



RAPPORT FINAL

Cahier des charges fixant les critères de durabilité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre de la biomasse utilisée à des fins de production d'énergie en Guyane

Version intégrale

Juin 2021



ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

INFORMATIONS DU DOCUMENT

| | |
|------------------------|------------------------|
| Date | Le 24/06/2021 |
| Nature du document | Rapport de fin d'étude |
| Rédacteur / contrôleur | Nerius Invest / CTG |
| Version | Intégrale 2 |

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| SYNTHÈSE À L'ATTENTION DES DÉCIDEURS..... | 5 |
| PRÉCIS MÉTHODOLOGIQUE | 8 |
| <i>Structuration de l'étude</i> | <i>8</i> |
| <i>Définitions.....</i> | <i>9</i> |
| CADRE LÉGAL..... | 10 |
| SYNTHÈSE DES INSTALLATIONS BIOMASSE SOLIDE EN GUYANE..... | 12 |
| COMBUSTIBLES ISSUS DE LA BIOMASSE PRODUITS À PARTIR DE DÉCHETS..... | 13 |
| <i>Origines de la biomasse.....</i> | <i>13</i> |
| <i>Traitement actuel de la biomasse</i> | <i>13</i> |
| <i>Statut de la biomasse dans le classement RED2</i> | <i>14</i> |
| <i>Volumes estimés sur 20 ans</i> | <i>15</i> |
| <i>Empreinte carbone estimée / empreinte carbone fossile du territoire</i> | <i>15</i> |
| <i>Durabilité au sens de la RED 2</i> | <i>17</i> |
| <i>Résumé</i> | <i>19</i> |
| COMBUSTIBLES ISSUS DE LA BIOMASSE PRODUITS À PARTIR DE LA BIOMASSE AGRICOLE | 20 |
| <i>Origines de la biomasse.....</i> | <i>20</i> |
| <i>Traitement actuel de la biomasse</i> | <i>20</i> |
| <i>Volumes estimés sur 20 ans</i> | <i>21</i> |
| <i>Empreinte carbone estimée / empreinte carbone fossile du territoire</i> | <i>21</i> |
| <i>Durabilité au sens de la RED 2</i> | <i>23</i> |
| <i>Résumé</i> | <i>24</i> |
| <i>Demande de dérogation.....</i> | <i>25</i> |
| <i>Origines de la biomasse.....</i> | <i>27</i> |
| <i>Traitement actuel de la biomasse</i> | <i>27</i> |
| <i>Volumes estimés sur 20 ans</i> | <i>28</i> |
| <i>Empreinte carbone estimée / empreinte carbone fossile du territoire</i> | <i>28</i> |
| <i>Durabilité au sens de la RED 2</i> | <i>30</i> |
| <i>Resumé</i> | <i>31</i> |
| SYNTHÈSE DES INSTALLATIONS BIOLIQUIDES ET BIOGAS EN GUYANE..... | 32 |
| BIOLIQUIDES | 33 |
| <i>Origines des bioliquides</i> | <i>33</i> |
| <i>Volumes estimés sur 20 ans</i> | <i>33</i> |
| <i>Empreinte carbone estimée / empreinte carbone fossile du territoire</i> | <i>33</i> |
| <i>Durabilité au sens de la RED 2</i> | <i>34</i> |
| <i>Résumé</i> | <i>34</i> |
| BIOGAZ..... | 35 |
| <i>Origines des biomasses dont sont issus les biogaz</i> | <i>35</i> |
| <i>Traitement actuel des biomasses produisant des biogaz</i> | <i>36</i> |
| <i>Volumes estimés sur 20 ans</i> | <i>36</i> |

| | |
|--|-----------|
| <i>Empreinte carbone estimée / empreinte carbone fossile du territoire</i> | 36 |
| <i>Durabilité au sens de la RED 2</i> | 37 |
| <i>Résumé</i> | 38 |
| ANNEXES | 40 |
| ANNEXE VI PARTIE A ET PARTIE B POINT 7 DE LA DIRECTIVE 2018/2001 | 41 |
| ANNEXE TECHNIQUE : EMPREINTE CARBONE DES SOURCES DE BIOMASSE EN GUYANE. | 43 |
| ANNEXE TECHNIQUE : PRÉCIS MÉTHODOLOGIQUE PORTANT SUR LA MODÉLISATION DE L'EFFICACITÉ ENERGÉTIQUE DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION D'ÉNERGIE À PARTIR DE LA BIOMASSE EN GUYANE | 44 |
| <i>Introduction</i> | 44 |
| <i>Les principes de biomasse</i> | 45 |
| <i>Efficacité de l'une et l'autre des filières</i> | 50 |
| <i>Conclusion</i> | 54 |
| <i>Références</i> | 54 |

SYNTHESE A L'ATTENTION DES DECIDEURS

La Guyane française est une Région Ultrapériphérique de l'Union Européenne en plein développement démographique.

En-dehors des centres urbains, la Guyane est un territoire exclusivement composé de terres de grande valeur en termes de diversité biologique. Sur ces terres de forêts, de zones humides, de savanes, vivent plus de 350 000 personnes dont 20% sont au chômage au sens du BIT (INSEE 2019, Enquête emploi en continu). Dans ce contexte, le développement économique repose tant sur les politiques d'aménagement du territoire que sur les politiques énergétiques. Les enjeux économiques et démographiques de la Guyane sont déterminants du dimensionnement du parc de production énergétique. Le Schéma d'aménagement régional d'une part, et la Programmation pluriannuelle de l'énergie d'autre part, ont intégré ces paramètres pour répondre aux besoins en énergie à partir de sources renouvelables en conformité avec la loi TECV.

L'introduction de la notion de « terre de grande valeur en termes de diversité biologique » par la Directive européenne RED2 contraint le développement des filières endogènes de production de bioressources à alimenter des installations dont la puissance est en-deçà des seuils européens (2MWth pour le biogaz, 20 MWth pour la biomasse solide), alors même que les besoins en énergie sont importants, et que les solutions locales permettent de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

En conformité avec l'esprit de la Directive qui reconnaît à la fois l'existence de « sources d'énergies renouvelables locales qui sont significatives » et d'un « bouquet énergétique pour la production d'électricité » composé d'une « large part de fioul » (Dir.2018/2001, considérant n°64) ; et suite à l'étude menée par la Collectivité Territoriale de Guyane afin d'étudier la durabilité de la filière biomasse énergie en Guyane ; il est nécessaire que la Guyane applique ses propres critères de durabilité pour toute la durée d'application de la RED2 en substitution des critères européens suivants :

- L'année 2008 comme référentiel pour le changement d'affectation des terres ;
- La notion de « terres de grande valeur en termes de diversité biologique » ;
- La définition de biomasse forestière ou de biomasse agricole s'appliquant à des déchets ou des résidus issus d'opérations légales d'aménagement.

Dans l'objectif de réussir sa transition énergétique pour une croissance économique verte et décarbonée à l'horizon 2050, **la Guyane peut produire des sources de biomasse sur des terres zonées agricoles au Schéma d'aménagement régional.**

Ces **sