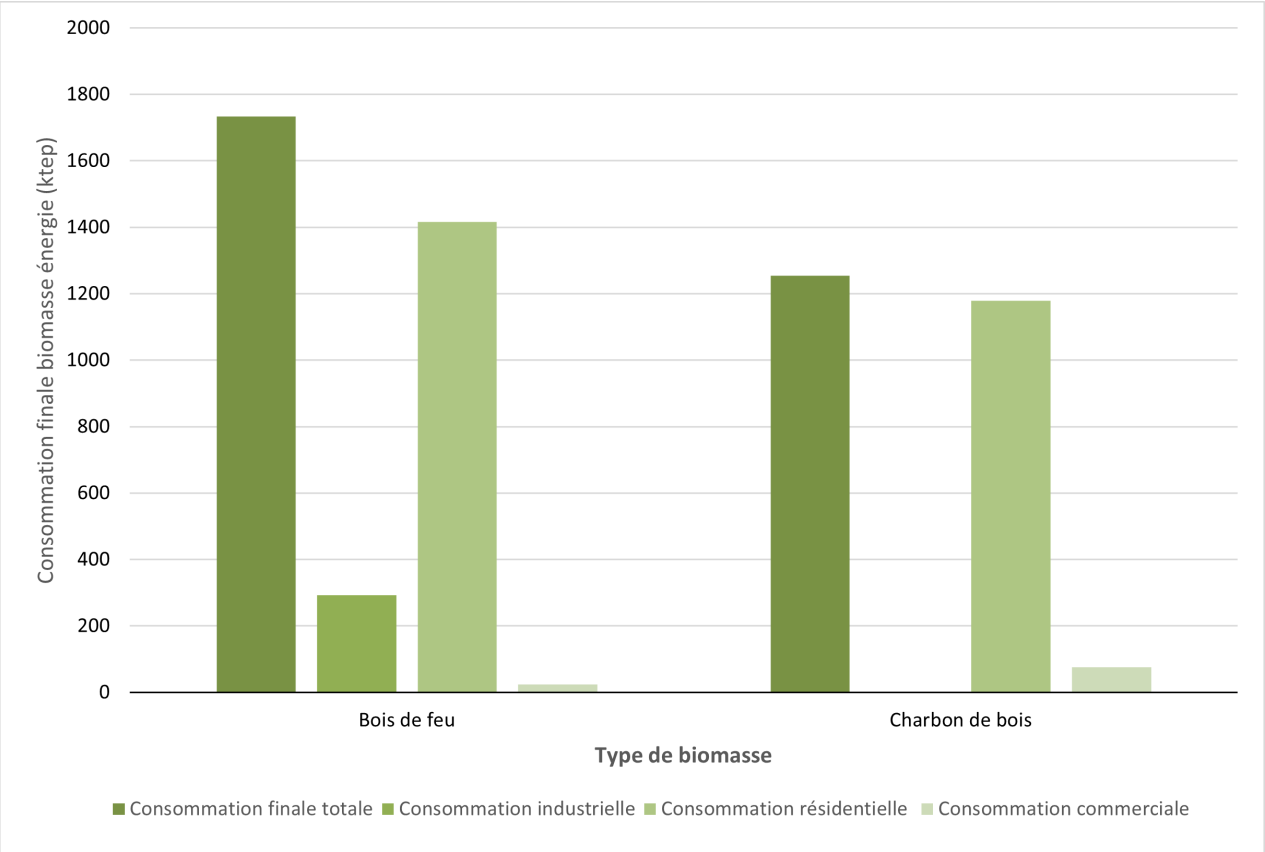

Figure 41: Consommation finale d'énergie issue de la biomasse au Ghana

Source: Données du Système d'information sur l'énergie de la CEDEAO (2024)

L'industrie de la minoterie du palmier à huile ouvre la voie à la promotion des sources d'énergie alternatives au Ghana et pourrait servir de leçon aux installations de transformation de la région. La production de chaleur et d'électricité est une activité importante dans le secteur de la transformation de l'huile de palme au Ghana. Toutes les usines de transformation de palmiers à huile à moyenne et grande échelle produisent de la chaleur et/ou de l'électricité à partir de résidus solides générés par la transformation (voir tableau 4). La Ghana Oil Palm Development Company (GOPDC) utilise les effluents liquides pour produire du biogaz en plus de l'utilisation des déchets solides. GOPDC est la plus grande usine de palmiers à huile du Ghana et appartient à la Société d'Investissement pour l'Agriculture Tropicale (nv Siat sa) de Belgique. Les détails du processus du GOPDC sont présentés dans l'encadré 3.

Tableau 4: Centrales à biomasse modernes de petite et moyenne taille au Ghana

Nom de l'usine	Matière première de biomasse	Type de technologie	Capacité de l'installation	Produit
HPW Fresh and Dry	Déchets de fruits	Digesteur anaérobie (DA)	2 *450m^3	Chaleur
Benso Oil Palm Plantation	Déchets de palmiers à huile	Installation de combustion	500 kW	Chaleur / Électricité
Twifo Oil Palm Plantation	Déchets de palmiers à huile	Installation de combustion	1200 kW	Chaleur / Électricité
Ghana Oil Palm Development Company (GOPDC)	Déchets de palmiers à huile	Installations de combustion et DA	2500 kW et 2*10 000m^3	Chaleur / Électricité
Safisana	Matières fécales, déchets industriels et déchets commerciaux	DA	100 kW	Électricité

Source: Commission ghanéenne de l'énergie, 2016

ENCADRÉ 3 Production de chaleur et d'électricité à partir de déchets de palmiers à huile au GOPDC

L a Ghana Oil Palm Development Company (GOPDC) est la plus grande usine de palmiers à huile du Ghana avec une capacité de production de 130 000 tonnes par an, une usine d'huile de palme en grappes de fruits frais et une usine de fractionnement de 100 tonnes par jour. Afin de promouvoir l'utilisation durable de la biomasse, GOPDC utilise tous ses résidus de biomasse solide et liquide pour produire de l'électricité et de la chaleur pour ses opérations de traitement et fournir de l'électricité à la communauté résidentielle de l'entreprise.

Vue de l'usine GOPDC avec plantation en arrière-plan

Les déchets solides, qui comprennent des grappes de fruits vides et des coquilles de palmistes, sont utilisés pour produire de la chaleur et de l'électricité dans une centrale de cogénération. La centrale de cogénération de 2,5 MW utilise tous les déchets solides, avec des coquilles supplémentaires de palmiste provenant des communautés voisines de l'usine. La centrale peut fournir environ 90 à 95 % des besoins en électricité de l'entreprise, y compris les zones résidentielles. Cependant, cela peut varier tout au long de l'année, en fonction des fluctuations de la production. Le reste des besoins en électricité de l'entreprise est couvert par le réseau national.

Four à combustion de biomasse au GOPDC

L'effluent liquide de l'usine est acheminé vers un système de digestion anaérobie (DA). Le système DA se compose de deux digesteurs ballons d'une capacité de 10 000 m^3 chacun. Les installations fonctionnent à une température comprise entre 30 et 35 degrés Celsius, sans chauffage externe. Pendant la haute saison de production, la production de biogaz est de 300 à 400 m3 par jour et par réacteur, ce qui se réduit à environ 55 à 200 m3 par jour et par réacteur pendant la saison de production à base de soudure. Le mélange quotidien se fait à l'aide d'agitateurs, avec une teneur en méthane du biogaz d'environ 56%. Le biogaz produit est utilisé pour la production de vapeur à la raffinerie. Les chaudières de la raffinerie consomment la quasi-totalité du gaz produit par les installations de biogaz. Un torchage mineur du gaz se produit pendant la haute saison de production pour réduire la pression dans les ballons. Le cas du GOPDC est un cas d'apprentissage intéressant pour les unités de traitement industriel de la région qui produisent de grandes quantités de déchets solides et liquides, mais qui ne les utilisent pas pour la production moderne d'énergie à partir de la biomasse. Lorsque de grandes quantités de déchets sont générées sur place, elles servent de matière première gratuite pour générer des sources d'énergie moins chères et plus fiables, en particulier par rapport au coût d'autres systèmes de gestion et d'élimination.

Une vue de l'une des usines de biogaz et de l'agitateur du GOPDC

Vue aérienne des usines de biogaz du GOPDC

Source: GOPDC [13]

[13] https://www.gopdc-ltd.com/latest-news/siat-wins-biogas-industry-award-for-best-agricultural-plant/

Guinée-Bissau (chaleur et électricité provenant des coques de noix de cajou)

La biomasse joue un rôle essentiel dans la consommation totale d'énergie en Guinée-Bissau. Elle a contribué à hauteur de 85 % à la consommation finale d'énergie en 2020 (voir tableau 5). Le bois de chauffage est le plus dominant parmi les types de biomasse, constituant environ 84 % de la consommation finale de biomasse énergie. Contrairement à d'autres pays de la CEDEAO, la consommation d'énergie de la biomasse résidentielle est principalement dominée par le bois de feu, le charbon de bois ne représentant que 8,3 % de la consommation d'énergie finale dans le secteur résidentiel (voir figure 42).

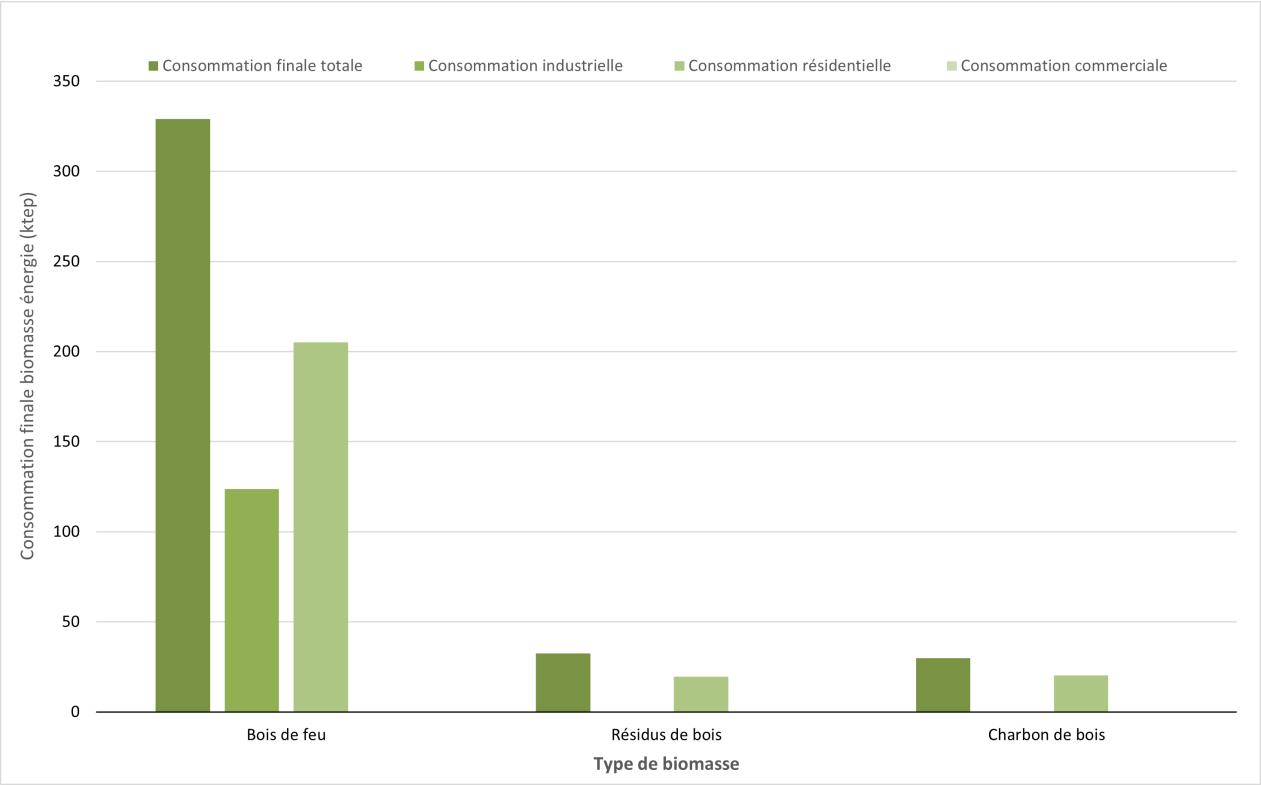

Figure 42: Consommation finale de biomasse énergie en Guinée-Bissau

Tableau 5: Production et utilisation de la biomasse énergie en Guinée-Bissau

	Bois (ktep)	Wood residues (ktoe)	Charcoal (ktoe)
Production	389.52	32.4	29.92
Offre totale	389.52	32.4	29.92
Différence statistique	1.44	0.3	-
Transformation dont :	61.92	0.3	-
Unités de production de charbon de bois	61.2	-	-
Autres transformations	0.72	0.3	-
Consommation finale totale	329.04	32.4	29.92
Secteur d'activité :	123.84	-	-
Alimentation, boissons et tabac	7.92	-	-
Construction	16.2	-	-
Autres industries non spécifiées	99.72	-	-
Autres secteurs :	205.2	32.4	29.92
Résidentiel	205.2	19.5	20.24
Services commerciaux et publics	-	-	-
Agriculture/sylviculture/pêche	-	12.9	9.68
Non spécifié	-	12.9	9.68

Source: Système d'information sur l'énergie de la CEDEAO (2024)

Malgré l'utilisation plus répandue de la biomasse traditionnelle comme combustible pour la cuisson et d'autres applications thermiques, la Guinée-Bissau a mis en œuvre des technologies de bioénergie efficaces et respectueuses de l'environnement, en particulier la combustion de la biomasse pour la production d'électricité. Les technologies sont principalement installées dans des communautés et des industries où la biomasse est abondante, avec quelques cas spécifiques discutés dans cette section. La noix de cajou est de loin la culture de rente la plus importante produite en Guinée-Bissau et fournit des déchets de biomasse qui peuvent être utilisés pour la production d'énergie (voir tableau 6). La noix de cajou est cultivée dans tout le pays, principalement à l'échelle des plantations familiales où la plupart des familles sont impliquées dans la production de noix de cajou (Pachero de Carvalho et Mendes, 2015). La production totale de noix de cajou a atteint environ 182 000 tonnes en 2013 ; Les exportations officielles ont atteint 132 000 tonnes cette année, mais de grandes quantités ont également été exportées vers les pays voisins sans enregistrement. La pomme de cajou, la coque de noix de cajou (CNS) et la coquille liquide de noix de cajou (CNSL) sont les principaux sous-produits de la biomasse générés par la transformation de la noix de cajou. Le tableau 7 présente quelques détails sur son potentiel de production d'électricité.

Tableau 6: Ressources en biomasse en Guinée-Bissau

Produit de base	Production (t/an)	Suis-produit	Production (t/an)
Noix de cajou crues	180,000	Pomme cajou	504,000
	Traité 6 000	Coquille de noix de cajou	3,675
		Coquille liquide de noix de cajou	750
Riz	Brut 200 000	Cosse de riz	26,400
	Montant net 120 000	Paille de riz	120,000
Fruit du palmier	80,000	Déchets solides	44,000
		Eaux usées de palme	80,000
		Coquille de palmiste	30,000
Arachide	46,000	Coquille	22,080
		Paille	105,800
Brandy	2,750	Bagasse	30,000
		Poubelle de canne à sucre	5,000
		Vinasse	15,000
Bovins (têtes)	1,600,000	Fumier	1,176,000
Exploitation forestière/ sciage (m^3)	6,400	Résidus forestiers	4,103
		Copeau	4,014
		Sciure	1,338

Source: Frederiks et al. (2017)

Tableau 7: Production d'électricité et consommation de coquille pour différentes voies de conversion

	Unité	Machine à vapeur [a]		Turbine à vapeur [b]	
Sortie nette	kWe	50	200	50	200
Efficacité nette	%	5%	5%	3%	6%
Production d'électricité [c]	MWh/a	135	540	135	540
Consommation annuelle de coquilles [d]	t/a	442	1767	690	1473
Consommation spécifique de coquilles [d]	Kg/kWh	3.3	3.3	5.1	2.7
Consommation annuelle de coquilles [e]	t/a	512	2046	799	1705
Consommation spécifique de coquille [e]	Kg/kWh	3.8	3.8	5.9	3.2

Remarques : (a) basé sur la chaudière Benecke/machine à vapeur (16/1,2 bar (a) pression de la vapeur) (b) contre-pression turbine (17/1 bar(a) pressions de vapeur (c) sur la base de 3600 h/a à 75% de capacité (d) coquille cuite à la vapeur (e) coquille cuite à l'huile
Source: Frederiks et al. (2017)

La combustion de la bagasse de canne à sucre et des résidus de canne à sucre produits dans le secteur de la distillerie représente le potentiel immédiat le plus important (5,1 GWh/an), suivie de la gazéification des copeaux de bois (2,3 GWh/an), du biogaz issu des excréments de bovins (1,5 GWh/an) et de la gazéification des coquilles de noix de cajou (1,4 GWh/an). D'autres, comme la combustion de la paille de riz, le biogaz issu de la pomme de cajou et la gazéification des coques de palmiste et des balles de riz, présentent également un bon potentiel théorique.

Le principal obstacle pratique au déploiement de ces ressources est leur production à petite échelle et dispersée. Certaines centrales électriques à biomasse ont été mises en place au fil des ans. Ces systèmes utilisent les ressources de biomasse disponibles au sein des entreprises ou des collectivités. Malgré la mise en œuvre réussie de certains de ces systèmes pendant un certain temps, ils ont été confrontés à des défis techniques et économiques variables. Deux de ces études de cas intéressantes sont examinées dans les encadrés 4 et 5.

ENCADRÉ 4: Centrale de transformation de la biomasse en électricité: SAFIM

La centrale à biomasse de Safim a été conçue à l'origine par la FUNDEI (Fondation guinéenne pour le développement des entreprises industrielles / Fundação Guineense para o Desenvolvimento Empresarial Industrial) en 2007. L'usine a été construite et démarrée en 2012 avec le soutien financier de l'UEMOA. L'usine dispose d'une chaudière biomasse horizontale à grille fixe d'une capacité de 1 MWth, d'un alternateur asynchrone à courant alternatif de 82 kVA et de 415 V avec une puissance nominale d'arbre de turbine de 60 kW. La matière première est la coquille de noix de cajou avec une consommation de 201 kg/h (4,8 t/j).

La centrale a été mise en service et testée en 2013. Selon Frederiks et al. (2017), la centrale a fonctionné pendant plusieurs jours pendant la phase d'essai, mais on ne sait pas si elle a jamais atteint sa pleine puissance. Pendant la phase de test, il y a eu des problèmes de fonctionnement de la chaudière : le liquide de coquille de noix de cajou sortant des coquilles s'est mélangé au combustible et aux cendres et a provoqué des blocages dans la grille. Cela empêchait l'évacuation des cendres et l'alimentation en air par la grille. Le fonctionnement de la chaudière nécessitait un ratissage constant pour dégager la grille, ce qui rendait impossible le fonctionnement de la chaudière avec les portes du four fermées. De plus, la production de fumée était excessive, recouvrant de fumée l'environnement immédiat de l'usine. Après la phase de test, l'exploitation de l'usine a été interrompue, avec 45 kWh d'énergie générée.

ENCADRÉ 4: Centrale électrique de SICAJU

Un autre projet pilote intéressant est la centrale SICAJU de 75 kWe. Elle produit de l'électricité et de la vapeur pour l'usine de transformation de la noix de cajou, en utilisant des coquilles de noix de cajou usagées. L'équipement a fonctionné de manière satisfaisante jusqu'en 2009 ; l'usine de transformation de la noix de cajou a été fermée temporairement, et lorsqu'elle a redémarré, la chaudière fonctionnait toujours, mais le moteur à vapeur a connu un dysfonctionnement. La charge maximale de l'usine SICAJU est d'environ 30-40 kVA, et la centrale électrique a fourni cette charge sans problème. La capacité de traitement de SICAJU est d'environ 1 200 t/an, mais elle pourrait être augmentée par l'ajout de relais.

Les défis et les enseignements tirés de ces centrales à biomasse peuvent être utilisés pour assurer la réussite de la mise en œuvre de tels projets dans les pays membres de la CEDEAO. Par exemple, le principal obstacle technique de la centrale biomasse de Safim est le dysfonctionnement de la machine à vapeur, qui nécessite une évaluation et une résolution par un spécialiste. Comme l'usine a bien fonctionné pendant deux ans et que l'équipement a été bien entretenu, on s'attend à ce qu'aucune rénovation majeure ne soit nécessaire. Comme l'ont noté Federiks et al. (2017), les connaissances et l'expérience dans le développement de projets de conversion de la biomasse en électricité en Guinée-Bissau sont limitées. Il a été signalé que des connaissances techniques approfondies sur les propriétés de la biomasse, la sélection de technologies appropriées, l'efficacité et la valorisation énergétique de la biomasse les taux de conversion et la mise à l'échelle de l'usine font défaut. Dans le cas de la centrale de Safim, cela a conduit à un mauvais choix technologique, à une sous-estimation de la consommation de combustible, à la sélection d'un site éloigné des fournisseurs potentiels de biomasse et au mépris de la concession existante d'approvisionnement en électricité. Par conséquent, la réplication de tels projets dans les pays de la CEDEAO nécessite une analyse technique approfondie pour garantir le choix de la technologie appropriée en fonction de la matière première de biomasse disponible et, surtout, de l'emplacement de l'usine à un endroit approprié pour assurer l'approvisionnement durable en matières premières. Le développement de la main-d'œuvre locale est essentiel pour que ces usines fonctionnent correctement et soient durables.

Burkina Faso (biomasse pour les activités productives)

La biomasse joue un rôle important dans la production d'énergie au Burkina Faso. En 2020, la biomasse représentait 73,6 % de la consommation finale totale d'énergie au Burkina Faso (voir tableau 8). Parmi les types de biomasse, le bois de chauffage est le combustible le plus consommé, constituant 76,2 % de l'énergie finale de la biomasse consommée dans le pays. L'utilisation résidentielle de la biomasse domine le paysage de la biomasse, comme le montre la figure 43.

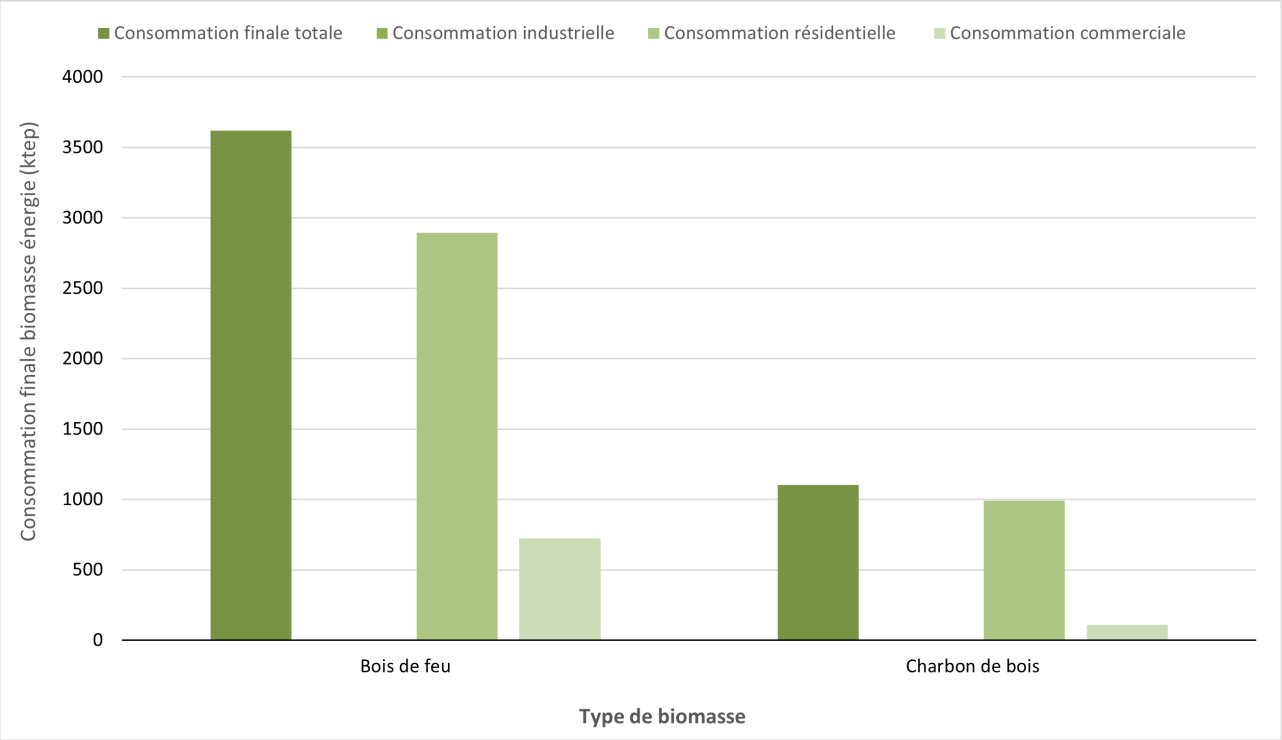

Figure 43: Consommation finale de biomasse énergie au Burkina Faso

Tableau 8: Production et utilisation de l'énergie de la biomasse au Burkina Faso (quelle année)

	Bois (ktep)	Résidus agricoles (ktep)	Charbon de bois (ktep)
Offre totale	5425.2	27.2	1102.64
Transformation dont :	1804.68	-	-
Unités de production de charbon de bois	1804.68	-	-
Consommation finale totale	3620.16	27.2	1102.64
Résidentiel	2896.2	27.2	992.64
Services commerciaux et publics	723.96	-	110

Source: Système d'information sur l'énergie de la CEDEAO (2024)

Après l'usage résidentiel, l'utilisation commerciale pour les activités productives est la deuxième application la plus importante des combustibles de biomasse au Burkina Faso. Un exemple d'utilisation productive de la biomasse est le projet BioStar, qui développe des solutions bioénergétiques durables pour les petites entreprises agroalimentaires dans les zones rurales du Burkina Faso (et du Sénégal). Seize PME burkinabè et sénégalaise sont impliquées dans le projet en tant qu'entreprises pilotes. Le premier équipement de bioénergie, qui produit des mangues séchées, a été installé à AgroBurkina (voir figure 44). L'entreprise utilise un séchoir utilisant la chaleur générée par la combustion de coques de noix de cajou (Cirad, 2023). AgroBurkina est convaincu des mérites de cette technologie et prévoit d'installer un autre séchoir à bioénergie de plus grande capacité, fabriqué localement. Des équipements identiques seront également produits localement et installés dans trois autres unités pilotes de séchage de mangues au Burkina Faso et au Sénégal.

Figure 44: Séchage des mangues à l'aide de la chaleur produite par la combustion de coquilles encaissées

Source: Cirad (2023)

Une autre utilisation productive de la biomasse au Burkina Faso est l'utilisation du bois de chauffage pour le brassage de la bière. Au Burkina Faso, le brassage de la bière est la troisième activité la plus importante, après l'agriculture et le travail salarié. Les deux principales villes du pays, Ouagadougou et Bobo-Dioulasso, comptent 2 380 et 1 144 brasseries, respectivement, produisant la bière locale dolo (GIZ, 2013). La production de bière consomme d'importantes quantités de bois de chauffage. Le projet FAFASO (Foyers Améliorés au Burkina Faso) soutient la diffusion de foyers performants pour la production de bière. Le projet permet d'introduire de grands foyers pour les brasseurs de bière de mil, en particulier dans les grandes villes. Le foyer à boue amélioré Foyer dolo Roumdé pour la production locale de bière (figure 10), disséminé par FAFASO, permet d'économiser plus de 60 % de combustible par rapport aux anciens modèles de foyers et même plus de 80 % par rapport aux foyers traditionnels à trois pierres, qui sont encore souvent utilisés dans les zones rurales, même pour le brassage de la bière (GIZ, 2013).

Figure 45: L'utilisation du bois de chauffage dans les fourneaux améliorés pour le brassage de la bière au Burkina Faso

Source: GIZ (2013)

La COP28 et la voie à suivre pour l'utilisation moderne de la biomasse dans la région de la CEDEAO

Lors de la COP 28, 118 gouvernements se sont engagés à tripler leur capacité d'énergie renouvelable d'ici 2030. Cependant, les organisations de la société civile (OSC) désapprouvent la biomasse pour la production d'électricité à grande échelle, craignant les dangers l'utilisation des forêts pour la production d'électricité à partir de la biomasse et l'impact que cela pourrait avoir sur les communautés et les terres agricoles, en particulier en Afrique. Cette position des OSC peut affecter le financement des solutions d'énergie à biomasse à grande échelle dans la région, en particulier si la matière première n'est pas à base de déchets. Cependant, cela crée une opportunité pour les pays membres de la CEDEAO de se concentrer sur des solutions à plus petite échelle, telles que la cuisson propre et d'autres activités productives.

Selon l'Institut de l'environnement de Stockholm (SEI, 2024), les donateurs internationaux se sont engagés à investir des milliards de dollars dans la cuisine propre lors de la COP28. On s'attend à ce qu'environ 4,5 milliards de dollars par an soient disponibles pour soutenir la cuisson propre. La Banque africaine de développement s'est également engagée à consacrer environ 20 % de ses investissements dans le secteur de l'énergie à la cuisson propre, ce qui permettra de dégager 2 milliards de dollars supplémentaires sur dix ans pour des initiatives de cuisson propre. Les pays de la CEDEAO doivent être bien placés pour bénéficier certaines de ces opportunités de financement afin de soutenir la transition vers une cuisson propre dans la région. Parmi les questions clés qui doivent être abordées, citons l'amélioration de l'accès à des foyers améliorés, la promotion de technologies améliorées de carbonisation du bois, la promotion de la production de granulés et de briquettes à partir de ressources à base de déchets qui seraient autrement jetées, et la promotion d'une transition plus large et plus rapide vers le GPL et l'électricité pour la cuisson. Cela est également conforme à la politique sur la biomasse énergie de la CEDEAO et à sa politique énergétique.

Les fourneaux à biomasse améliorés sont encouragés dans la région depuis de nombreuses années, mais la plupart des ménages utilisent encore des foyers à biomasse moins efficaces pour cuisiner. La disponibilité, l'abordabilité et les méthodes de cuisson font partie des défis qui entravent l'adoption généralisée. Ces questions doivent être traitées de manière appropriée, conformément aux recommandations de la Politique de la CEDEAO en matière de bioénergie et de la Politique de la CEDEAO en matière d'énergies renouvelables. La réduction de la quantité de bois utilisée pour l'énergie dans les pays de la CEDEAO ne se fera pas uniquement avec des foyers améliorés. La région doit également mettre l'accent sur la promotion de fours à charbon améliorés pour une production efficace de charbon de bois, qui est un combustible de cuisson majeur pour les communautés urbaines de la région. En plus de faire prendre conscience des avantages de l'amélioration des technologies de carbonisation, il s'agit également de renforcer les capacités pour localiser la construction de fours et rendre les fours améliorés abordables dans les communautés rurales où le charbon de bois est principalement produit.

Les briquettes et les granulés de biomasse issus de la biomasse solide peuvent remplacer le bois de chauffage et réduire la déforestation. Ils peuvent être utilisés aussi bien pour la cuisine domestique que pour les activités commerciales à petite échelle. Celles-ci doivent être promues dans le cadre de la stratégie globale de transition vers une cuisine propre.

Au sommet de l'échelle de l'énergie de cuisson pour chaque pays se trouvent le GPL et l'électricité. La transition vers le GPL et l'électricité pour la cuisson devrait être l'objectif ultime d'une cuisine propre dans la région. Des approches innovantes sont nécessaires pour compléter les efforts existants visant à améliorer l'accès au GPL et à l'électricité pour la cuisson. Des recherches sont nécessaires pour promouvoir une technologie de cuisson électrique qui consomme moins d'électricité, y compris les cuisinières à induction, car la cuisson électrique est l'un des moyens les plus sûrs de décarboner la cuisine dans la région. D'autres preuves de l'abordabilité de la cuisson électrique sont également nécessaires pour convaincre les ménages de passer aux technologies de cuisson électrique.

Au-delà de la cuisine domestique, il est également important pour la région de se pencher sérieusement sur la promotion de la biomasse à des fins productives, comme le font les petites industries de transformation existantes dans la région. Des études de cas ont été fournies sur les efforts en cours au Burkina Faso pour promouvoir l'utilisation durable de la biomasse à des fins productives. Des initiatives telles que celles du Burkina Faso sont nécessaires dans d'autres pays où la biomasse est utilisée en grande quantité pour des entreprises productives, afin d'assurer une utilisation durable. Il est nécessaire de concevoir et de fabriquer des dispositifs améliorés d'application de la biomasse qui répondent aux besoins de transformation et aux cultures des pays respectifs et de leurs localités, ainsi que de former les entreprises aux pratiques durables dans l'utilisation de la biomasse.

Comme le montre l'étude de cas de la Ghana Oil Palm Development Company (GOPDC), il existe également des possibilités d'utiliser les déchets agricoles et de transformation issus des usines de transformation disséminées dans la région pour la production captive de chaleur et d'électricité afin de compléter l'approvisionnement du réseau. Le cas du GOPDC montre un exemple qui peut être reproduit dans toute la région, en particulier avec les progrès des technologies de conversion de la biomasse qui sont capables d'utiliser une pléthore de sources de déchets de biomasse pour générer de la chaleur et de l'électricité. La région de la CEDEAO regorge d'activités agricoles primaires et secondaires qui génèrent de grandes quantités de déchets de biomasse qui devraient être utilisés de manière durable à des fins énergétiques.

En ce qui concerne les biocarburants liquides, certains pays de la région ont reconnu les avantages potentiels du développement des industries nationales de biocarburants pour améliorer l'autosuffisance énergétique pour les transports et le développement rural. Cependant, il est essentiel de trouver un équilibre entre les objectifs économiques et les priorités sociales et environnementales et d'établir des cadres de gouvernance clairs pour promouvoir la croissance durable du secteur des biocarburants liquides. Pour accroître la production de biocarburants dans la région, il est recommandé d'accroître la collaboration entre les secteurs public et privé, de mener des projets à l'échelle communautaire, d'informer le public, d'intenter des incitations fiscales et d'adopter des technologies durables. S'ils sont utilisés de manière responsable, les biocarburants pourraient devenir un carburant de plus en plus important dans le mix énergétique des transports de la région dans les années à venir. La production durable de biocarburants liquides devrait éviter les conflits qui pourraient résulter de l'utilisation concurrentielle des terres pour l'alimentation et les carburants. Des efforts doivent être faits pour soutenir les activités de production alimentaire tout en promouvant la production de biocarburants pour les transports.

En fin de compte, la cohérence des politiques et les effets à long terme seront mieux réalisés dans un contexte régional, qui nécessite une harmonisation des approches conformément à l'objectif stratégique 6 de la politique énergétique actualisée de la CEDEAO, qui vise à accroître l'accès à une énergie moderne et propre pour la cuisson dans la région.

3 TRANSITION VERS LES FORMES D'ENERGIE PROPRE DU SOUS-SYSTEME BIOMASSE

L'approche et la méthodologie retenues s'inscrivent dans la le cadre des stratégies et principes directeurs de la politique actualisé de l'énergie de la CEDEAO adoptée en mai 2023. Celle-ci se caractérise par un mix énergétique à long terme moins dépendant des ressources fossiles et compatible avec les objectifs du développement économique, social environnemental ainsi que la sécurité énergétique.

Une approche à partir des besoins c'est á dire des **consommations finales** est essentielle afin de s'inscrire dans une logique de développement économique, social et environnemental. Pour tenir compte de ces contraintes, il est impératif de se fonder sur un modèle répondant á ces critères (approche par les consommations, compatibilité avec les bilans énergétiques nationaux), suffisamment flexible afin de tenir compte de la complexité du système énergétique des pays, particulièrement en matière de consommation finale des zones urbaines et rurales et de mix électrique à long terme.

Que signifie accès universel aux formes d'energie : les alternatives crédibles

Dans le pays de la CEDEAO, les énergies traditionnelles (bois de feu et le charbon de bois) occupent encore un poids prépondérant dans la consommation des ménages et principalement pour les usages de cuisson. Il existe cependant de fortes disparités entre les zones rurales et urbaines et selon les pays. A titre d'exemple au Cap Vert, les énergies traditionnelles ne sont que faiblement utilisés.

L'accès universel implique une diminution de la part de ces énergies traditionnelles auxquelles vont se substituer des formes d'énergie propre. Dans le cas des pays de la CEDEAO, il s'agit essentiellement du GPL et probablement à partir de 2040 du gaz naturel dans les zones urbaines.

Systeme energetique biomasse de la CEDEAO[14]

Dans la Communauté Economique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) ainsi que dans de nombreux pays d'Afrique subsaharienne, la biomasse, principalement le bois de feu et le charbon de bois, représentent la majeure partie de la consommation finale totale, en particulier afin de répondre aux besoins en matière de cuisson des ménages urbains et ruraux. En 2021, la biomasse dans les pays de la CEDEAO, y compris le charbon de bois, représentait 60 % de la consommation finale avec des différenciations marquées entre les zones urbaines et rurales.

Les modes de production et de consommation de la biomasse génèrent plusieurs facteurs ayant un impact négatif sur l'environnement, la santé et le développement économique et social. En ce qui concerne l'environnement et le changement climatique, l'utilisation de la biomasse traditionnelle, telle que le bois et le charbon de bois, contribue à la déforestation et à la dégradation de l'environnement. La combustion de la biomasse pour les usages cuisson libère des gaz à effet de serre, contribuant au changement climatique, bien que cela soit controversé si la biomasse est utilisée de manière durable.

Impact sur le genre : La biomasse traditionnelle pour la cuisson nécessite souvent la collecte de bois de feu ou d'autres combustibles ligneux, ce qui nécessite un temps de travail long et ardu en particulier pour les femmes. En effet, les celles-ci sont traditionnellement responsables dans de nombreuses sociétés des taches ménagères notamment la préparation des repas et sont par conséquent les plus touchées par l'utilisation de biomasse traditionnelle.

[14] In this report biomass encompasses firewood and residues on one hand and charcoal on the other hand

La transition vers des solutions de cuisson propres peut avoir un impact positif considérable sur le changement climatique et améliorer la qualité de vie des ménages qui dépendent fortement de la biomasse traditionnelle. La transition vers une cuisson propre est en phase avec plusieurs objectifs de développement durable (ODD), notamment ceux liés à la santé et au bien-être (ODD3), à l'égalité des sexes (ODD5), à l'énergie propre et abordable (ODD7) et à l'action climatique (ODD13). L'accès à des combustibles propres et à des technologies efficaces, en particulier pour la cuisson, produit moins ou pas du tout d'émissions de gaz à effet de serre, aidant ainsi à lutter contre le changement climatique. Par ailleurs, les technologies efficaces et les combustibles propres peuvent rendre les femmes plus autonomes, contribuer à leur bien être sanitaire, réduire leur charge de travail leur permettant ainsi de consacrer plus de temps à l'éducation et aux activités génératrices de revenus. Ceci implique cependant une bonne compréhension des systèmes énergétiques biomasse actuels et futurs tant du point de vue des flux générés que de leur quantification , ce qui n'est pas encore le cas dans la plupart des pays d'Afrique subsaharienne

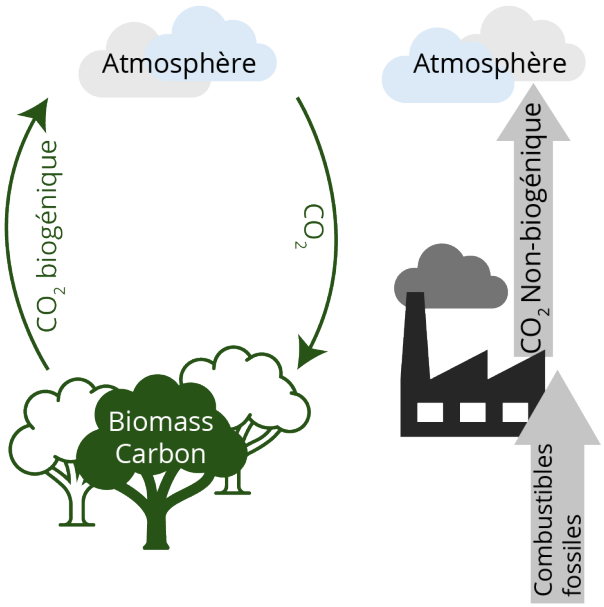

Figure 46: Le système biomasse

Source: www.ieabioenergy.com/iea-publications/faq/woodybiomass/biogenic-co2/

Faut-il prendre en compte les émissions provenant de la biomasse, et quelle méthodologie?

Il existe une différence fondamentale entre la combustion des combustibles fossiles et la combustion de la biomasse. La combustion des combustibles fossiles libère du carbone qui a été enfermé dans la Terre pendant des millions d'années, tandis que la combustion de la biomasse émet du carbone qui fait partie du cycle biogénique du carbone. L'utilisation des combustibles fossiles augmente la quantité totale de carbone dans le système biosphère-atmosphère, tandis que les systèmes bioénergie fonctionnent au sein de ce système. Le carbone provenant de la combustion de la biomasse retourne simplement dans l'atmosphère et est absorbé lors de la croissance des plantes.

Le résultat net des émissions de gaz à effet de serre (GES) provenant de l'utilisation de la biomasse pour l'énergie n'est pas estimé en calculant les émissions au point de combustion. Les flux de carbone biogénique et toutes les émissions de GES fossiles associées sont pris en compte en considérant l'ensemble du système bioénergétique. C'est la raison pour laquelle la bioénergie est considérée comme une source d'énergie neutre en carbone et est souvent promue par les politiques gouvernementales comme un substitut aux combustibles fossiles. Pour la même raison, aucune taxe carbone n'est appliquée à la combustion de la biomasse. Il convient cependant de souligner que l'exploitation non durable de la biomasse entraîne la dégradation des sols et des terres, la déforestation et, dans des cas extrêmes, la désertification, ce qui entraîne des additions nettes d'émissions de gaz à effet de serre.

Représentation et quantification du système énergétique de la biomasse de la CEDEAO

Le système énergétique de la biomasse des pays la CEDEAO est relativement complexe et se caractérise par son caractère informel. La complexité est influencée par divers facteurs, notamment socio-économiques, technologiques, environnementaux et politiques. L'approvisionnement en énergie des pays de la CEDEAO provient d'une large gamme de ressources en biomasse, y compris les résidus agricoles, les déchets forestiers et animaux. Une partie de ces ressources primaires est transformée en charbon de bois par le biais, dans la plupart des cas, d'équipements traditionnels peu efficaces du point de vue de la transformation d'énergie (voir figure 2).

Le charbon de bois est une source d'énergie importante pour les usages de la cuisson chauffage, en particulier dans les zones urbaines, tandis que la biomasse et les déchets, principalement le bois de feu, sont prédominants dans les zones rurales. De plus, la production de charbon de bois est une source de revenus pour de nombreux ménages tant urbains que ruraux, offrant des opportunités d'emplois pour les acteurs impliqués dans la production, le transport et la commercialisation du charbon de bois.

La production de charbon de bois en Afrique subsaharienne est souvent caractérisée par des pratiques informelles et traditionnelles reposant sur des technologies traditionnelles et inefficaces dans le processus de carbonisation. Ces pratiques contribuent à l'érosion des sols, à la perte d'habitats et à des dommages environnementaux à long terme. Un des défis majeurs associés à la production de charbon de bois est la déforestation. De plus, les méthodes de cuisson traditionnelles au charbon de bois peuvent entraîner une pollution de l'air intérieur, posant des risques pour la santé, en particulier celle des femmes et des enfants qui sont les plus exposés.

La transition vers des technologies de biomasse propres modernes et durables nécessite de surmonter des comportement bien établis et des préférences culturelles. Dans notre modélisation, nous prendrons en compte d'une part le bois de feu et les déchets, et d'autre part le charbon de bois. Le concept de biomasse et de déchets englobera toutes les formes de biomasse, y compris le charbon de bois. Le diagramme suivant résume le sous-système énergétique de la biomasse.

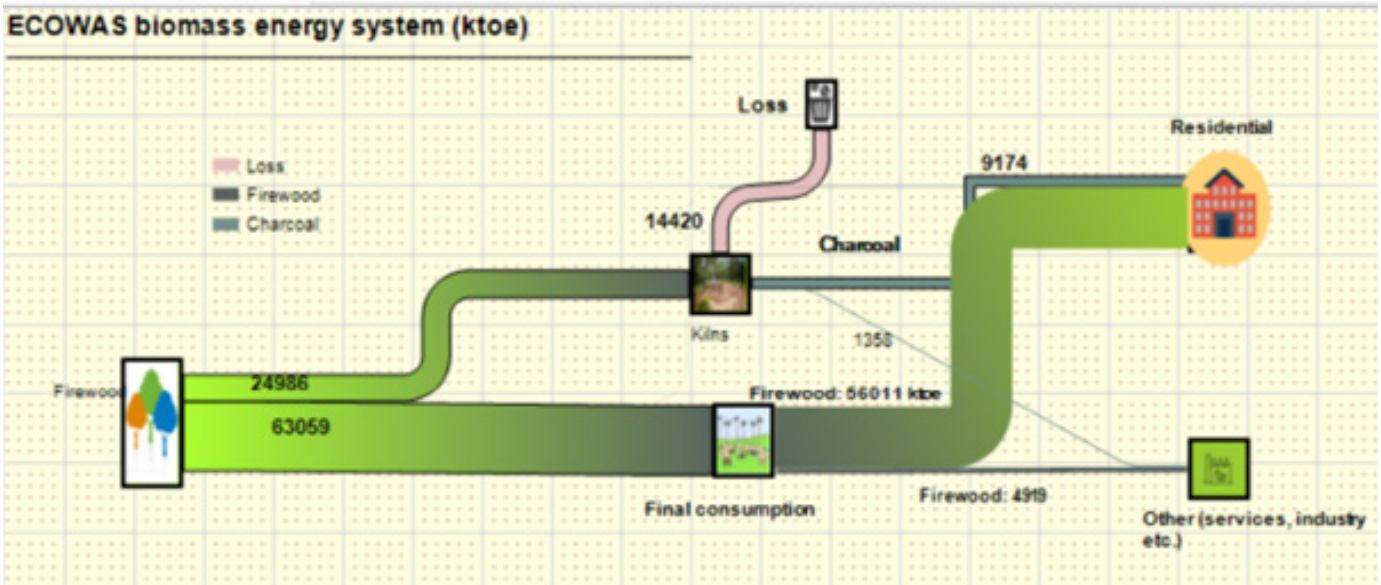

Figure 47: Energie système biomasse ECOWAS in 2021 (ktep)

En 2021, près de 89,5 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep) de biomasse ont été produites dans la région de la CEDEAO. Une partie de cette production primaire, soit environ 25 Mtep, a été transformée en charbon de bois. La biomasse restante a été utilisée comme combustible de cuisson principalement dans les zones rurales. La majeure partie de la biomasse et du charbon de bois est principalement destinée à répondre aux besoins des ménages urbains et ruraux. Une fraction est consacrée aux services (restaurants par exemple) et à l'industrie, principalement aux petites industries traditionnelles telles que les brasseries, la fabrication de briques, la céramique, etc. Compte tenu des faibles taux d'efficacité du processus de carbonisation, il y a des pertes importantes, estimées à 14,4 Mtep en 2021. La production de charbon de bois est souvent réglementée de manière informelle, ce qui pose des défis en matière de surveillance et de contrôle des pratiques non durables.

Criteres pour la modelisation du sous-systeme biomasse et la transition energetique

Il existe désormais un large consensus sur les bénéfices sociaux, économiques et environnementaux de la transition des biomasses traditionnelles vers des formes d'énergie propres modernes, notamment pour la cuisson. Passer des biomasses traditionnelles à des combustibles propres est essentiel pour améliorer la santé, protéger l'environnement, promouvoir l'égalité des sexes et favoriser le développement durable à l'échelle mondiale. Cependant, au moins pour la CEDEAO, cela n'est pas étayé par des scénarios ou trajectoires suffisamment détaillés sur un horizon temporel long afin d'évaluer la faisabilité de la transition. Par ailleurs, le plus souvent, la dichotomie entre les zones urbaines et rurales n'est pas prise en considération. Au-delà des principes qui sont primordiaux, un tel objectif nécessite une approche méthodologique rigoureuse comprenant les étapes suivantes. Les hypothèses engloberont les zones rurales et urbaines ainsi que tous les combustibles selon l'arborescence ci-après.

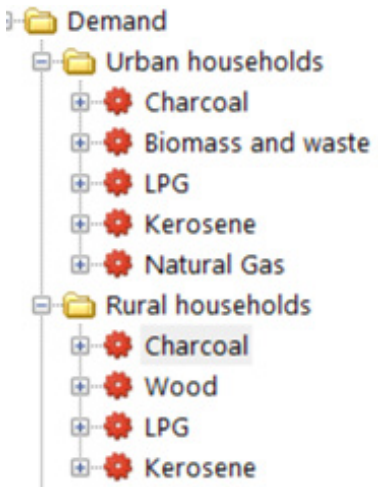

Figure 48: Arborescence des ménages urbains et ruraux

Scénarios différenciés selon les zones urbaines et rurales

Compte tenu des disparités entre les zones rurales et urbaines, l'accès universel suppose des scénarios et des hypothèses différents selon les zones urbaines et urbaines. Par ailleurs, compte tenu du faible taux d'accès actuel aux énergies propres, l'objectif régional de l'accès universel en 2030 n'est pas réaliste car il va impliquer une pénétration massive du GPL, seule énergie crédible à l'horizon 2030. Les capacités actuelles de production de GPL sont insuffisantes. Aussi, des quantités importantes de GPL devront être importées impactant ainsi fortement la balance commerciale de ces pays. Hormis le budget consacré aux importations, les infrastructures actuelles (unités d'embouteillage, camions pour les transports, terminaux portuaires de réception etc..) doivent être considérablement développées.

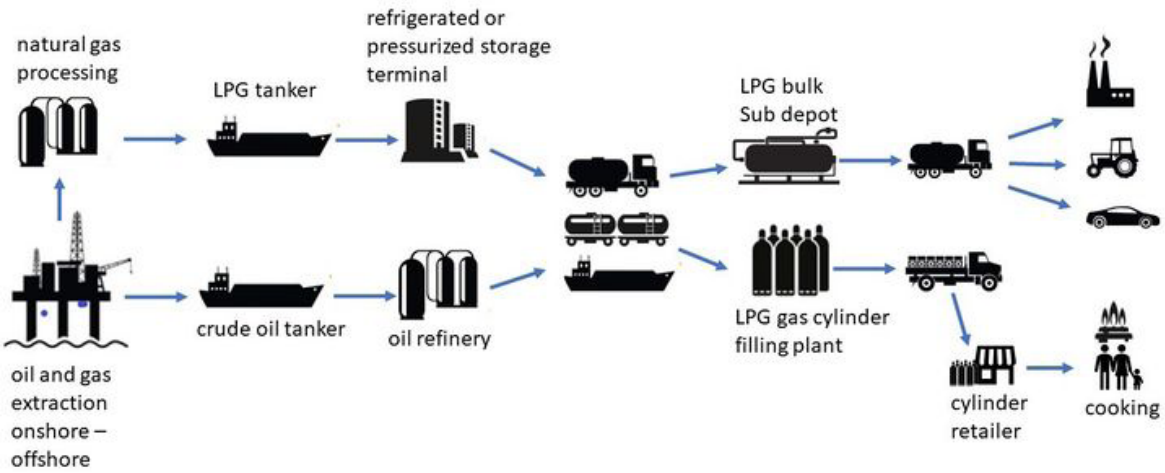

Figure 49: LPG value chain
Source: Ssource energypedia) Chaine de valeur GPL

Année de référence et source des données

L'année 2021 a été retenue comme année de référence car il s'agit de la dernière année pour pour laquelle la CEDEAO a collecté, traité et effectué un contrôle de qualité des données reçues de la plupart les États membres. Pour un nombre limité de pays qui n'ont pas encore envoyé leurs données à la CEDEAO, une extrapolation jusqu'à l'année 2021 a été estimée sur la base des données historiques Par ailleurs, à l'inverse de 2020, l'année 2021 est une année que l'on peut considérer comme normale car elle n'a pas été marquée par des phénomènes cycliques de forte amplitude comme la COVID 2019.

Base de données : CEDEAO et États membres

La base statistique retenue est alimentée par le système énergétique de la CEDEAO. Il s'agit d'une base de données complète et transparente, accessible en ligne (*https://eis.ecowas.int/*). Elle englobe l'ensemble du système énergétique, de la production à la consommation finale. De plus, la plupart des données sont disponibles en tonnes équivalent pétrole (tep) ainsi qu'en unités spécifiques ou physiques. Les statistiques clés ont été fournies par les États membres.

Les scénarios et l'horizon temporel

L'horizon temporel retenu s'étend jusqu'en 2050 avec une analyse des résultats en 2030, 2035, 2040 et 2050. Cependant les calculs seront disponibles pour toutes les années couvrant la période 2021-2050.

Hormis le scenario tendanciel (BAU), un scenario de rupture ou de transition énergétique soutenue (TRANSECOWAS) a été développée. Ce scénario est caractérisé par une forte diminution des combustibles traditionnels (bois de feu et charbon de bois) compensée par une forte pénétration des énergies propres pour la cuisson notamment le GPL.

Model chosen for modelling the biomass sub-sector and justification

Le modèle LEAP (Low Emissions Analysis Platform) a été choisi pour élaborer les scénarios du sous-système de la biomasse. Plusieurs facteurs justifient ce choix

- Plusieurs études ont souligné la pertinence du modèle LEAP, notamment son efficacité et son alignement avec les bilans énergétiques similaires à ceux établis par la CEDEAO.
- LEAP est une plateforme robuste et largement reconnue qui peut capturer efficacement les subtilités du sous-système de la biomasse tout en offrant transparence et flexibilité afin de s'adapter à divers scénarios et cadres politiques. Par exemple, LEAP a été utilisé par plusieurs pays africains pour leur Contribution Déterminée au niveau National (CDN) soumises à la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC).
- LEAP offre également l'avantage d'être un modèle ouvert, permettant une grande flexibilité pour l'utilisateur et une transparence, notamment dans les calculs et la sélection des hypothèses.
- LEAP est catégorisé comme un modèle ascendant (bottom-up), ce qui signifie qu'il part de la demande désagrégée qui constitue la base du modèle.
- La nouvelle politique énergétique régionale de la CEDEAO a été modélisée sur la base du modèle LEAP.

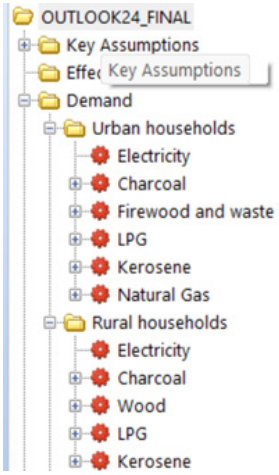

Figure 50: Arborescence des ménages urbains et ruaux au sein de l'espace ECOWAS (LEAP modèle)

Répartition des ménages ruraux et urbains jusqu'en 2050: tendance démographique

La collecte de données pour l'élaboration des bilans énergétiques annuels produits par les États membres ne comprend pas de dichotomie entre ménages urbains et ruraux. Pour les tendances futures, cette dichotomie est essentielle car le modèle de consommation est différent ainsi que la tendance démographique. La figure et le tableau suivants montrent l'évolution démographique jusqu'en 2050 des ménages urbains et ruraux qui sera utilisée pour modéliser la consommation de biomasse.

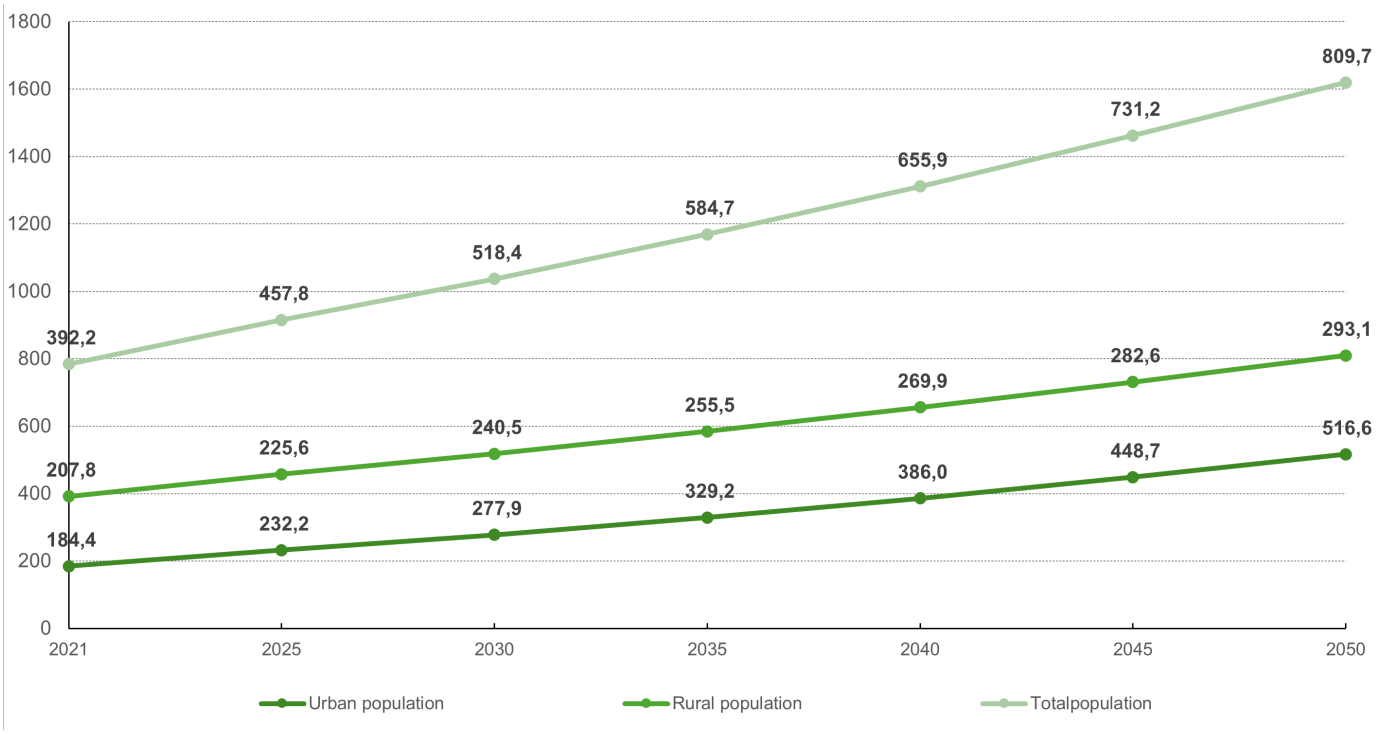

Figure 51: Urban, rural and total population 2021-2050

Tableau 9: Urban, rural and total population 2021-2050

Source: United Nations database, Population division

Branch	2021	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Urban population	184,41	232,16	277,95	329,19	385,99	448,65	516,64
Rural population	207,77	225,59	240,50	255,47	269,88	282,57	293,08
Total population	392,18	457,75	518,45	584,66	655,87	731,22	809,72

Typologie de la consommation de biomasse urbain et rural

Le modèle de consommation du bois de feu et du charbon de bois varie considérablement selon les zones urbaines et rurales. Le charbon de bois est prédominant dans les zones urbaines tandis que le bois de feu est le principal combustible de cuisson dans les zones rurales. L'urbanisation rapide a entraîné une demande croissante de charbon de bois dans les zones urbaines, stimulée par la croissance démographique et la migration rurale. Cette demande accrue aggrave souvent les problèmes environnementaux. Cependant, la consommation dans les deux zones a un impact sur la déforestation.

Le bois de chauffage et le charbon de bois sont les principaux combustibles pour répondre à la demande des ménages tant en milieu urbain que rural. On suppose que **90 % du charbon de bois et 5 % du bois de chauffage** sont consacrés à répondre à la demande des zones urbaines, tandis que **10 % du charbon de bois et 95 % du bois de feu** sont consommés dans les zones rurales. **Ces hypothèses sont dérivées de la politique énergétique régionale.**

Conversion des unités spécifiques à la tonne équivalent pétrole et valeurs calorifiques par défaut

La conversion est basée sur les valeurs calorifiques par défaut des combustibles respectifs selon les Recommandations internationales des Nations Unies pour les statistiques de l'énergie (IRES[15]). Les valeurs calorifiques par défaut sont utilisées lorsque des valeurs calorifiques spécifiques ne sont pas disponibles. Les valeurs calorifiques par défaut, qui se réfèrent au contenu énergétique des combustibles avec des caractéristiques spécifiques, sont généralement applicables dans tous les contextes (différents pays, différents flux, etc.). Les valeurs calorifiques spécifiques sont basées sur la spécificité du combustible en question et sont mesurables à partir de la source de données originale. Étant donné la diversité des spécificités des biocombustibles au sein de la CEDEAO et en l'absence de mesures propres aux pays, les valeurs par défaut constituent la meilleure approche méthodologique pour les conversions. Dans de nombreux cas, il existe des différences marquées entre les valeurs supérieures et inférieures. Par exemple, pour le bois de chauffage et le charbon de bois, les valeurs calorifiques sont les suivantes

Tableau 10: Valeur calorifique des principaux combustibles domestiques

GJ/tonne metrique	Valeur calorifique par default	Valeur calorifique basse	Valeur calorifique haute
Bois de feu et résidus	15,6	7,9	31
Charbon de bois	29,5	14,9	58
GPL	47,3	44,8	52,2

Source: UN-IRES (2018, table 4.1)

[15] International Recommendations for Energy Statistics (IRES, 2018) , UN ST/ESA/STAT/SER.M/93,

Quantifier les consommations urbaine et rurale

En 2021, selon les bilans énergétiques actualisés de la CEDEAO, la consommation totale de bois de feu et de déchets[16] a atteint 63 069 ktep et celle de charbon de bois 10 532 ktep.

Sur la base de ces hypothèses et de la typologie de la consommation de biomasse, la consommation dans les zones urbaines est la suivante :

Tableau 11: Consommation urbaine d'énergie en 2021 (ktoe)

Branche	2021 value	Current Account Expression	Unit
Charbon de bois	9 478	10532*0.9	ktoe
Biomasse et déchets	3 153	63059*0.05	ktoe
GPL	1 147	1247*0.92	ktoe
Kérosène	128	643*0.2	ktoe
Gáz naturel	0	0	ktoe

Dans les zones rurales, le bois de feu est la principale source d'énergie, en particulier pour la cuisson. La part des combustibles propres est relativement faible. Le tableau suivant montre la consommation totale et la part de la consommation rurale, ainsi que sa répartition entre toutes les formes d'énergie.

Tableau 12: Consommation rurale d'énergie en 2021 (ktoe)

Branch	2021 value	Current Account Expression	Unit
Electricité	518	2589*0.2	
Charbon de bois	1 053	10532*0.1	ktoe
Biomasse et déchets	59 916	63069*0.95	ktoe
GPL	100	1247*0.08	ktoe
Kérosène	514	643*0.8	ktoe

[16] In this report biomass will encompass all types of biomass (firewood, bioenergy wastes etc.)

Le tableau suivant résume la consommation de charbon et de biomasse dans les zones urbaines et rurales.

Tableau 13: Consommation de charbon et de bois de feu & déchets dans les zones urbaines et rurales en 2021 (ktep)

ktoe	Consummation totale	Zones urbaines	Zones rurales
Charbon de bois	10 532	9 479	1 258
Bois de feu et déchets	63 069	3 153	59 915

Tendances de consommation de bois de feu et charbon de bois dans les zones urbanes et rurales: Scénario de référence

En raison de variations significatives dans les types de consommation de combustibles et des disparités de richesse sociale et économique, la transition énergétique différera fondamentalement entre les zones urbaines et rurales. De plus, l'accessibilité aux combustibles propres dépend du type urbain ou rural des zones respectives. Il est donc primordial, lors de la modélisation de la transition énergétique, de se conformer à cette typologie.

Afin d'intégrer les incertitudes, deux scénarios ont été développés. Le premier scénario est le scénario de référence qui est le scénario tendanciel ou business as usual (BAU) sans changements ou perturbations significatifs. Le BAU est une référence pour analyser les évolutions de la production et de la consommation de biomasse au sein de la CEDEAO afin de développer des stratégies appropriées et des plans d'action.

Le deuxième scénario (TRANSECOWAS) est conforme aux principes d'accès aux formes d'énergie propres, efficaces et modernes, et d'équité entre les zones urbaines et rurales. Ce scénario suppose que les pays de la CEDEAO auront accès à des ressources financières et technologiques internationales généralement exprimées dans le cadre des Conférences des Parties (COP) ou des Contributions Déterminées au niveau National (CDN) soumises à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC).

Assumptions for the BAU scenario

La consommation urbaine en 2021 est la suivante :

Population urbaine (milliers)	Consommation totale de bois de feu et déchets (ktep)	Bois de feu et déchets (kgep*/capita/an)	Consommation totale de charbon de bois (ktep)	Charbon de bois (kgep/capita/an)
184 411	3153	17.1	9478	51.4

Sources: ECOWAS energy balances, UN Population division
** kg équivalent pétrole*

La consommation rurale en 2021 est la suivante :

Population rurale (milliers)	Consommation totale de bois de feu et déchets (ktep)	Bois de feu et déchets (kgep*/capita/an	Consommation totale de charbon de bois (ktep)	Charbon de bois (kgep/capita/an)
206 903	59915	289	1053	5.1

Sources: ECOWAS energy balances, UN Population division

Dynamique de la consommation urbaine et rurale de 2021 à 2050 et alignement avec la stratégie énergétique régionale de la CEDEAO

Les hypothèses développées varieront selon les zones urbaines et rurales. Cela est dû à des modes de consommation différents dans les deux zones. Afin d'être en phase avec la stratégie énergétique régionale, les hypothèses sont largement dérivées de la politique énergétique actualisée adoptée en 2023 par les États membres de la CEDEAO. Pour prendre en compte la dynamique du taux de croissance entre 2021 et 2050, trois périodes seront prises en compte avec des taux de croissance différents. Dans le scénario de référence ou BAU, le taux de croissance des biocombustibles sera largement inférieur au taux de croissance démographique. Cela est dû à la substitution partielle du GPL aux biocombustibles. Un taux de croissance relativement élevé des GPL caractérise ce scénario avec cependant un niveau initial absolu bas (tableau ci-après)

Tableau 14: Dynamique de la consommation des combustibles de cuisson en zones urbaines dans la CEDEAO 2021-2050: scenario de référence ou Business as usual

	2021-2030	2031-2040	2041-2050
Charbon de bois	1.59%	1.89%	1.79%
Bois de feu	1.95%	1.89%	1.79%
GPL	6.1%	7%	7%
Kérosène	-2%	-3%	-3%

Principaux résultats des zones urbaines 2021-2050

Malgré la transition partielle des combustibles traditionnels au GPL et un taux de croissance de la consommation largement inférieur à la croissance démographique urbaine, la consommation de charbon de bois devrait atteindre des niveaux absolus élevés d'ici 2050, ayant un impact significatif sur la déforestation et les émissions de gaz à effet de serre. La consommation de GPL atteindra 8,6 Mtep en 2050, soit environ huit fois le niveau de 2019.

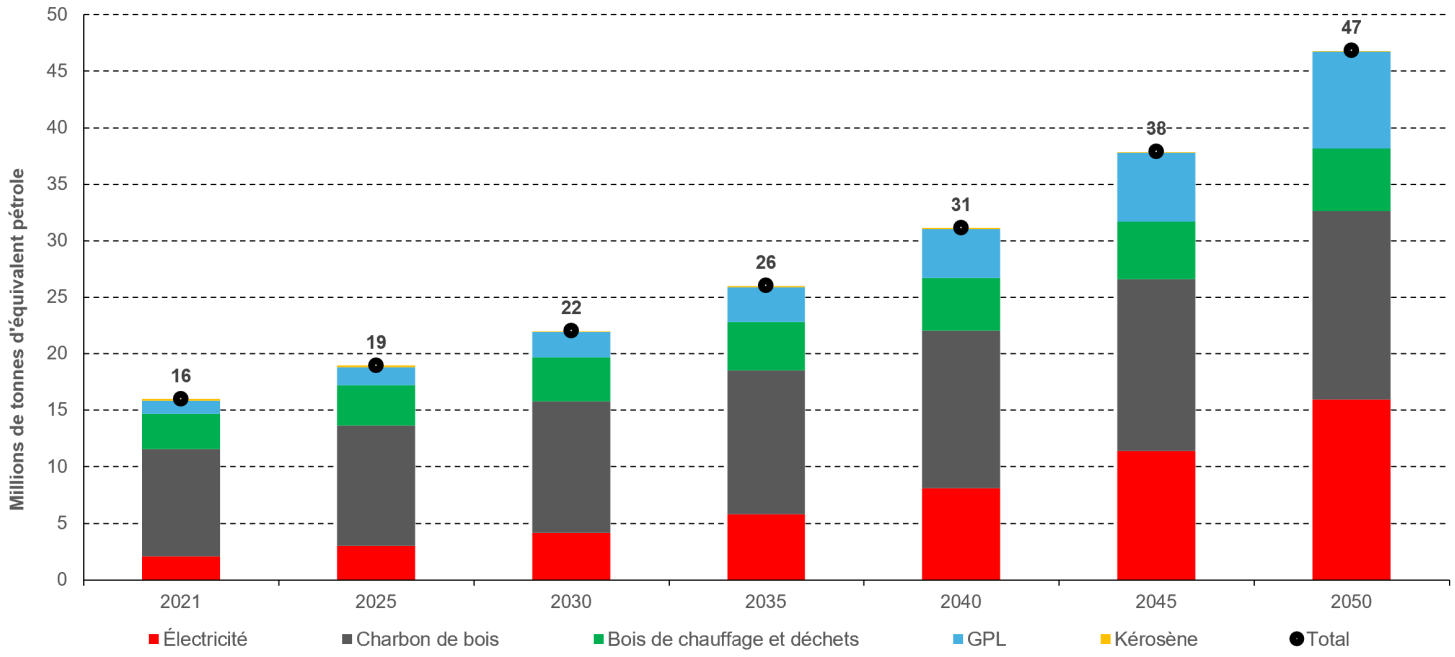

Figure 52: Consommation urbaine par formes d'énergie 2021-2050

Tableau 15: Consommation urbaine par formes d'énergie 2021-2050 scénario de réference (Mtep)

Branche	2021	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Annual Growth rate 2021-50
Electricité	2.1	3.0	4.1	5.8	8.1	11.4	16.0	7.3%
Charbon de bois	9.5	10.6	11.7	12.8	13.9	15.2	16.6	2.0%
Biomasse et déchets	3.2	3.5	3.9	4.2	4.6	5.1	5.5	2.0%
GPL	1.1	1.6	2.2	3.1	4.4	6.1	8.6	7.2%
Kérosène	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-2.9%
Gáz naturel	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	16.0	18.9	22.0	26.0	31.0	37.9	46.8	3.8%

Hypothèses et tendances dans les zones rurales

Dans les zones rurales, les principaux moteurs de la demande en combustibles de cuisson sont la croissance démographique, l'accès aux combustibles propres pour la cuisson et le pouvoir d'achat. Contrairement aux zones urbaines, les zones rurales sont éloignées des centres de production et de distribution de GPL, ce qui augmente les coûts finaux en raison des coûts de transport plus élevés. Même lorsque cette composante est subventionnée, elle n'est pas toujours appliquée. En se fondant sur la politique régionale de la CEDEAO, les hypothèses sont les suivantes:

Tableau 16: Dynamique de la consommation des combustibles de cuisson en zones rurales dans la CEDEAO 2021-2050: scenario de référence ou Business as usual

	2021-2030	2031-2040	2041-2050
Charbon de bois	1.50%	1.89%	1.89%
Bois de feu	0.5%	-1%	-1.5%
GPL	6.61%	7%	7%
Kérosène	-3%	-3%	-3%

Dans les zones rurales, malgré une diminution du taux de croissance de la consommation de bois de feu sur la période 2021-2050, ce combustible restera la principale source de cuisson pour la population rurale, atteignant 56,1 Mtep en 2040 et 48,2 Mtep en 2050 contre 59,9 Mtep en 2021. Cette tendance s'explique par la croissance démographique et un mix énergétique pour les populations rurales dans lequel les formes d'énergie propres, principalement le GPL, resteront marginales en valeurs absolues malgré des taux de croissance relatifs élevés. .

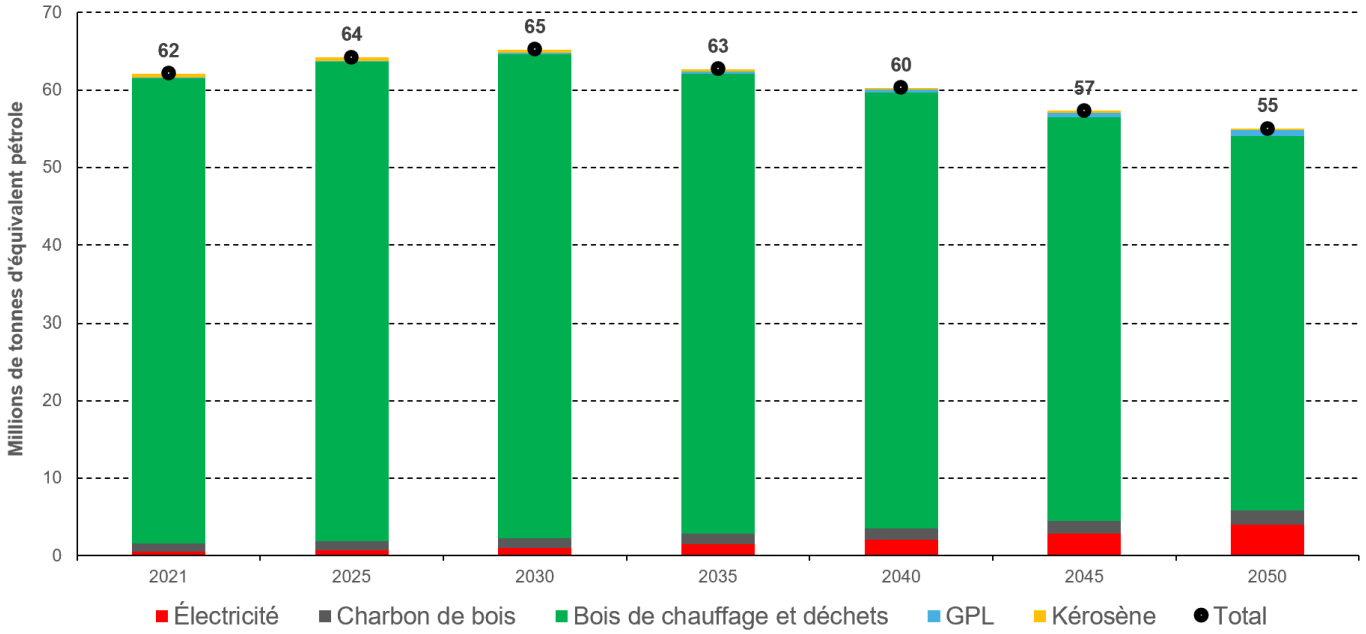

Figure 53: Consommation rurale par formes d'énergie 2021-2050: scénario de référence

Tableau 17: Consommation rurale par formes d'énergie 2021-2050 scénario référence (Mtep)

Branche	2021	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Total	Annual growth rate
Electricité	0.5	0.8	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	53.1	7.30%
Charbon de bois	1.1	1.2	1.2	1.4	1.5	1.6	1.8	42.1	1.89%
bois de feu et déchets	59.9	61.7	62.3	59.3	56.1	52.0	48.2	1 724.1	-0.75%
GPL	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	10.4	7.37%
Kérosène	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	9.7	-3.20%
Total	62.1	64.2	65.2	62.7	60.3	57.3	55.0	1 839.4	-0.42%

Cette tendance va accroître la pression sur la déforestation. Sur la période 2021-2050, plus de 1,7 milliard de tep de bois de feu et 1,8 Mtep de charbon de bois seront consommés pour répondre aux besoins de la population rurale notamment matière de cuisson. Cette tendance n'est pas durable pour maintenir la biodiversité et les ressources forestières, mais aussi pour des raisons d'équité sociale.

La consommation de GPL augmentera très fortement en valeurs relatives (8 fois). Cependant, la consommation par habitant restera très faible et inférieure à la consommation actuelle de certains pays d'Afrique subsaharienne et du Nord de l'Afrique. Une telle tendance ne va pas atténuer les fortes disparités en matière d'accès aux formes d'énergie propre entre les zones urbaines et rurales.

Scénario de transition et accès aux formes d'énergie propre: Resultat clés

Dans le cas de la CEDEAO, l'accès universel implique une réduction progressive de l'utilisation de la bioénergie entre l'année de référence 2021 et 2030. Après 2030, la part de la biomasse devrait diminuer de manière significative.

Les hypothèses du scénario de transition de la CEDEAO (TRANSECOWAS) sont alignées sur la Politique actualisé de l'énergie de la CEDEAO et ajustées pour prendre en compte une pénétration progressive du gaz naturel dans les zones urbaines à partir de 2040. Étant donné la concentration de la population dans les zones urbaines et le développement de l'infrastructure gazière, cette alternative sera de plus en plus rentable. De plus, la durée de vie des ressources en gaz naturel dans les pays de la CEDEAO est plus longue que celle des ressources pétrolières. Nous avons considéré qu'en 2040, le gaz naturel représentera seulement 2 % de la consommation de GPL, et 10 % en 2050. Le taux de croissance de la consommation de GPL est corrélé au taux de croissance de la population urbaine et inclut la transition des combustibles traditionnels vers des combustibles de cuisson propres pour se conformer à la tendance de l'accès universel à l'énergie propre. Cette tendance est réaliste et est basée sur les expériences des pays d'Afrique du Nord et d'Amérique latine. Comme c'était le cas pour le scénario de référence, les hypothèses seront très différentes selon les zones urbaines et rurales.

Consommation de biomasse dans les zones urbaines: résultats clé

Par rapport au scénario de référence (BAU), la mise en œuvre de la politique énergétique régionale de la CEDEAO impliquera une transition structurelle de la biomasse traditionnelle vers des énergies propres, principalement le GPL mais aussi, dans une mesure nettement moindre, le gaz naturel à partir de 2040. L'objectif stratégique 6 de la politique énergétique de la CEDEAO vise à accroître l'accès de la population à une énergie moderne et propre pour les usages cuisson. Deux actions prioritaires ont été proposées pour atteindre cet objectif stratégique :

- Action Prioritaire 6.1 : Renforcer l'infrastructure et populariser l'utilisation du GPL ;
- Action Prioritaire 6.2 : Promouvoir le développement de combustibles de cuisson propres alternatifs.

Les hypothèses suivantes présentent les tendances contribuant à la mise en œuvre de la politique actualisé de l'énergie de la CEDEAO (ECOREP) dans les zones urbaines.

Tableau 18: Dynamique des combustibles de cuisson dans les zones urbaines dans les pays de la CEDEAO 2021-2050:TRANSECOWAS scenario

	2021-2030	2031-2040	2041-2050
Charbon de bois	1%	0.5%	-4.5%
Bois de feu	-0.5%	-0.5%	-4.5%
GPL*	7.5%	7.4%	6.6%
Kérosène	-3.5%	-3.5%	-3.5%

La diminution marginale du taux de croissance du GPL après 2031 est due à la diminution du taux de croissance de la population urbaine. Néanmoins, la consommation de GPL continuera de croître de manière très significative et représentera deux fois le taux de croissance de la population urbaine.

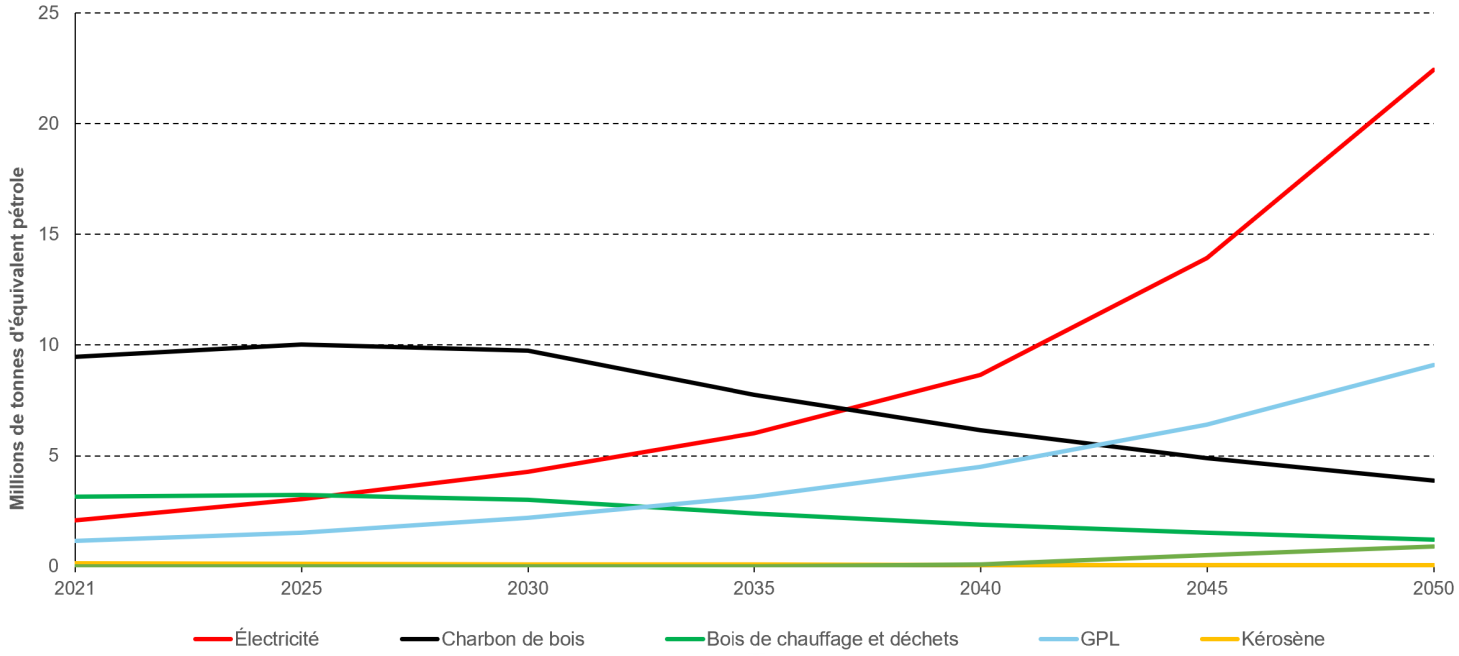

Figure 54: Consommation urbaine par formes d'énergie 2021-2050: TRANSECOWAS scenario

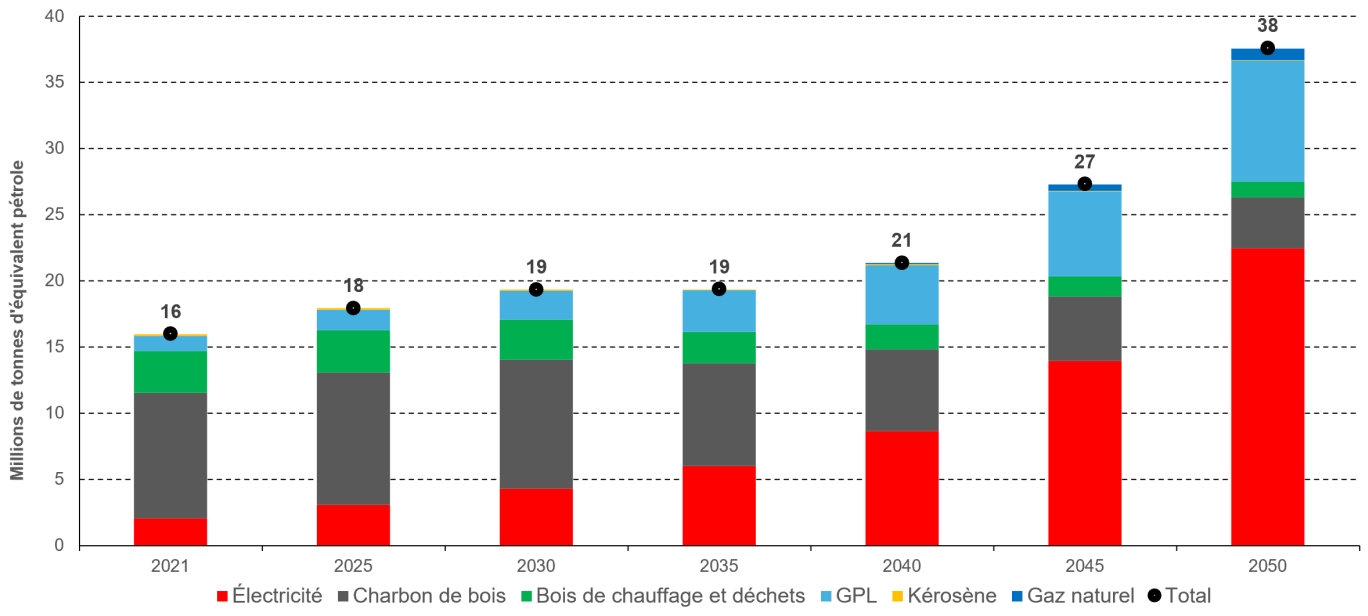

Figure 55: Consommation urbaine par sources d'énergie 2021-2050 : Scénario TRANSECOWAS

Tableau 19: Consommation urbaine par formes d'énergie 2021-2050: TRANSECOWAS scenario (Mtep)

Branch	2021	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Total	Annual average growth
Electricity	2.1	3.1	4.3	6.0	8.7	13.9	22.4	247.1	8.6%
Charcoal	9.5	10.0	9.8	7.7	6.2	4.9	3.9	224.0	-3.0%
Firewood and waste	3.2	3.2	3.0	2.4	1.9	1.5	1.2	70.2	-3.3%
LPG	1.1	1.5	2.2	3.1	4.5	6.4	9.1	117.2	7.4%
Kerosene	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	2.4	-3.5%
Natural gas	-	-	-	-	0.1	0.5	0.9	5.5	
Total	16.0	17.9	19.3	19.4	21.3	27.3	37.6	666.4	3.0%

En 2050, la consommation de charbon de bois, actuellement principal combustible, diminuera en passant de 9,5 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep) en 2021 à 3,9 Mtep. La part du bois de feu (biomasse et déchets) ne sera que de 1,2 Mtep en 2050 contre 3,2 Mtep en 2021. Le passage de ces combustibles traditionnels au GPL s'explique par une forte pénétration du GPL (taux de croissance moyen de 7,4 % par an entre 2021 et 2050) et l'introduction, à un rythme lent, du gaz naturel à partir de 2040. Le tableau suivant montre la part des formes d'énergie dans les zones urbaines et la composition énergétique comparative entre l'année de référence et l'année finale.

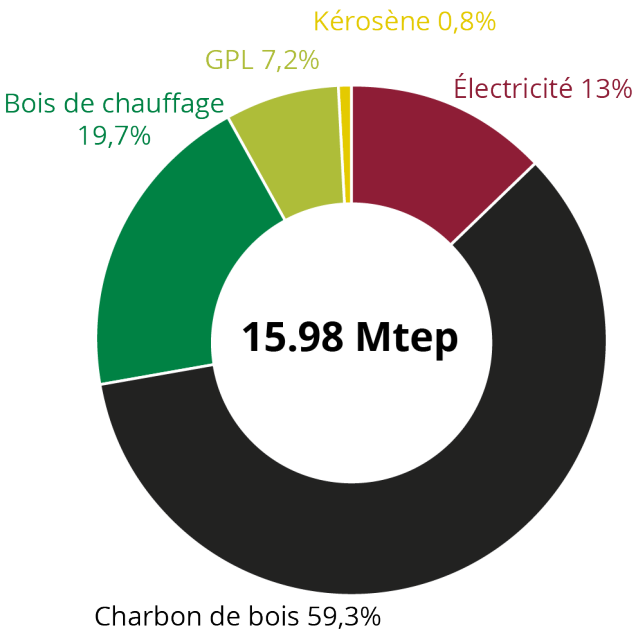

Figure 56: Part des sources d'énergie dans la consommation finale des zones urbaines en 2021

En 2050, la part de la biomasse (charbon de bois et bois de feu) diminuera considérablement, passant de 79 % en 2021 à 13 % en 2050. Le GPL, et dans une moindre mesure le gaz naturel, contribueront à la transition vers des combustibles propres. La tendance de l'électricité est fournie à titre d'illustration car elle contribuera principalement à l'accès universel à l'électricité. En effet, le rôle de l'électricité dans la transition du bois de feu et du charbon de bois vers des énergies propres restera relativement faible. Il convient de souligner que la transition nécessite la construction de l'infrastructure pour la production et la distribution de GPL ainsi que l'infrastructure pour le gaz naturel, notamment le système de transport et de distribution.

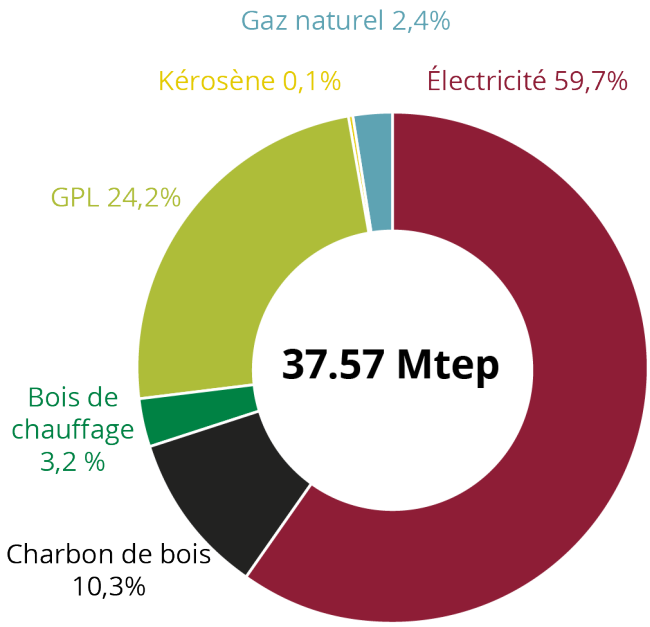

Figure 57: Part des sources d'énergie dans la consommation finale des zones urbaines en 2050

Consommation de biomasse dans les zones rurales: résultats clés

La biomasse, comprenant le bois de feu, les résidus agricoles et animaux , constitue la principale source d'énergie pour la cuisson et le chauffage pour la plupart des ménages ruraux des pays de la CEDEAO. Les communautés rurales des pays de la CEDEAO dépendent fortement de la biomasse pour répondre à leurs besoins énergétiques quotidiens en raison d'un accès limité à des sources d'énergie propre telles que le gaz de pétrole liquéfié (GPL). Il est crucial de relever les défis liés à la consommation de biomasse dans les zones rurales.

Les hypothèses suivantes présentent les tendances de la mise en œuvre de la politique de l'énergie de la CEDEAO (ECOREP) dans les zones rurales et la réalisation des objectifs de développement durable, notamment la réduction de la pauvreté, l'égalité des sexes et la durabilité environnementale, au sein de la région.

Tableau 20: Dynamique des combustibles de cuisson dans les zones rurales de la CEDEAO 2021-2050: TRANSECOWAS scenario

	2021-2030	2031-2040	2041-2050
Charbon de bois	2.1%	1%	0.5%
Bois de feu	0.5%	-6%	-7%
GPL*	Doublement de la consommation entre 2021 et 2025. Ensuite doublement de la consommation tous les cinq ans à partir de 2030		
Kérosène	-3.5%	-3.5%	-3.5%

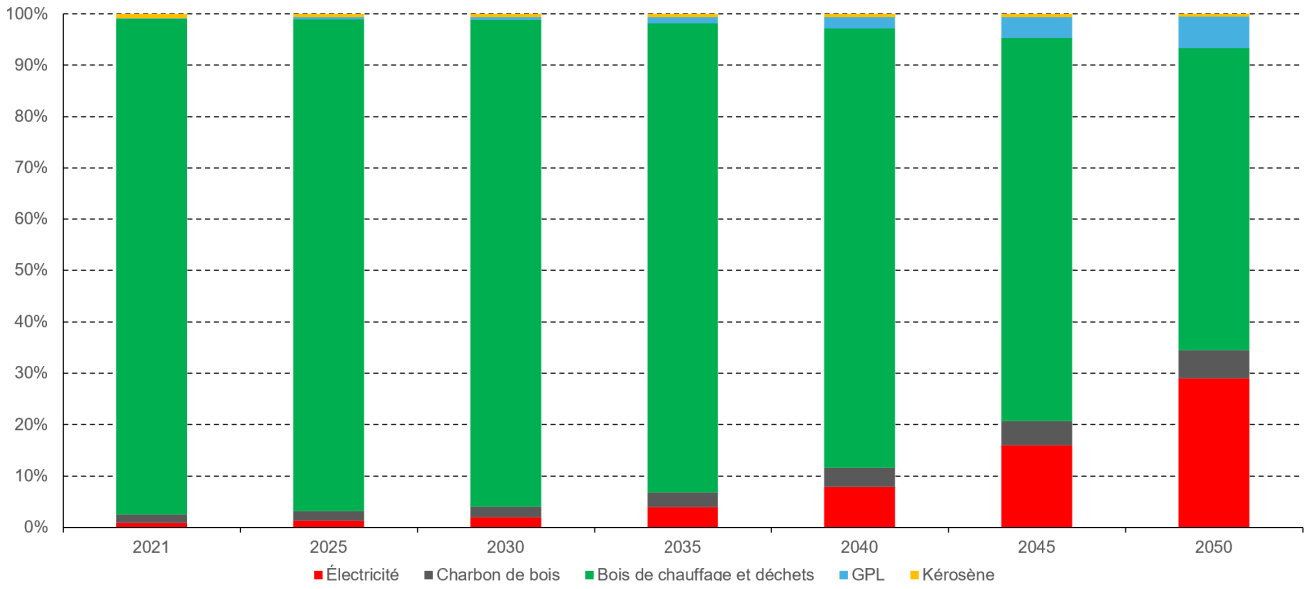

Figure 58: Evolution de la structure de la consommation d'énergie dans les zones rurales de la CEDEAO 2021 - 2050

* La consommation de GPL reste encore très faible dans les zones rurales. Un taux de croissance très élevé n'aura qu'un impact marginal sur la consommation de GPL dans ces zones. On suppo-sera donc que la consommation de GPL doublera tous les 5 ans. Il s'agit d'une hypothèse réaliste compte tenu de la consommation de GPL encore très faible dans les zones rurales.

Tableau 21: Structure de la consommation d'énergie dans les zones rurales de la CEDEAO 2021-2050

Branche	2021	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Electricité	0.8%	1.3%	2.0%	3.9%	7.9%	15.9%	29.0%
Charbon de bois	1.7%	1.9%	2.1%	2.8%	3.7%	4.8%	5.5%
Bois de feu et déchets	96.5%	95.8%	94.7%	91.4%	85.6%	74.6%	58.7%
GPL	0.2%	0.4%	0.6%	1.3%	2.2%	4.1%	6.1%
Kérosène	0.8%	0.7%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Il y aura une diminution significative de la consommation de bois de feu et de déchets, passant de plus de 96 % en 2021 à environ 59 % en 2050. La part du charbon de bois augmentera légèrement, reflétant la préférence pour des combustibles plus efficaces. Cependant, en 2050, cette part ne dépassera pas 5,5 %. Le kérosène restera marginal, avec seulement 0,6 % en 2050. Le passage des combustibles traditionnels aux combustibles propres sera compensé par une augmentation importante de la part du GPL (0,2 % en 2021, 4,1 % en 2050).

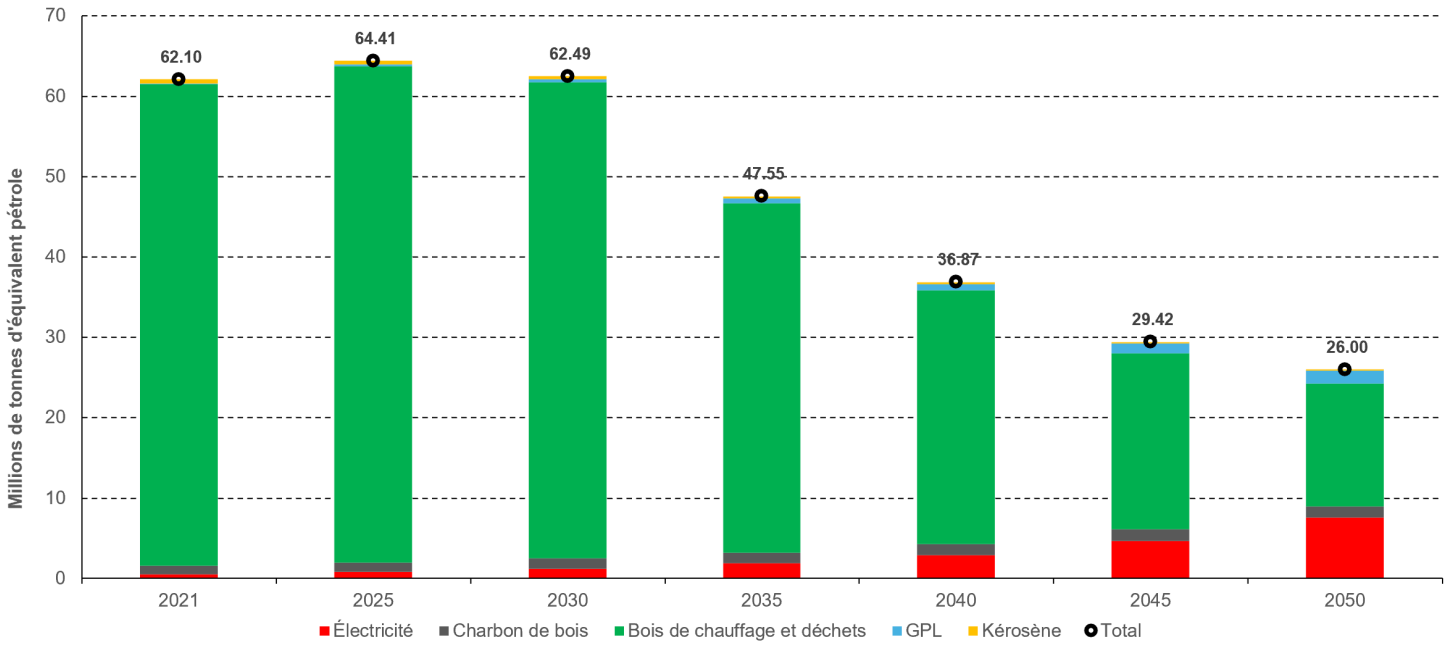

Figure 59: Evolution de la consommation d'énergie par les ménages ruraux : Scénario de transition

Tableau 22: Scénario de Transition dans les zones rurales 2021-2050

Branche	2021	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Taux croissance annuel moyen (%)
Electricité	0.5	0.8	1.2	1.9	2.9	4.7	7.6	9.7%
Charbon de bois	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.1%
Bois de feu et déchets	59.9	61.7	59.2	43.4	31.5	21.9	15.3	-4.6%
GPL	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.2	1.6	10.0%
Kérosène	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	-4.3%
Total	62.1	64.4	62.5	47.6	36.9	29.4	26.0	-3.0%

La modélisation de l'évolution de la consommation rurale montre qu'en moyenne, le taux de croissance annuel de la consommation de GPL dans les zones rurales connaîtra une réduction significative de la consommation de bois de feu et une forte augmentation de la consommation de GPL. Les principaux résultats du scénario de transition de la biomasse vers des combustibles propres dans les zones rurales sont les suivants :

- Le principal résultat est la forte diminution de la valeur absolue de la consommation de bois de feu et des résidus, passant de 59,9 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep) en 2021 à 15,3 Mtep, soit un taux de croissance négatif de -4,6 % malgré la croissance démographique dans les zones rurales. Cependant, cette part reste relativement élevée et devrait encore diminuer pour atteindre l'objectif global de l'Agenda 2063 de l'Union africaine.

- La part du GPL augmentera de manière spectaculaire, passant de 0,1 Mtep à 1,6 Mtep, soit en moyenne une croissance annuelle de 10 %. Pour atteindre l'accès universel à une énergie propre, cette tendance doit être maintenue au-delà de 2050, car le bois de feu et les déchets représenteront encore plus de 58 % du mix énergétique rural.

- La part du kérosène, déjà marginale, sera négligeable en 2050. Cette tendance est déjà observée dans la plupart des pays de la CEDEAO

Scenarios de transition energetique et impacts

La modélisation de l'évolution de la consommation de la biomasse énergie (bois de feu et charbon de bois) dans les zones urbaines et rurales montre l'impact sur le mix énergétique dans les deux zones ainsi que sur les ressources forestières. Le scénario de transition (TRANSECOWAS) entraînera d'importantes économies de bois énergie sur la période 2021-2050 et une pénétration relativement élevée du GPL dans les deux zones. Les zones urbaines expérimenteront l'introduction du gaz naturel à partir de 2040. La tendance sera relativement lente jusqu'en 2050. Le gaz naturel devrait jouer un rôle croissant dans le mix énergétique après le déploiement de l'infrastructure du gaz naturel pour la consommation urbaine à partir de 2040. Les principaux résultats sont présentés pour les zones urbaines et rurales.

Impact des scenarios de transition énergétique dans les zones urbaines

Les zones urbaines connaitront une forte diminution de la consommation de charbon de bois. Il n'y aura qu'une légère augmentation de la consommation de GPL par rapport au scénario de référence. Cela est dû au fait que dans les deux scénarios (Référence et TRANSECOWAS), le taux de croissance de la consommation de GPL sera relativement élevé. Le gaz naturel dans les zones urbaines sera introduit à partir de 2040.

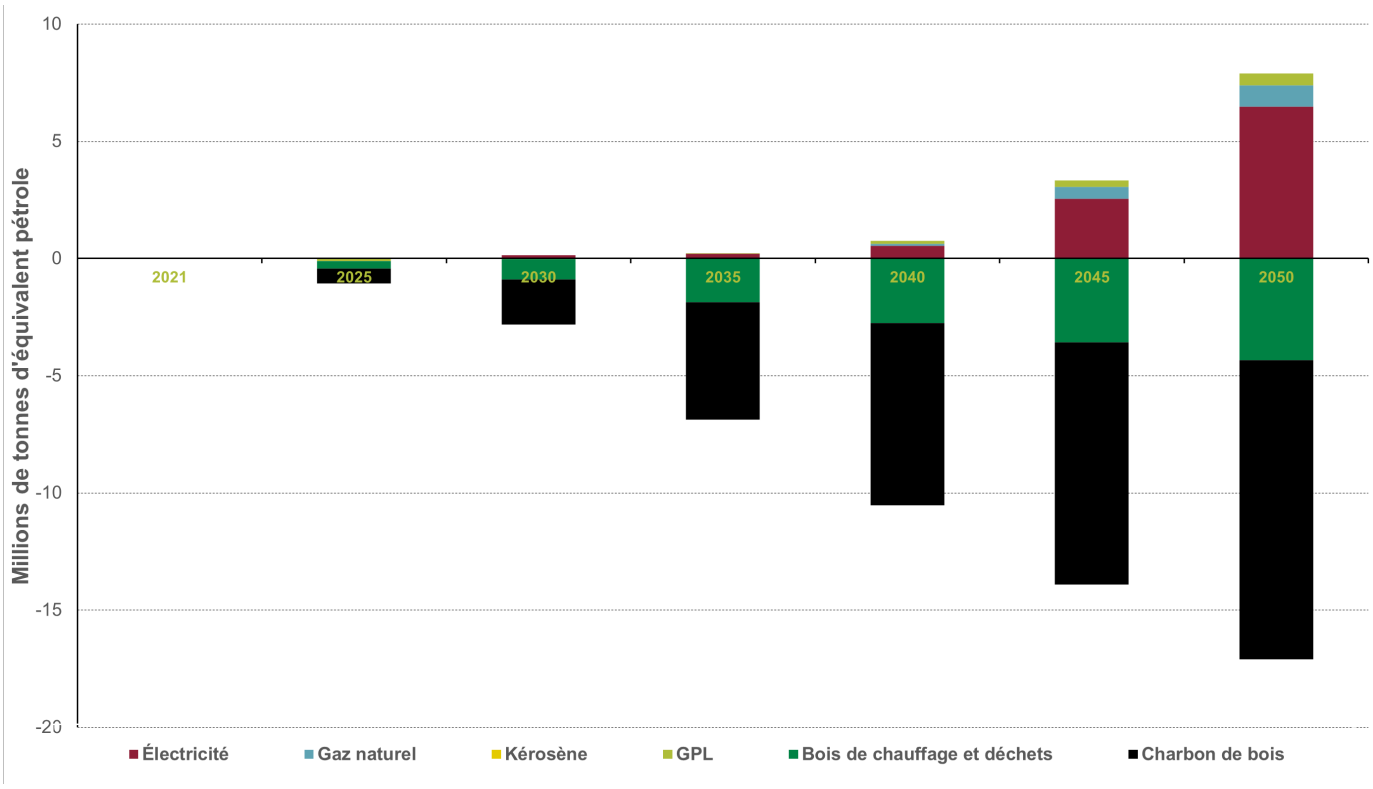

Figure 60: Consommation d'énergie dans les zones urbaines: TRANSECOWAS versus scenario de référence 2021-2050

Tableau 23: Consommation d'énergie dans les zones urbaines: TRANSECOWAS versus scenario de référence 2021-2050(Mtep)

Fuel	2021	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Total
Electricité	-	0.04	0.14	0.21	0.54	2.55	6.48	34.79
Gás naturel	-	-	-	-	0.09	0.50	0.91	5.49
Kéronsène	-	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.22
GPL	-	-0.10	-0.02	0.03	0.12	0.29	0.51	2.92
Bois de feu et déchets	-	-0.32	-0.87	-1.85	-2.74	-3.56	-4.34	-59.46
Charbon de bois	-	-0.62	-1.92	-5.00	-7.78	-10.34	-12.76	-165.79

Les économies cumulatives de charbon de bois s'élèveront à près de 166 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep) par rapport au scénario de référence. Des économies significatives de charbon de bois seront réalisées à partir de 2035. En 2030, les économies de charbon atteindront seulement 1,92 Mtep, contre 12,76 en 2050. Il y aura également des économies de bois de feu mais à une échelle beaucoup plus réduite en valeurs absolues, car le bois de feu n'est pas largement utilisé dans les zones urbaines.

Scénarios de transition énergétique et impact dans les zones rurales

Dans les zones rurales, la mise en œuvre du scénario de transition entraînera des économies significatives de consommation de bois de feu et une augmentation relativement importante de la consommation de GPL.

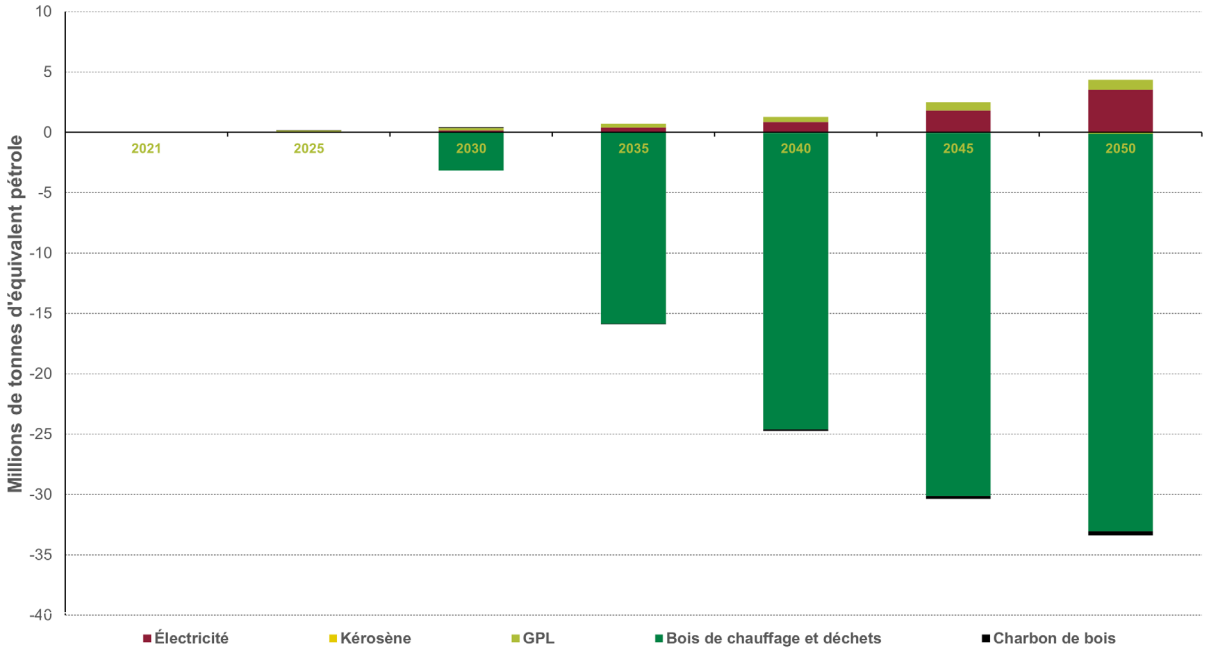

Figure 61: Consommation d'énergie dans les zones rurales: TRANSECOWAS versus scénario de Référence scenario 2021-2050

En 2050, plus de 32 Mtep de bois de feu et 0,37 Mtep de charbon de bois seront économisés dans le cadre du scénario de transition. Cependant, il y aura une augmentation de 0,8 Mtep de la consommation de GPL par rapport au scénario de référence (BAU). L'impact des économies de bois de feu résultant du scénario de transition deviendra substantiel à partir de 2030. En 2030, les économies de bois de feu atteindront 3,15 Mtep. En 2050, les économies de bois de feu (-32,9 Mtep) seront plus de dix fois supérieures à celles réalisées en 2030 (-3.15 Mtep)

Tableau 24: Consommation d'énergie dans les zones rurales: TRANSECOWAS versus scenario de référence 2021-2050 (Mtep)

Fuel	2021	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Total
Electricité	-	0.07	0.18	0.43	0.88	1.84	3.56	26.83
Kérosène	-	-	0.00	-0.02	-0.03	-0.05	-0.06	-0.68
GPL	-	0.09	0.20	0.31	0.40	0.64	0-81	10.65
Bois de feu et déchets	-	-	-3.15	-15.85	-24.56	-30.07	-32.97	-465.98
Charbon de bois	-	0.04	0.06	-0.03	-0.13	-0.25	-0.37	-2.60

Au cours de la période 2021-2050, environ 466 Mtep de bois de feu seront économisées. Lors de la même période, l'augmentation cumulée de la consommation de GPL atteindra 10,65 Mtep. Bien que, en valeurs absolues, l'augmentation ne soit pas importante pour les populations rurales, cette tendance contribuera à combler l'écart en matiere d'accès aux energies propres avec la population urbaine tout en ayant un meilleur impact sur la préservation des ressources forestières.

La voie a suivre

L'impact de la consommation de bois de feu sur la déforestation est significatif et a plusieurs conséquences environnementales, sociales et économiques qui sont interconnectées. Bien que la biomasse reste une source d'énergie vitale en Afrique subsaharienne à court et moyen terme, il est impératif de promouvoir des pratiques de gestion durable et des solutions énergétiques alternatives pour faire face aux défis environnementaux, sanitaires et socioéconomiques associés à sa consommation. Atteindre un équilibre entre les besoins énergétiques et la conservation de l'environnement est essentiel pour le bien-être à long terme des communautés de la région. En effet, la consommation de biomasse à grande échelle a un impact négatif notamment en matière de:

- Biodiversité, conservation des sols et gestion de l'eau, affectant la productivité agricole et aggravant l'insécurité alimentaire.

- Santé : La combustion de la biomasse avec des équipements inefficaces à l'intérieur des maisons entraîne une pollution de l'air intérieur. Cela pose des risques sanitaires graves, en particulier pour les femmes et les enfants qui sont les plus exposés. Les maladies respiratoires et d'autres problèmes de santé sont prévalents dans les communautés qui dépendent largement de la biomasse pour la cuisson.

- Vulnérabilité économique : La collecte de biomasse, comme le bois de feu, est une tâche exigeant beaucoup de temps, principalement effectuée par les femmes et les enfants. Cela peut contribue limiter les opportunités en matière d'éducation, génération de revenus et autres activités pouvant améliorer le bien-être global. L'épuisement des forêts en raison de la forte consommation de biomasse affecte les moyens de subsistance provenant des ressources forestières. Les communautés qui dépendent de ces ressources deviennent économiquement vulnérables car leurs sources de revenus traditionnelles sont réduites.

- Émissions de gaz à effet de serre : La combustion de biomasse libère du dioxyde de carbone et d'autres polluants, contribuant aux émissions de gaz à effet de serre. Bien que la biomasse soit considérée comme renouvelable, les modes de production non durables peuvent conduire à une empreinte carbone qui aggrave le changement climatique.

Cette tendance dans les zones urbaines et rurales n'est pas durable. La mise en œuvre et l'application de politiques promouvant des pratiques forestières durables et régulant l'exploitation du bois de feu peuvent contribuer à résoudre les problèmes de déforestation. Des solutions alternatives à court et moyen terme telles que des foyers améliorés et principalement le passage à des sources d'énergie plus propres comme le GPL et la cuisson électrique, ainsi que dans une moindre mesure le gaz naturel dans les zones urbaines à partir de 2040, peuvent contribuer à réduire la pression sur les ressources de biomasse et atténuer les impacts environnementaux et sanitaires. Pour relever ce défi, une approche holistique impliquant des alternatives énergétiques durables, l'engagement communautaire, des politiques efficaces au sein des États membres dans la mise en œuvre des objectifs stratégiques énergétiques régionaux de la CEDEAO et des actions prioritaires est nécessaire.

RÉFÉRENCE

Adanguidi, J. (2021). Factors Affecting the Use of Domestic Gas in Benin: A Comparative Study of Artificial Neural Networks and Logistic Regression. Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology, 1–21.

Adeyemi, P. A., & Adereleye, A. (2016). Determinants of household choice of cooking energy in Ondo State, Nigeria. J Econ Sustain Dev, 7(9):131e42.

Adio, A. A., Saliu, A. O., Akanbi-Gada, M. A., & Najeemdeen, B. A. (2022). Effects of Charcoal Production on Soil Physicochemical Properties in Moro Local Government Area of Kwara State, Nigeria. Journal of Environmental Protection, 13(2), Article 2.

Africa Energy Portal (2019). Nigeria launches its first organic waste power plant. Available from https://africa-energy-portal.org/news/nigeria-launches-its-first-organic-waste-power-plant

Akhator, P. E., Bazuaye, L., Ewere, A., & Oshiokhai, O. (2023). Production and characterisation of solid waste-derived fuel briquettes from mixed wood wastes and waste pet bottles. Heliyon, 9(11), e21432. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21432

Akolgo, G.A., Kemausuor, F., Essandoh, E O. Atta-Darkwa, T., Bart-Plange, A., Kyei-Baffour, N., & Maia, C. (2019). Review of Biomass Gasification Technologies: Guidelines for the Ghanaian Situation. International Journal of Engineering Science and Application, 3, 152-158.

Akpasoh, A. M. & Edeminam, V. B. (2023). Controlled Cooking Test Study for Nigeria. Available from https://mecs.org.uk/wp-content/uploads/2023/08/Controlled-Cooking-Test-draft-Nigeria_Tovero-Energy.pdf

Amoah, S. T. (2019). Determinants of household's choice of cooking energy in a global south city. Energy Build 196:103e11.

Arnold, M., & Persson, R. (2003). Reassessing the fuelwood situation in developing countries. International Forestry Review, 5(4), 379–383.

Arthur, R., & Baidoo, M. F. (2011). Harnessing methane generated from livestock manure in Ghana, Nigeria, Mali and Burkina Faso. Biomass and Bioenergy, 35(11), 4648–4656.

Bappah, M., Bradna, J., Malaťák, J., & Vaculík, P. (2022). Viability of some African agricultural by-products as a feedstock for solid biofuel production. Research in Agricultural Engineering, 68(4), 210–215. https://doi.org/10.17221/74/2021-RAE

Berte, S., & Adou, D. D. F. (2023). Challenges connected with the energy choice and transition in bakeries of Abidjan, Côte d'Ivoire. Energy, Sustainability and Society, 13(1), 7.

Bioenergy Insight. (2022). Hybrid biogas plant is first for West Africa. Bioenergy Insight Magazine. Available from https://www.bioenergy-news.com/news/hybrid-biogas-plant-is-first-for-west-africa/

Bisu, D.Y., Kuhe, A. & Iortyer, H.A. (2016). Urban household cooking energy choice: an example of Bauchi metropolis, Nigeria. Energ Sustain Soc 6(1):15.

Boafo-Mensah, G., Neba, F. A., Tornyeviadzi, H. M., Seidu, R., Darkwa, K. M., & Kemausuor, F. (2021). Modelling the performance potential of forced and natural-draft biomass cookstoves using a hybrid Entropy-TOPSIS approach. Biomass and Bioenergy,150,106106.

Cirad (2023). Biofuel from agrifood waste? A gamble that is paying off in Burkina Faso. Available from https://www.cirad.fr/en/cirad-news/news/2023/biofuel-from-agrifood-waste-a-gamble-that-is-paying-off-in-burkina-faso

Clean Cooking Alliance (CCA) (2022), 2022 Annual Report. Available from https://cleancooking.org/wp-content/uploads/2023/03/CCA-2022-Annual-Report.pdf

de la Sota, C., Lumbreras, J., Pérez, N., Ealo, M., Kane, M., Youm, I., & Viana, M. (2018). Indoor air pollution from biomass cookstoves in rural Senegal. Energy for Sustainable Development, 43, 224–234.

Diouf, B., & Miezan, E. (2019). The Biogas Initiative in Developing Countries, from Technical Potential to Failure: The Case Study of Senegal. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 101, 248–254.

Dongzagla, A., & Adams, A.-M. (2022). Determinants of urban household choice of cooking fuel in Ghana: Do socio-economic and demographic factors matter? Energy, 256, 124613.

Dutch Ministry of Foreign Affairs (2021). Study of the biomass potential in Côte d'Ivoire. Available from https://www.rvo.nl/sites/default/files/2021/06/Study-of-the-biomass-potential-in-Cote-dIvoire.pdf

ECOWAS (2023). ECOWAS updated energy policy. Economic Community of West African States

ECOWAS (2024). ECOWAS Energy Information System. Available from https://eis.ecowas.int/

ECREEE, undated. Background on the biomass situation. available from http://www.ecreee.org/sites/default/files/documents/basic_page/ecowas_bioenergy_strategy.pdf

Ghana Energy Commission (2016). Baseline Study of Renewable Energy Technologies in Ghana. Available from https://energycom.gov.gh/rett/documents-downloads?download=173:baseline-study-of-renewable-energy-technologies

Fabrice, O. E., Kamagaté, T., Dagbaud, U., Koné T. (2023). Compost and biogas market in Côte d'Ivoire: Economic impact assessment by CGE model. Res. Sq., pp. 1–11.

Farsi, M., Filippini, M., & Pachauri, S. (2007). Fuel choices in urban Indian households. Environment and Development Economics, 12(6), 757–774.

FasoBiogas (2024). https://www.fasobiogaz.com/

Frederiks, B., Raul A. J., Lugmayr, M., Sema, G., Delgado, J. & Semedo, E. (2017). Baseline Study on the Biomass Electricity Generation Potential in Guinea Bissau. Available from http://www.ecowrex.org/system/files/200617_baseline_study_on_bioelectricity_in_guinea_bissau.pdf

Ghana Energy Commission (2023). National Energy Statistics 2022. Available from https://www.energycom.gov.gh/newsite/files/2023-energy-Statistics.pdf

Giordano, P., Assogba, M., & Rahnema, A. (2018). Fueling the Change: The Journey From Biomass to Modern Source: Situation and Perspectives of Cooking Fuels in Côte d'Ivoire (SSRN Scholarly Paper 3303908).

GIZ (2013). Brewing Beer with Efficient Cookstoves Burkina Faso. Available from http://www.produse.org/imglib/downloads/energy_sources/PRODUSE-Factsheet-Burkina%20Faso.pdf

Hooda, N., Bisi-Amosun, O. O., Donyinah, A. K., Francois,Y., Kaushik, I., Kemausuor, F., Owen, M.. Guy, O., Maclean, A. & Verheijen, L. (2022). Ghana - Green Growth PASA : Analysis of the Woodfuels Sector in Ghana. Washington, D.C.: World Bank Group. Available from http://documents.worldbank.org/curated/en/099200001102313104/P1759890f23a9900409192073be0b5c18b4

Ichu, B. C, Nwogu, N.A, Agulanna, A. C, & Nwakanma, H. O (2020). Potentials of biomass briquetting and utilisation: the Nigerian perspective. Pacific Int. J., 3(1), 07–12, 2020.

Kemausuor, F., Adaramola, S.M., & Morken, J. (2018). A Review of Commercial Biogas Systems and Lessons for Africa. Energies, 11(11).

Kontor, S. (2013). Potential of biomass gasification and combustion technology for small-and medium-scale applications in Ghana. Available from: https://core.ac.uk/download/ pdf/38098807.pdf

Kranert, M., Kusch, S., Huang, J. & Fischer, K. (2012). Anaerobic Digestion of Waste. In: Karagiannidis, A. (eds) Waste to Energy. Green Energy and Technology. Springer, London.

Leary, J., Menyeh, B., Chapungu, V., & Troncoso, K. (2021). eCooking: Challenges and Opportunities from a Consumer Behaviour Perspective. Energies, 14(14). Lokonon, B. O. K. (2020). Household cooking fuel choice: Evidence from the Republic of Benin. African Development Review, 32(4), 686–698.

Ma, W., Zhou, X., & Renwick, A. Impact of off-farm income on household energy expenditures in China: implications for rural energy transition. Energy Pol 2019;127:248e58.

Mawusi, S. K., Shrestha, P., Xue, C., & Liu, G. (2023). A comprehensive review of the production, adoption and sustained use of biomass pellets in Ghana. Heliyon, 9(6), e16416.

MPS (2023). Construction starts of largest biomass power plant in West Africa. Available from https://www.modernpowersystems.com/news/news-construction-starts-of-largest-biomass-power-plant-in-west-africa-11175363

MRC (2023). Eni bets on agri-business in Africa to expand biofuel production. Available from https://www.mrchub.com/news/407862-eni-bets-on-agri-business-in-africa-to-expand-biofuel-production

Ofori, P., & Akoto, O. (2020). Production and Characterisation of Briquettes from Carbonised Cocoa Pod Husk and Sawdust. Open Access Library Journal, 7(2), Article 2.

Olayanju, T. M. A., Dairo, O. U., Sobukola, O., Odebiyi, O., & Dahunsi, S. O. (2020). Development of small-scale downdraft gasifiers for biomass gasification. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 445(1), 012056.

Osei, I., Addo, A. & Kemausuor, F. (2021). Crop Residues Utilisation for Renewable Energy Generation in Ghana: Review of Feedstocks Assessment Approach, Conversion Technologies and Challenges. Ghana Journal of Technology, 5 (1), 29– 42.

Owen, M. & Ripken, R. (2017). Bioenergy for Sustainable Energy Access in Africa, Technology Country Case Study Report (incorporating Country Scoping Reports). Available from: https://gender.cgiar.org/publications/bioenergy-sustainable-energy-access-africa-technology-country-case-study-report

Pachero de Carvalho, B.R. & Mendes, H.M. (2015) Cashew Chain Value in Guiné-Bissau: Challenges and Contributions for Food Security (A Case Study for Guiné-Bissau). Available from http://centmapress.ilb.uni-bonn.de/ojs/index.php/proceedings/article/viewFile/456/451.

Pereira, E.G., da Silva, J. N., de Oliveira,J. L. & Machado, C.S. (2012). Sustainable energy: a review of gasification technologies, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16 (7), 4753-4762.

Praj. (2016). Sustainable Ethanol Plant for Africa. https://www.praj.net/wp-content/uploads/2017/11/sustainability.pdf

Ramamurthi, P. V., Fernandes, M. C., Nielsen, P. S. & Pedro N. C. (2016). Utilisation of rice residues for decentralised electricity generation in Ghana: An economic analysis. Energy 111(18), 620-629.

Safisana. (2024). Our Circular Solution. Available from https://safisana.org/

Sana, A., Kafando, B., Dramaix. M., Meda, N., Bouland, C. (2020) Household energy choice for domestic cooking: distribution and factors influencing cooking fuel preference in Ouagadougou. Environ Sci Pollut Res Int. 27(15):18902-18910.

Sarpong, A. A., Todd, J. F. & Hoogakker, S. (2023). The Ghana ecookbook, exploring electric cooking. Available from https://mecs.org.uk/wp-content/uploads/2023/08/Ghana-eCookbook-V2.pdf

SCANIA. (2023). Scania launches biodiesel pilot in Côte d'Ivoire, reducing emissions and creating new jobs. Available from https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/press-releases/press-release-detail-page.html/4677908-scania-launches-biodiesel-pilot-in-cote-d-ivoire--reducing-emissions-and-creating-new-jobs

SEI (2024). The quiet triumph of COP28: clean cooking. Available from https://www.sei.org/features/cop28-clean-cooking/

Sow, S. (2022). Cookinations: Mechanisms to Decouple Wood Production and Food Preparation in Sub-Urban Areas. In A. Fall & R. Haas (Eds.), Sustainable Energy Access for Communities: Rethinking the Energy Agenda for Cities (pp. 139–146). Springer International Publishing.

Transport & Environment (2024). From Farm to Fuel: Inside Eni's African biofuels gamble. Available from https://www.transportenvironment.org/discover/from-farm-to-fuel-inside-enis-african-biofuels-gamble/

Twumasi, M.A, Jiang, Y., Ameyaw, B., Danquah, F. O. & Acheampong M. O. (2020). The impact of credit accessibility on rural households clean cooking energy consumption: the case of Ghana. Energy Rep 6:974e83.

WABEF. (2017). Integrated development of biogas in West Africa. https://agritrop.cirad.fr/585817/7/ID585817_EN.pdf

Wassie, Y. W., Meley, M., Rannestad, M. M, & Adaramola M. S. (2021). Determinants of household energy choices in rural Sub-Saharan Africa: an example from southern Ethiopia. Energy 221(1):1e13.

Wondmagegn, S., Esubalew, M., Balemual, A., Mhriet, S., Nigusu, T., Adane, W., & Tesfaw, M. (2023). Design and development of a modified biomass charcoal production kiln. Ethiopian International Journal of Engineering and Technology, 1(1).

World Bank (2014). Baseline and feasibility assessment for alternative cooking fuels in Senegal. Available from http://documents1.worldbank.org/curated/en/247331468009985340/pdf/884510WP0REPLA0g-0May20140Box385191B.pdf

World Bank (2021). Subsidising Bottled Gas: Approaches and Effects on Household Use. Available from https://documents1.worldbank.org/curated/en/475411626156399447/pdf/Subsidizing-Bottled-Gas-Approaches-and-Effects-on-Household-Use.pdf

World Health Organization (2023). Household air pollution. Available from https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health

ANNEXES

Annexe 1 :
Flux énergétiques 2021 des Etats Membres

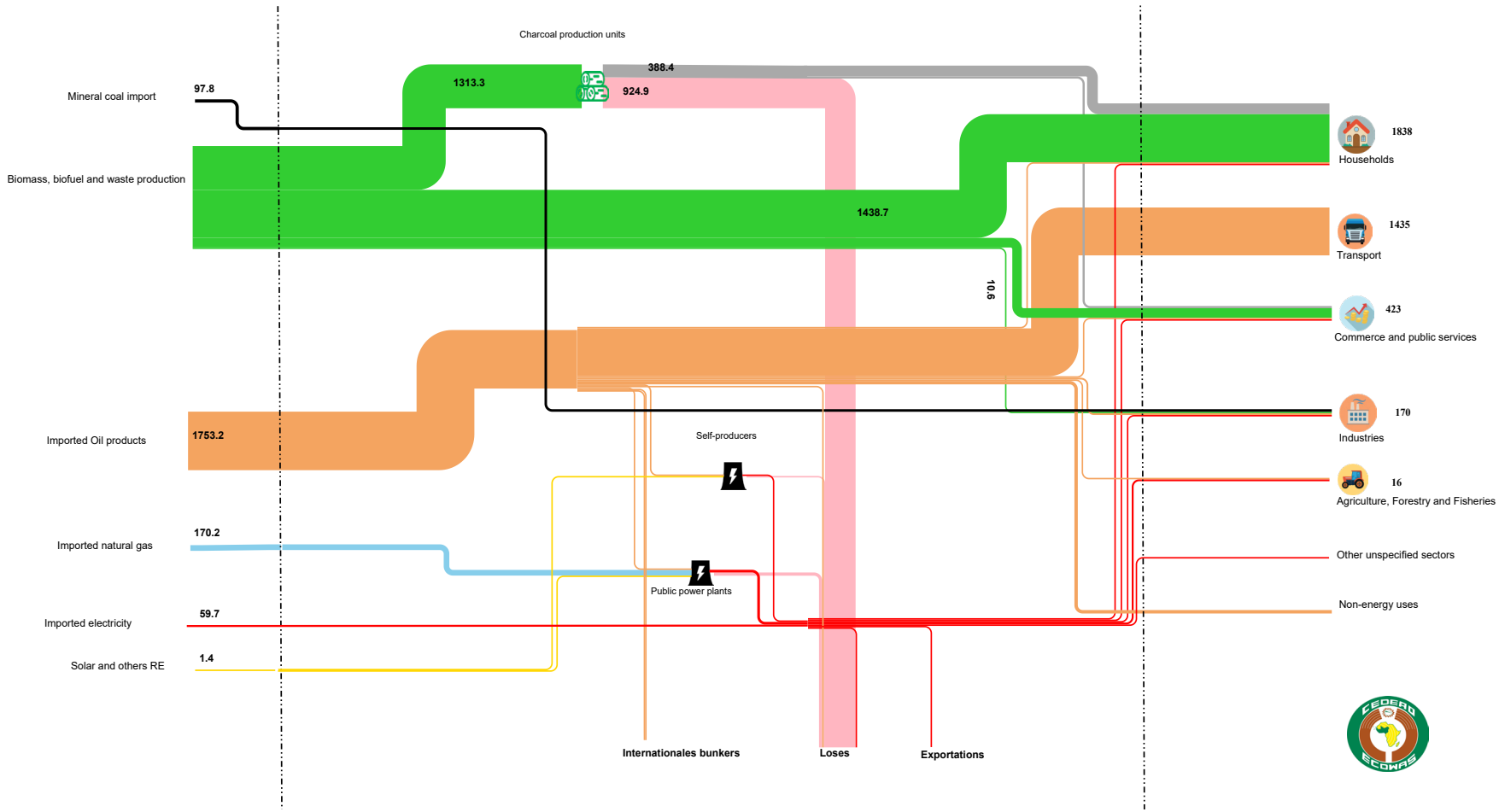

Figure 62: Flux du bilan énergétique du Benin en ktep, 2021

Le système énergétique du Bénin est marqué par une forte production de biomasse énergie et une forte consommation de produits pétroliers entièrement importés. Le secteur résidentiel et le secteur des transports sont les principaux secteurs de consommation d'énergie. Le gaz naturel, principale source de production d'électricité, est importé de même que le charbon minéral utilisé dans le secteur industriel qui est le quatrième secteur de consommation d'énergie.

BURKINA FASO

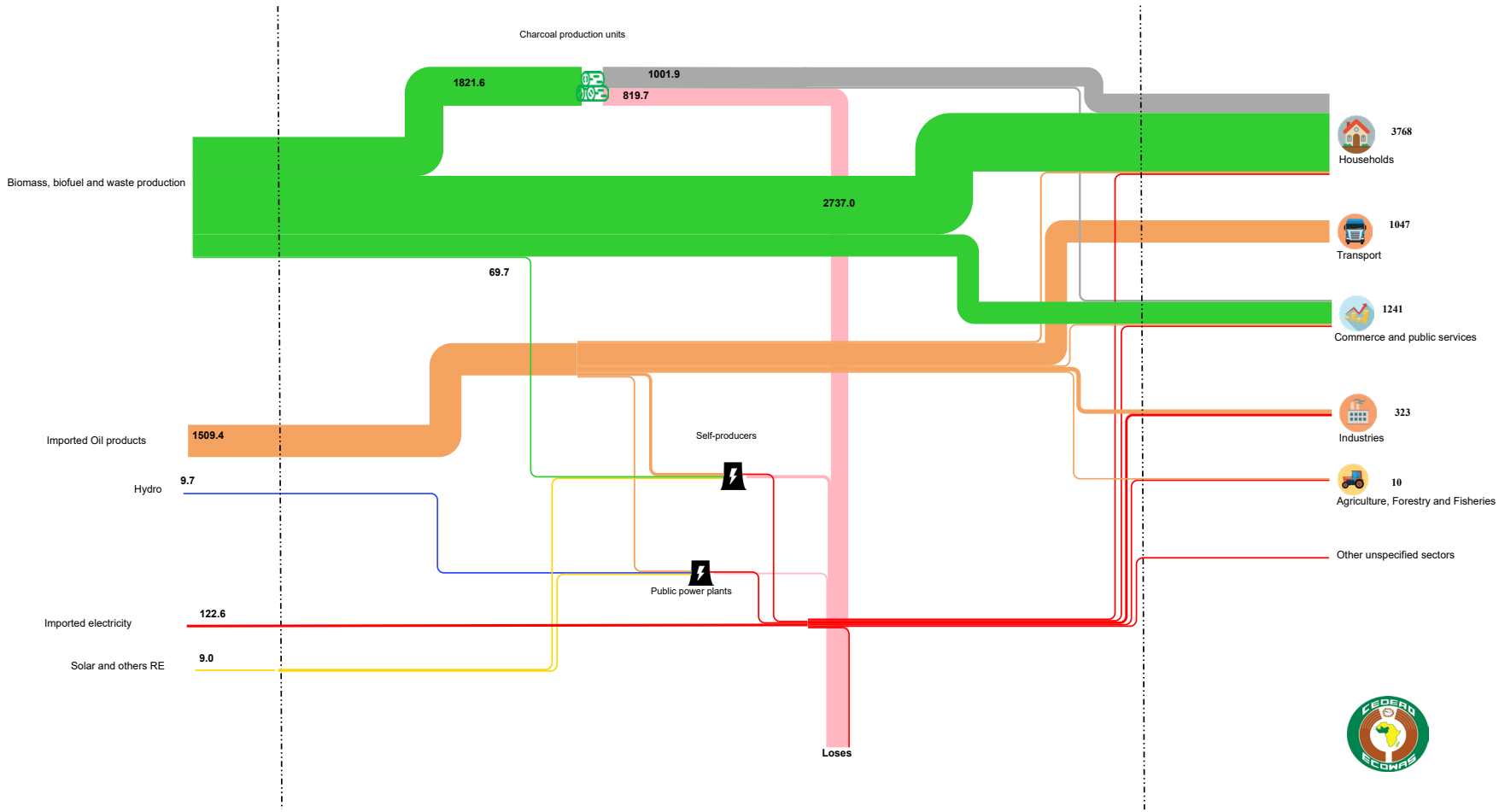

figure 63: Flux du bilan énergétique du Burkina Faso en ktep, 2021

Au Burkina Faso, le système énergétique est largement dominé par la biomasse énergie produite localement et qui est principalement utilisée dans le secteur résidentiel et celui des services, mais également dans une moindre mesure, au niveau des autoproducteurs pour produire de l'électricité. Les produits pétroliers entièrement importés sont largement utilisés par le secteur des transports. Le secteur industriel est le premier secteur de consommation d'électricité.

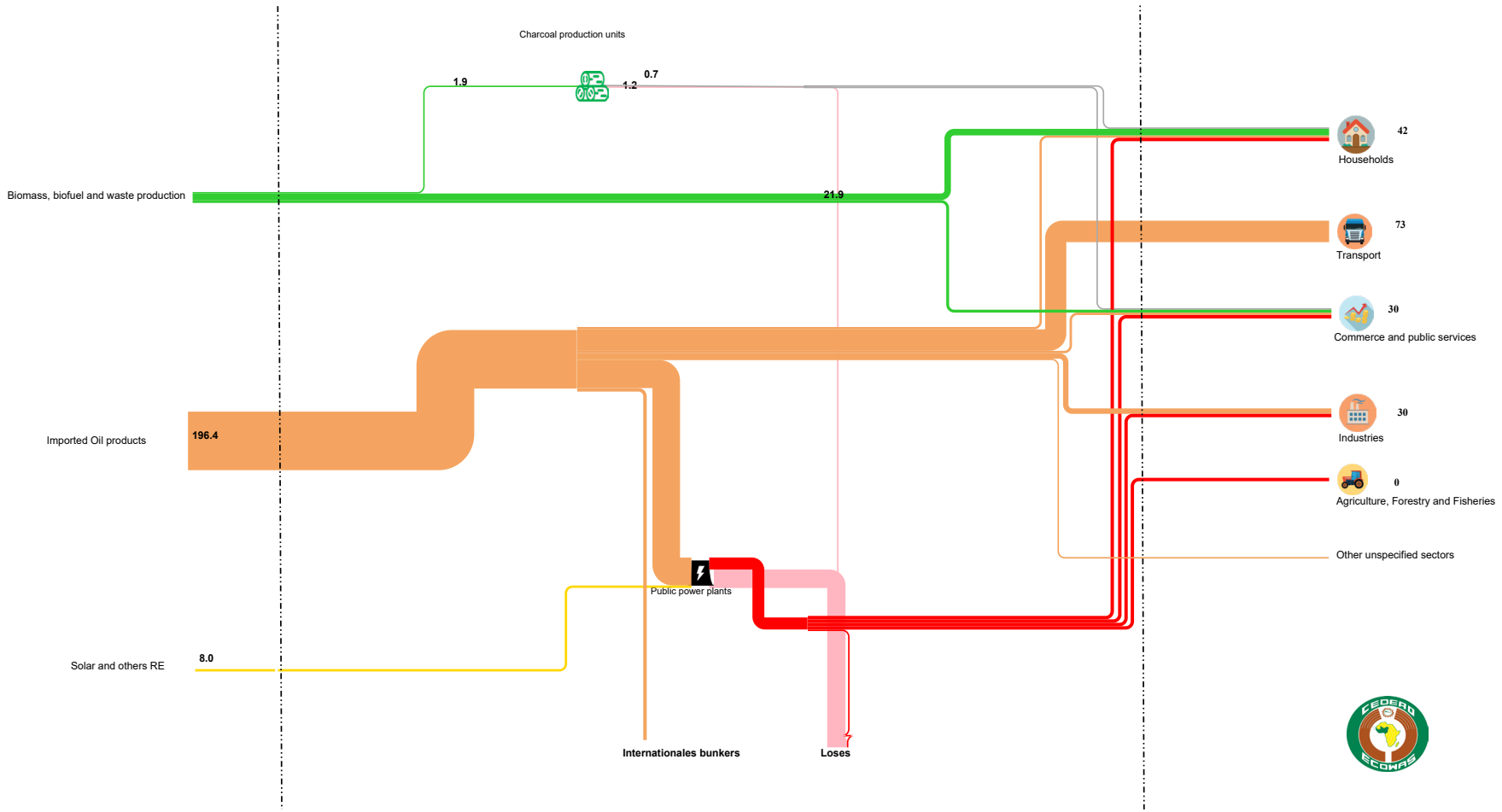

Figure 64: Flux du bilan énergétique du Cabo Verde en ktep, 2021

Le système énergétique du Cabo Verde est largement dominé par les produits pétroliers qui sont entièrement importés. Ils sont principalement utilisés par le secteur transport et par l'industrie énergétique de production d'électricité où les pertes de transformation sont importantes. L'électricité produite localement, est utilisé dans quasiment tous les secteurs d'activité. L'utilisation de la biomasse énergie est faible à l'échelle du pays mais la biomasse énergie est la principale source d'énergie du secteur résidentiel.

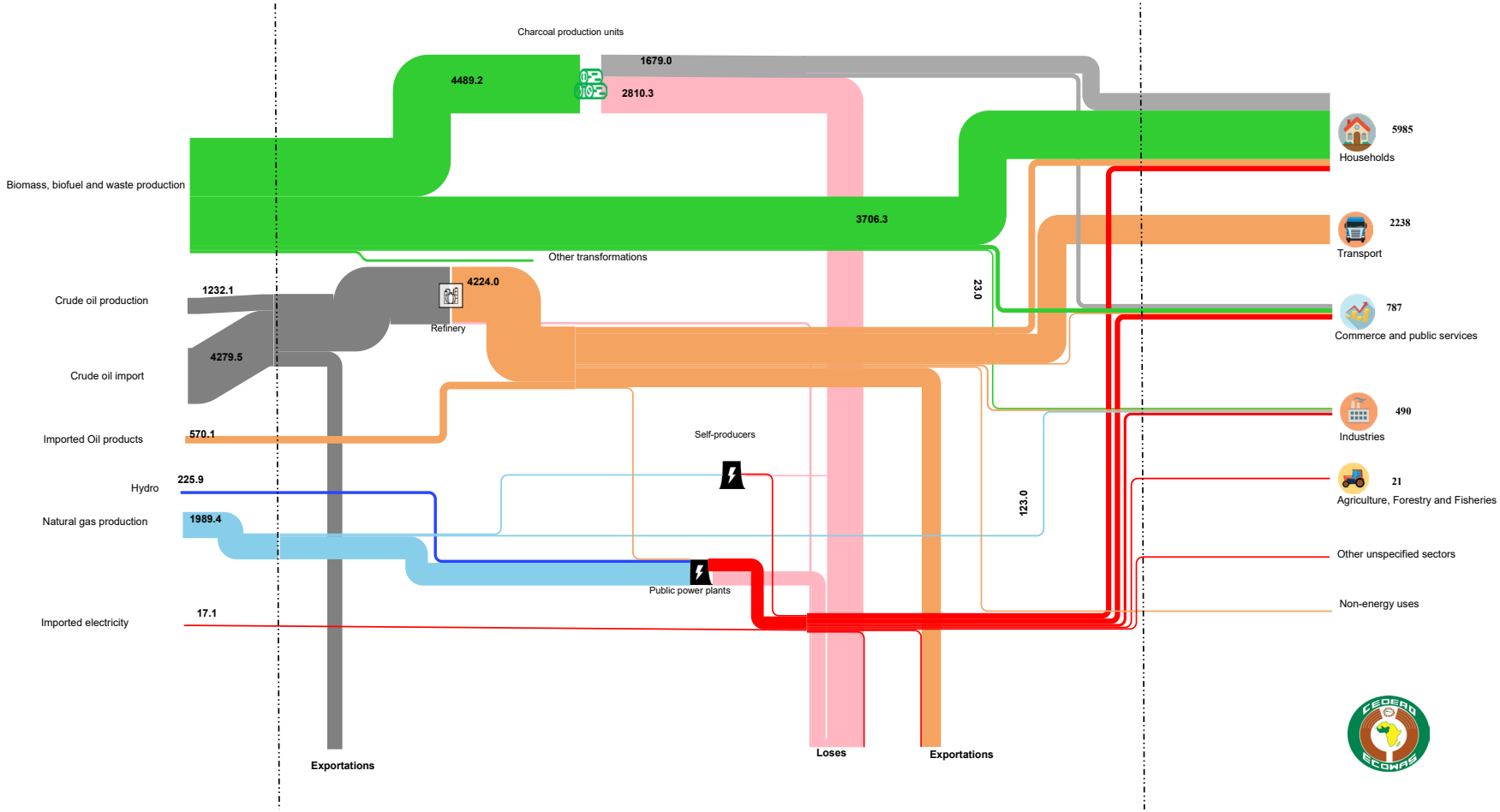

Figure 65: Flux du bilan énergétique de la Côte d'Ivoire en ktep, 2021

En Côte d'Ivoire, le système énergétique est dominé par la biomasse énergie et le pétrole brut principalement importé. La biomasse énergie est la principale source d'énergie du secteur résidentiel. Les produits pétroliers, utilisés principalement par le secteur des transports et dans une moindre mesure par les ménages, sont produits en majeure partie par les raffineries du pays. La production d'électricité se fait principalement par les centrales publiques qui utilisent en grande partie le gaz naturel, mais également l'hydroélectricité.

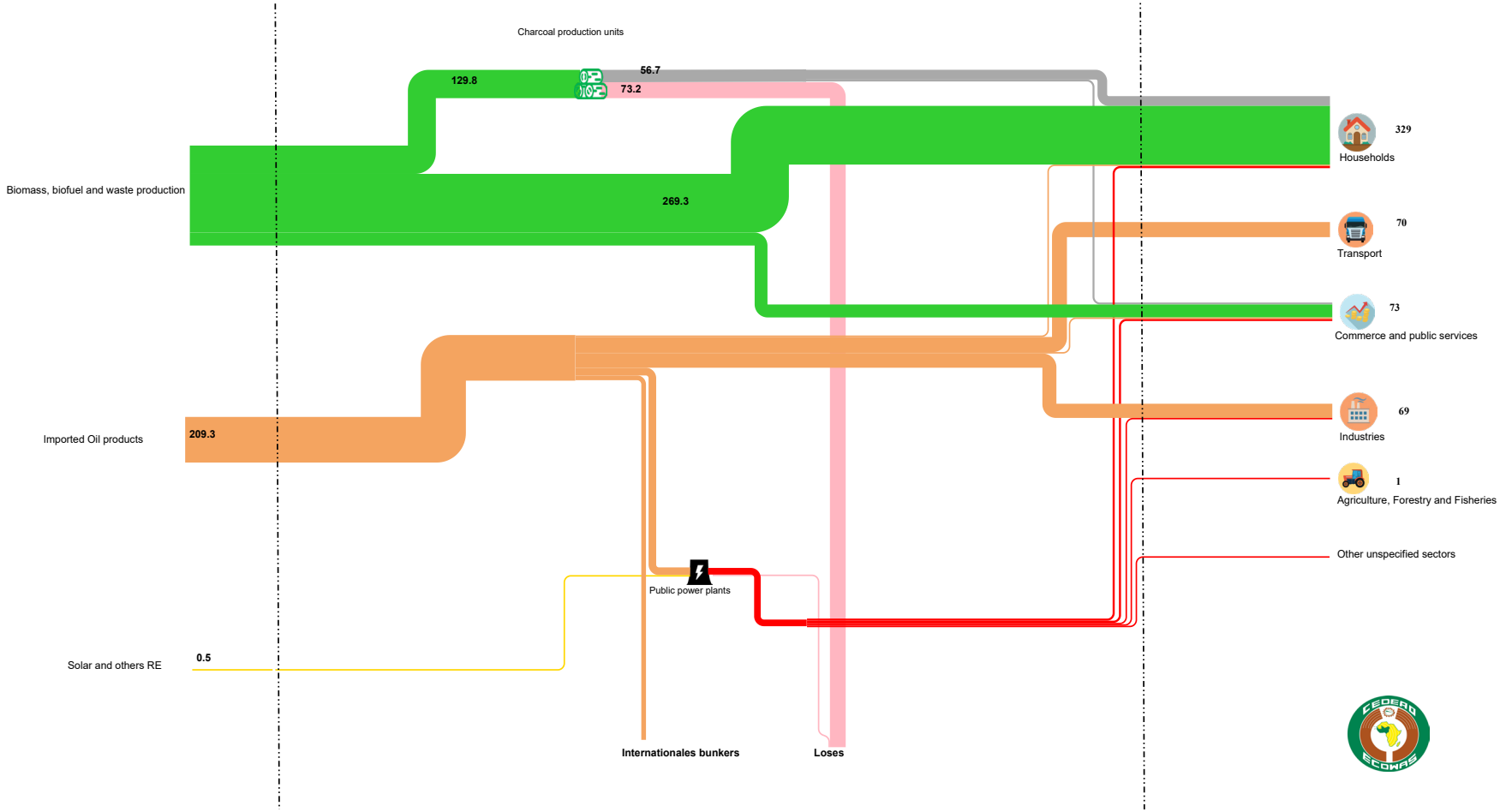

Figure 66: Flux du bilan énergétique de la Gambie en ktep, 2021

Comme dans la plupart des pays de la région, le système énergétique de la Gambie est dominé par la biomasse énergie. Les produits pétroliers entièrement importés sont utilisés principalement dans les secteurs des transports et de l'industrie, mais aussi pour la production d'électricité. L'électricité est principalement consommée dans les ménages et dans les commerces et services.

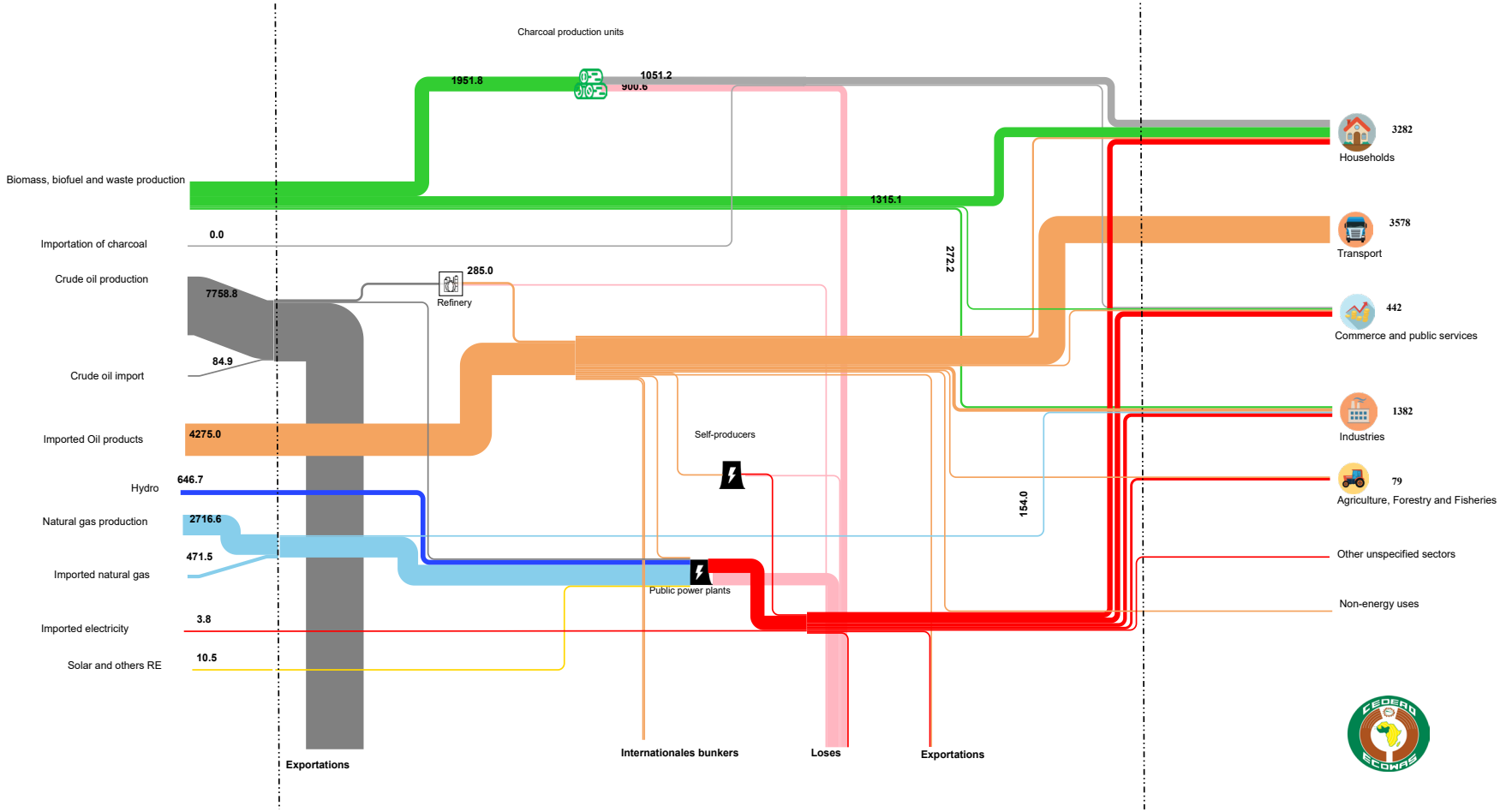

Figure 67: Flux du bilan énergétique du Ghana en ktep, 2021

Le paysage énergétique du Ghana est marqué par une forte production de pétrole brut exporté en grande partie. Les produits pétroliers importés en grande majorité sont utilisés notamment dans le secteur des transports qui est le premier secteur de consommation d'énergie du pays. Le gaz naturel est la principale source de production d'électricité, mais il est également utilisé dans le secteur industriel. Même si la biomasse énergie reste la première source d'énergie des ménages, l'électricité occupe une place importante dans leur consommation.

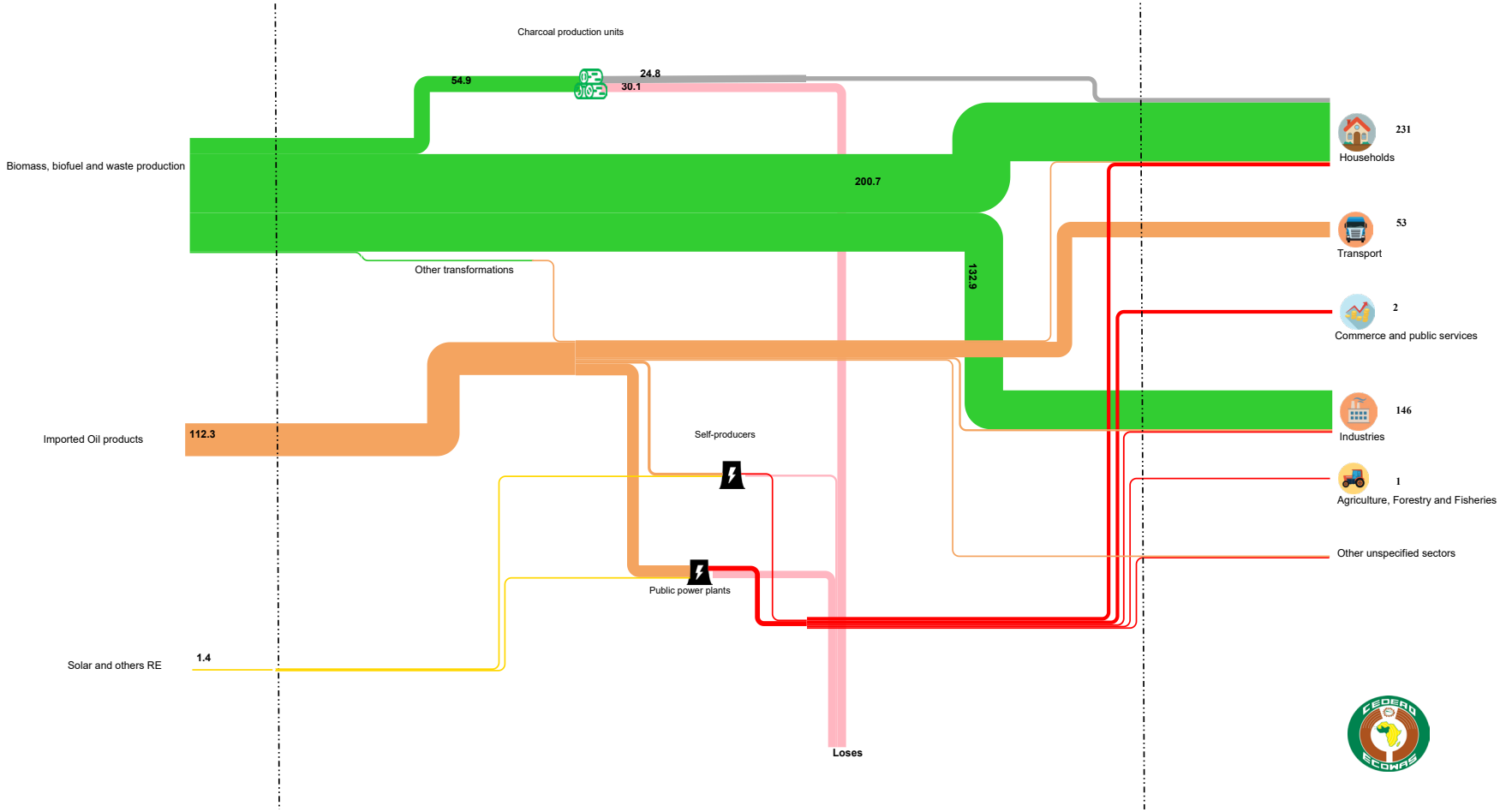

Figure 68: Flux du bilan énergétique de la Guinée en ktep, 2021

Le système énergétique est dominé par la biomasse énergie qui est entièrement utilisé par le secteur résidentiel. Les produits pétroliers entièrement importés sont principalement utilisés dans l'industrie et les transports. Il est important de noter qu'un gap existe entre les importations et les usages, ce qui représente un niveau d'amélioration des statistiques du pays. La production d'électricité, elle aussi, présente un gap entre les quantités d'énergie qui entrent et qui sortent du processus de transformation.

GUINEE BISSAU

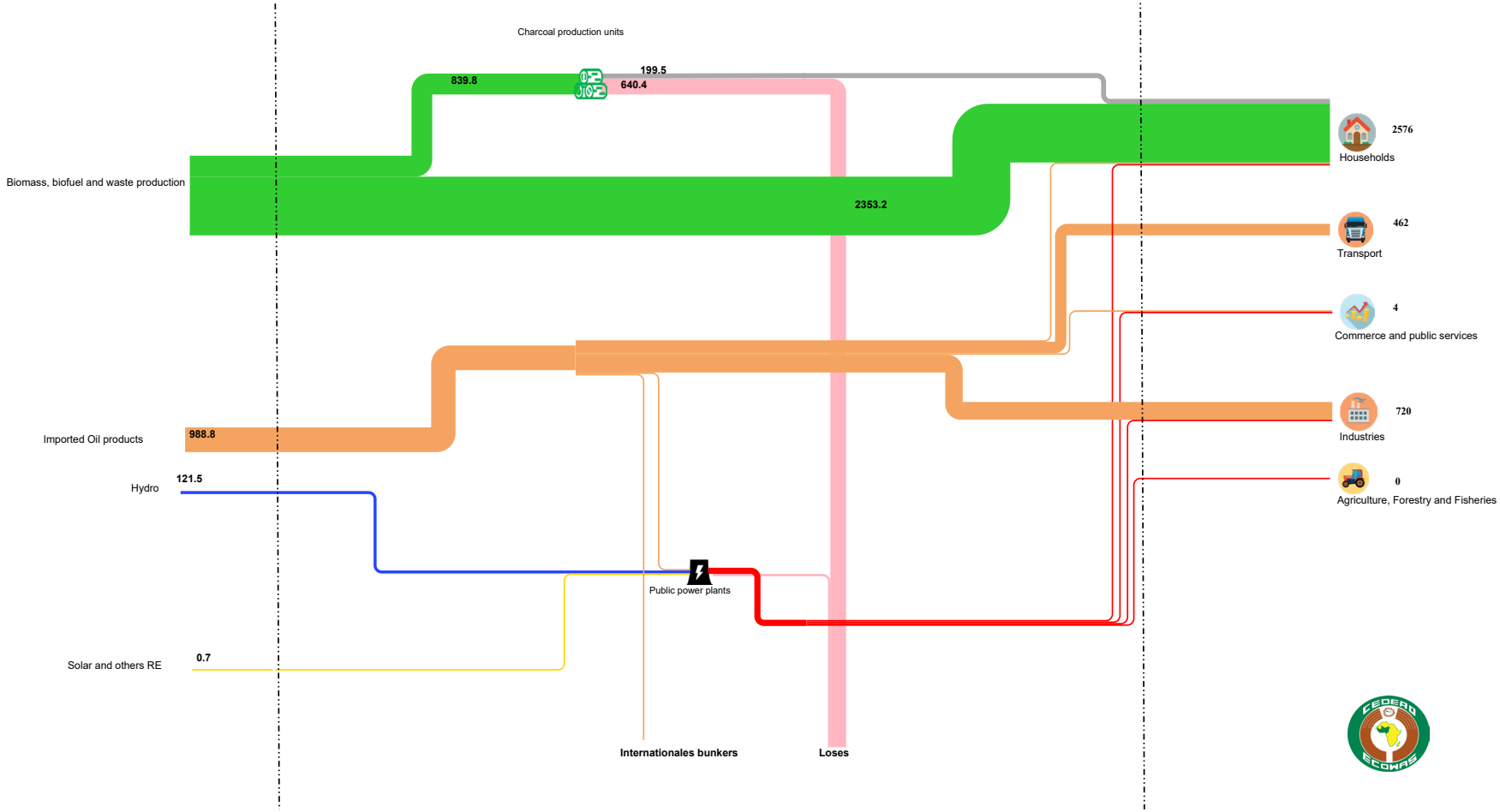

Figure 69: Flux du bilan énergétique de la Guinée Bissau en ktep, 2021

En Guinée Bissau, le système énergétique est dominé par la biomasse énergie qui est utilisé principalement dans les secteurs résidentiel et industriel. Les produits pétroliers entièrement importés sont principalement utilisés dans le secteur des transports et pour la production d'électricité. L'électricité utilisé principalement dans les ménages et les services présente un gap entre la production et la consommation.

LIBERIA

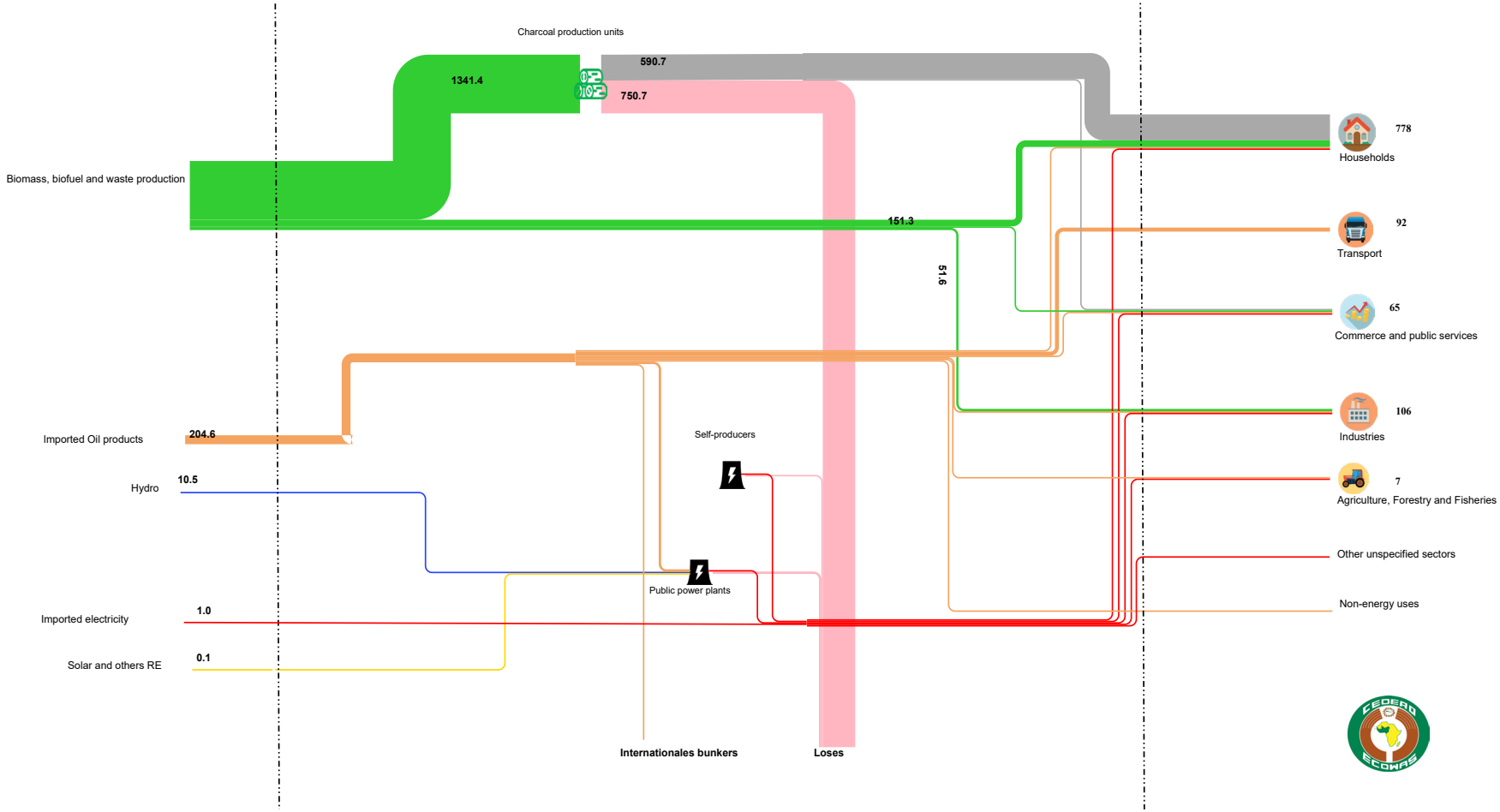

Figure 70: Flux du bilan énergétique du Liberia en ktep, 2021

Le système énergétique du Liberia montre la prédominance de l'utilisation de la biomasse énergie qui est principalement transformée en charbon de bois. Le charbon de bois est la principale forme d'énergie consommée dans le pays et notamment par les ménages. Les quantités d'énergie utilisées comme intrants du processus de production d'électricité des autoproducteurs font défaut et doivent davantage être collectées.

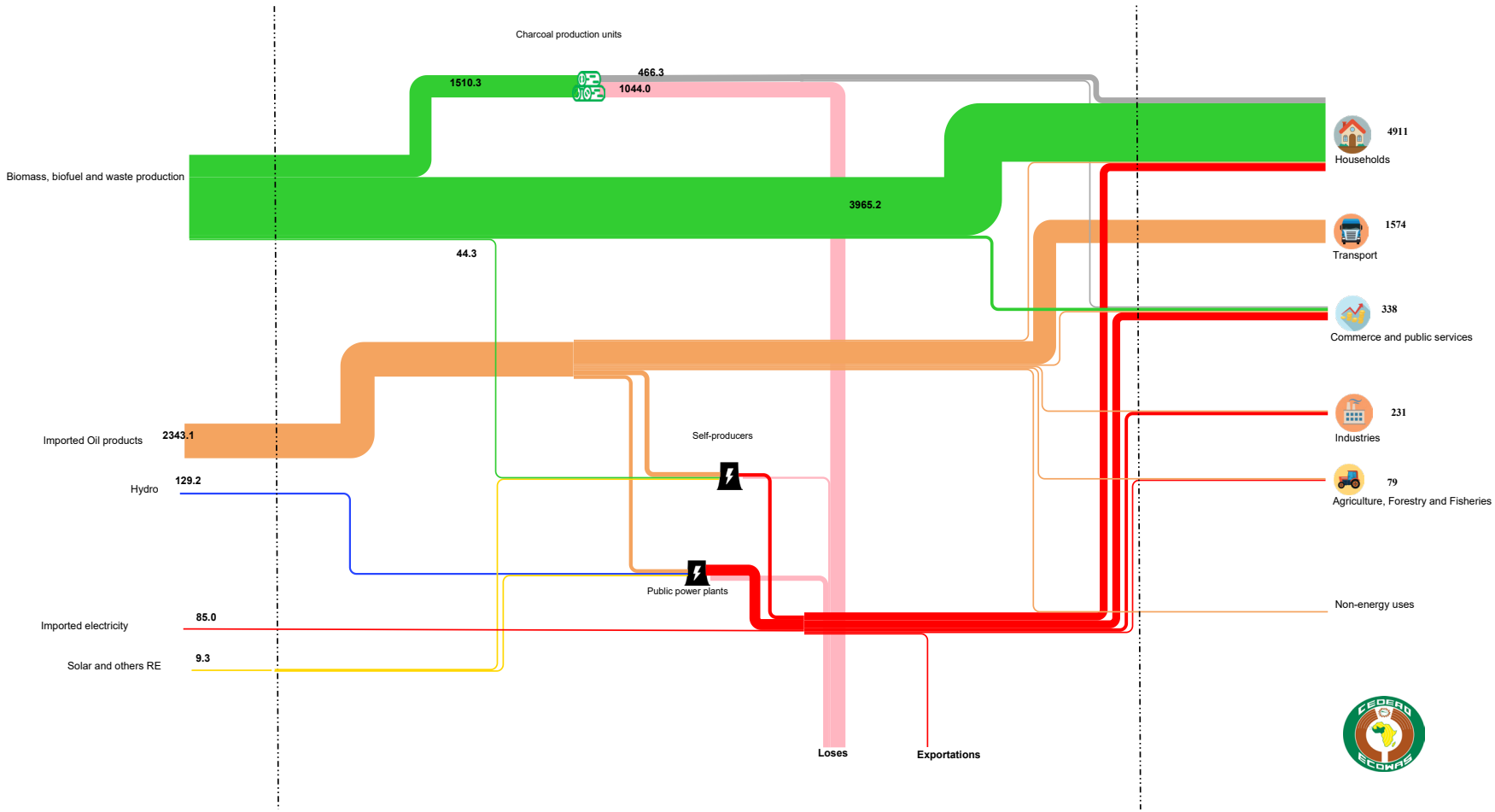

Figure 71: Flux du bilan énergétique du Mali en ktep, 2021

Au Mali, le système énergétique est dominé par la biomasse énergie. Produite localement, elle est la principale forme d'énergie utilisée dans le secteur résidentiel. L'électricité mise à la disposition des consommateurs est principalement produite localement à partir des produits pétroliers, de l'hydroélectricité, de l'énergie solaire photovoltaïque et de la biomasse énergie. Les produits pétroliers, entièrement importés sont principalement utilisés dans le secteur des transports.

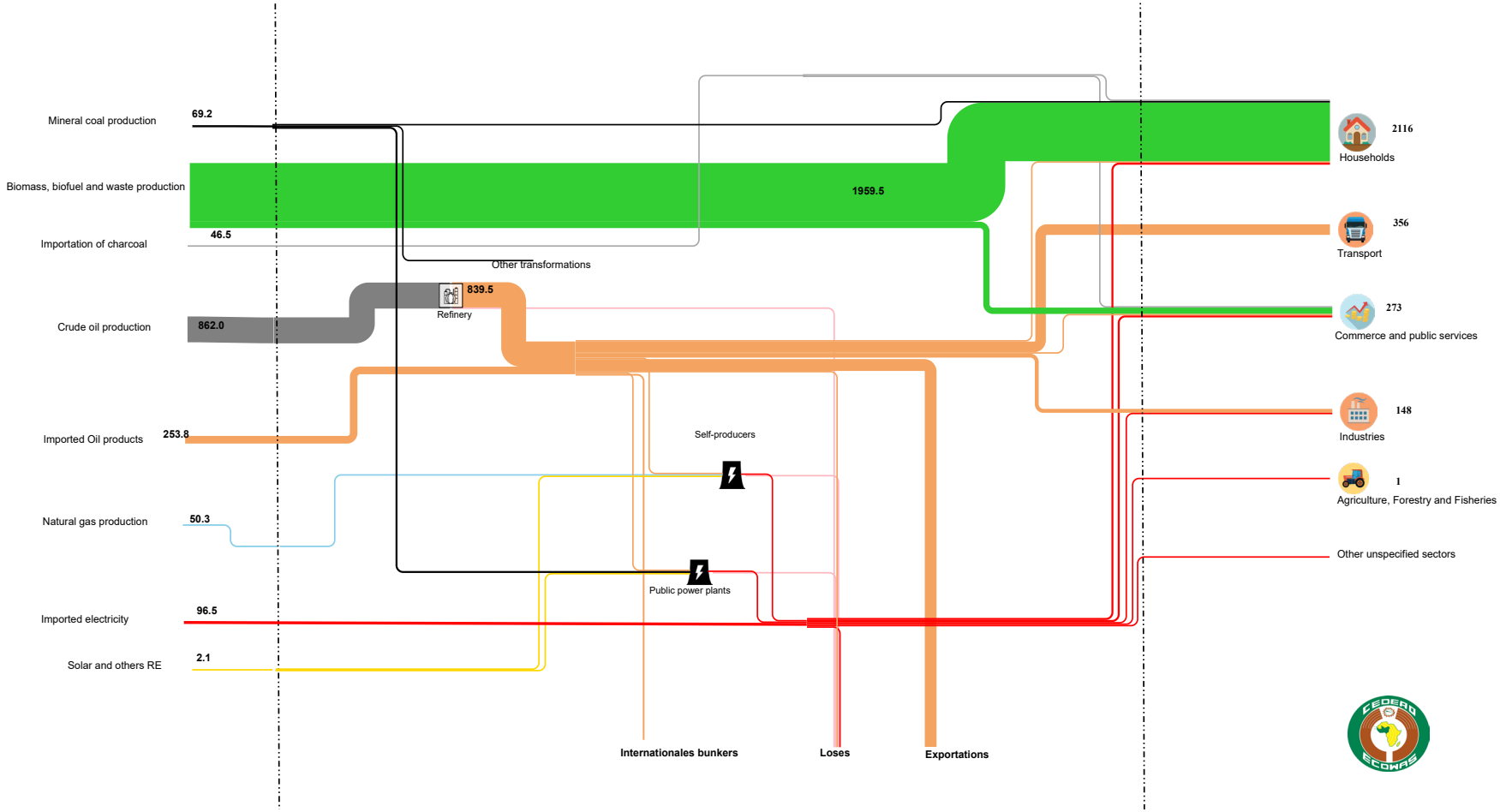

Figure 72: Flux du bilan énergétique du Niger en ktep, 2021

Le Niger est le seul pays de la région où la carbonisation de la biomasse et notamment du bois de feu n'est pas autorisée. Le système énergétique du pays reste néanmoins dominé par la biomasse énergie, qui est la principale source d'énergie des ménages. Les produits pétroliers utilisés dans le pays proviennent majoritairement du raffinage local du pétrole brut produit dans le pays. Une bonne partie de la production de produits pétroliers est exportée et le reste, utilisé pour les transports, dans l'industrie, le commerce et les ménages.

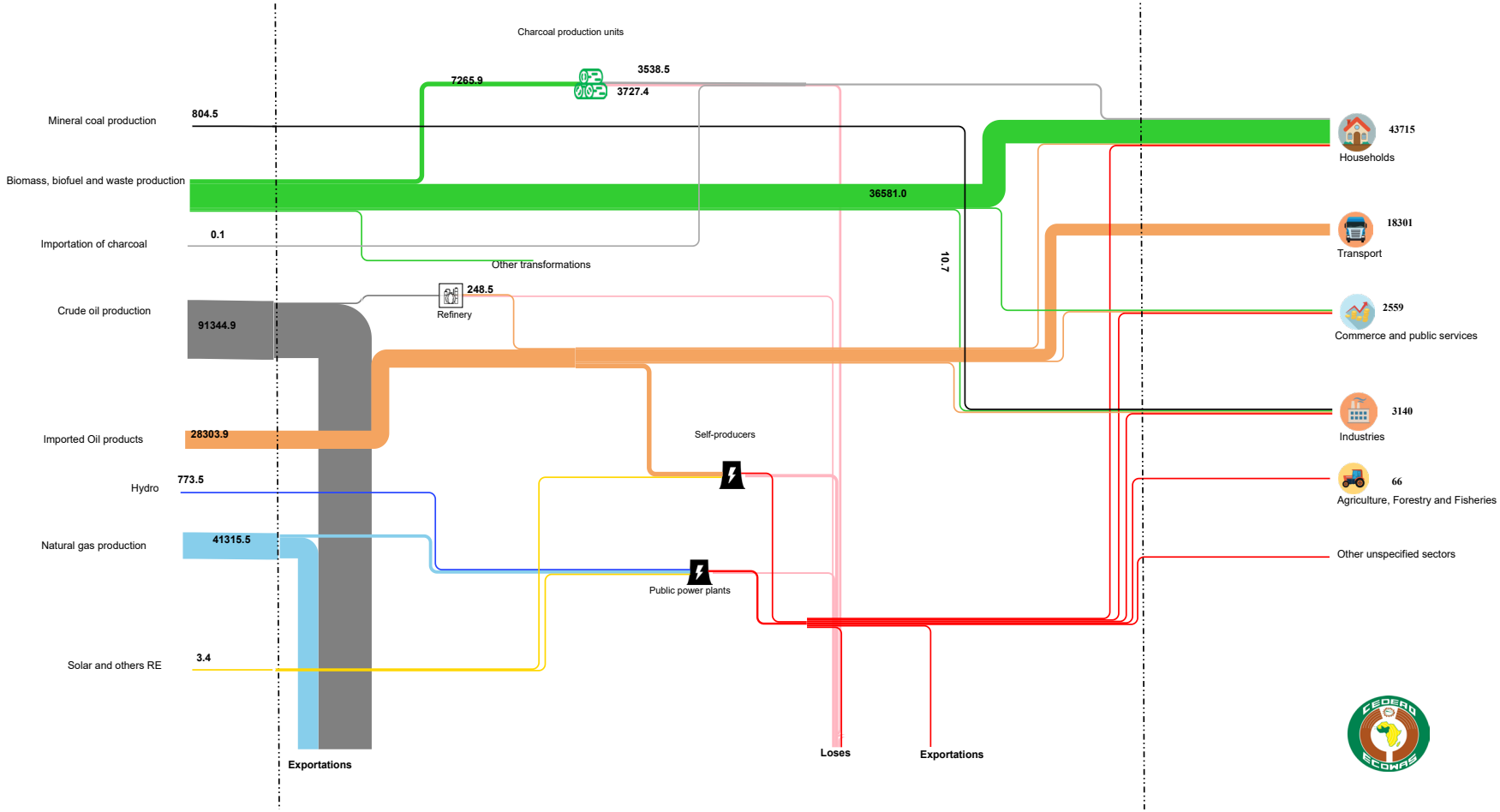

Figure 73: Flux du bilan énergétique du Nigéria en ktep, 2021

Le paysage énergétique du Nigeria est marqué par une forte production et exportation de pétrole brut et de gaz naturel. Les produits pétroliers, consommés dans le pays notamment pour le transport et la production d'électricité par les autoproducteurs, sont en grande partie importés. Le secteur résidentiel est le premier secteur de consommation d'énergie et il consomme majoritairement la biomasse énergie. Le gaz naturel est la principale source de production d'électricité du pays.

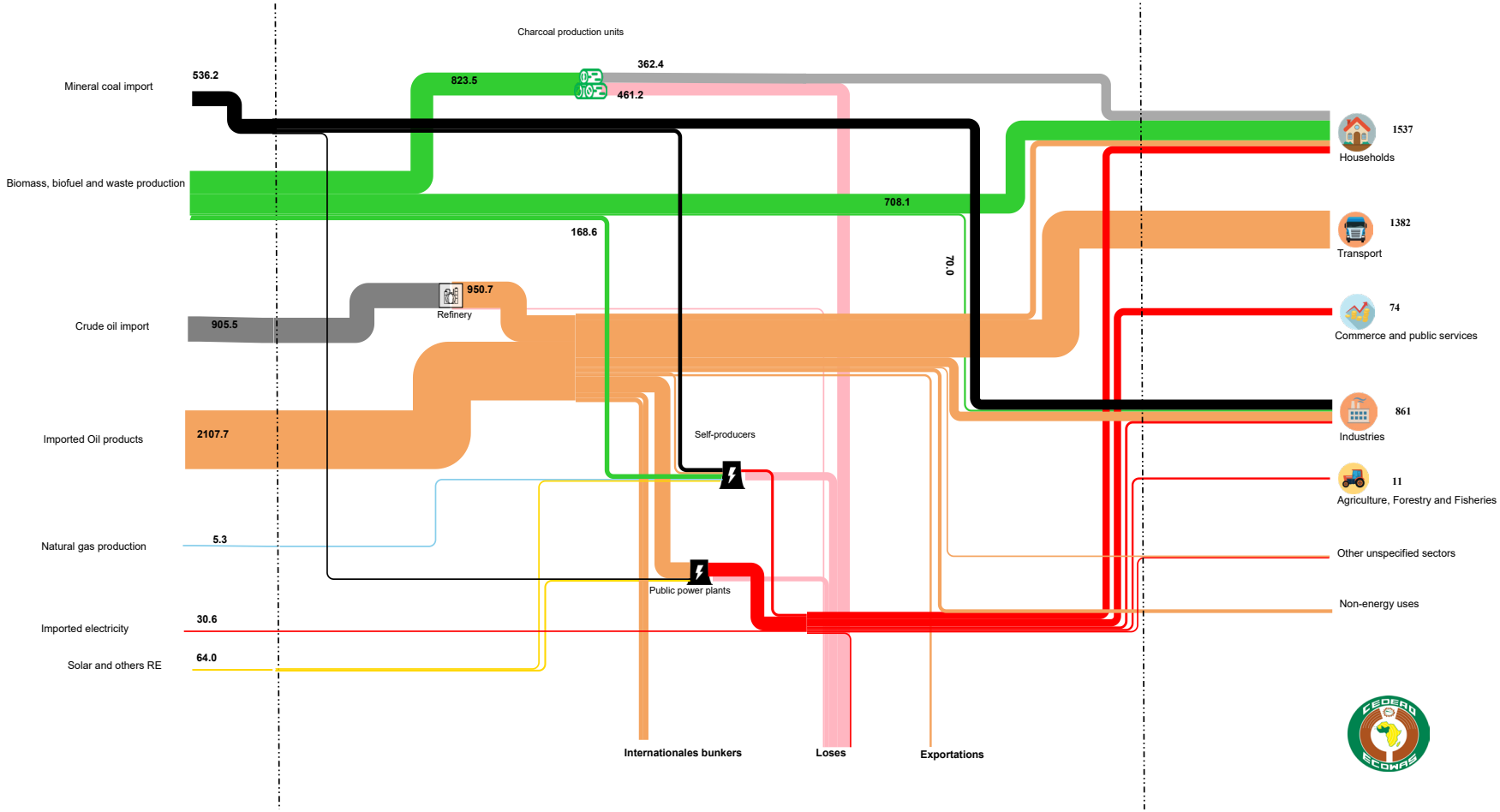

Figure 74: Flux du bilan énergétique du Sénégal en ktep, 2021

Le système énergétique du Sénégal est marqué par une diversité des formes d'énergie. La production d'électricité dans le pays se fait à partir de la biomasse énergie, du charbon minéral, du gaz naturel, du solaire photovoltaïque, de l'éolienne et de produits pétroliers. Le tiers des produits pétroliers utilisés dans le pays sont produits localement à partir du pétrole brut importé. La biomasse énergie est la principale source de consommation d'énergie du secteur résidentiel, mais l'électricité et les produits pétroliers ont une part significative.

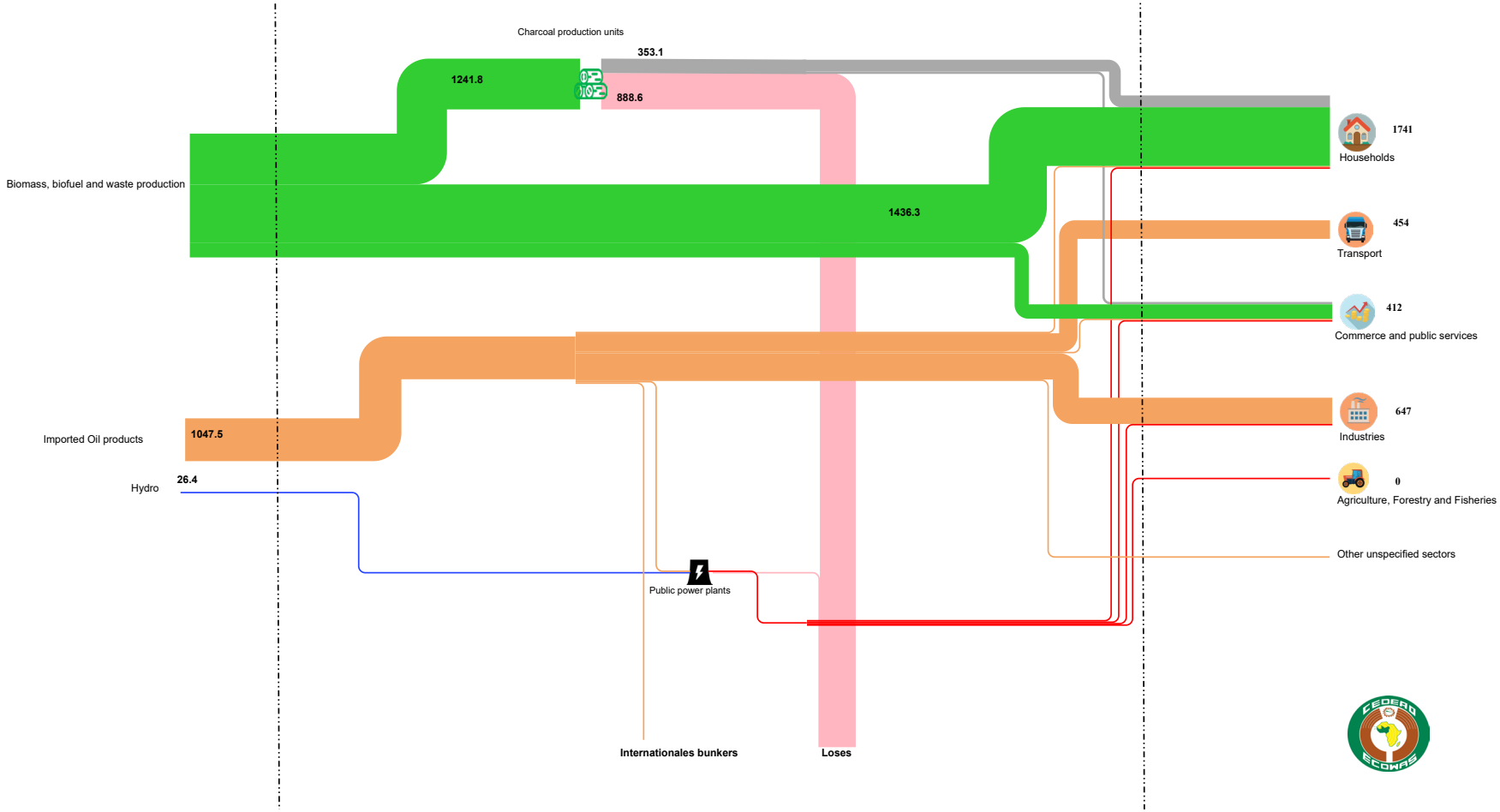

Figure 75: Flux du bilan énergétique de la Sierra Leone en ktep, 2021

En Sierra Léone, le paysage énergétique est dominé par la biomasse énergie produite localement et qui est la principale source d'énergie des ménages, bien loin devant l'électricité et les produits pétroliers. Les produits pétroliers entièrement importés sont utilisés principalement dans le secteur industriel et celui des transports. L'électricité, entièrement produite localement et notamment à partir de barrages hydroélectriques, présente un gap entre les quantités entrantes et sortantes du processus de production.

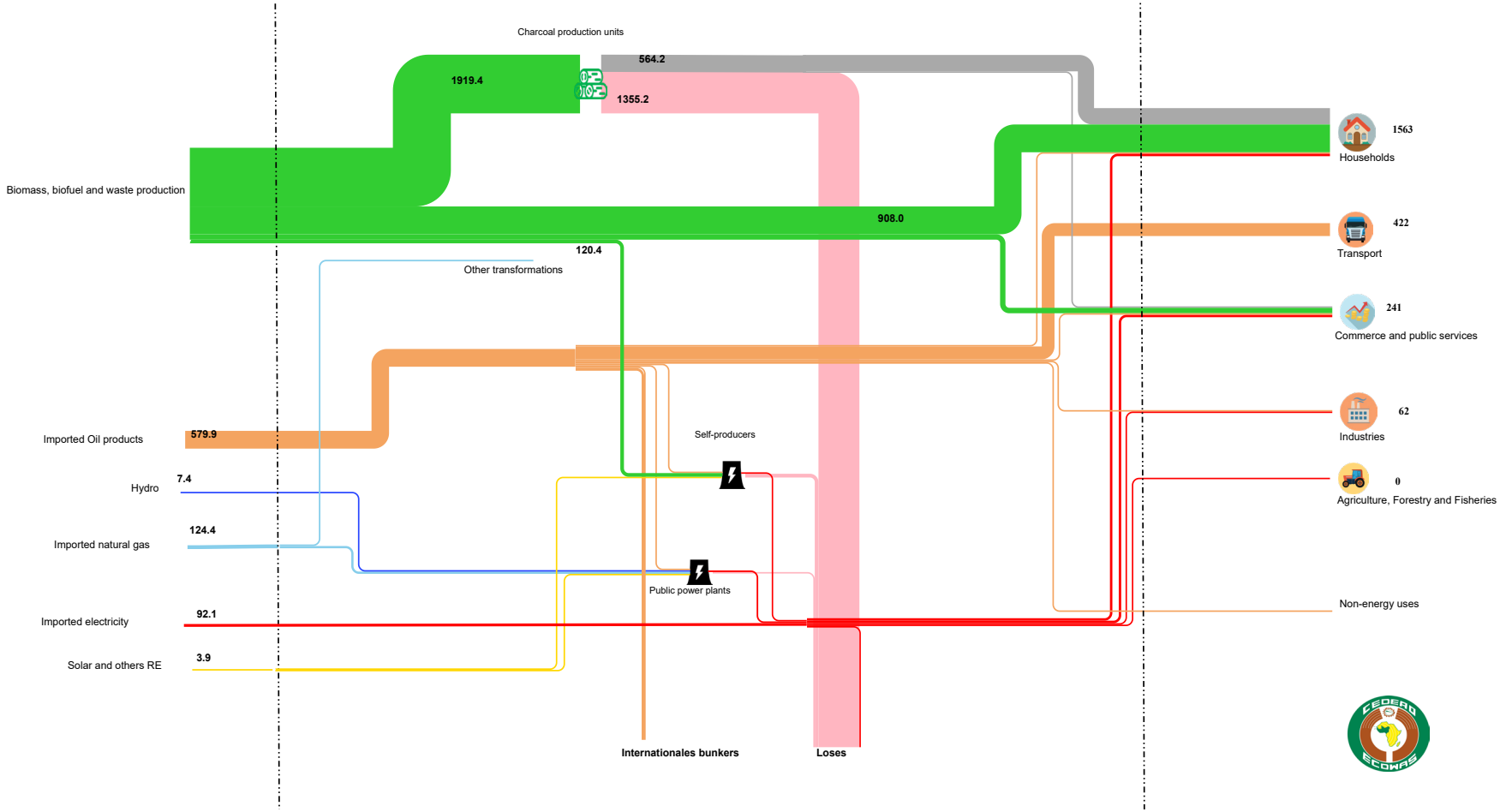

Figure 76: Flux du bilan énergétique du Togo en ktep, 2021

Le système énergétique du Togo est marqué par la forte utilisation de la biomasse énergie et des pertes de carbonisation importantes. Le charbon de bois issu du processus de carbonisation est le deuxième produit énergétique le plus consommé dans le pays. Les produits pétroliers entièrement importés sont largement utilisé par le secteur des transports et très peu dans le secteur résidentiel. Une part importante de l'électricité consommé dans le pays est importé et le reste produit principalement avec le gaz naturel.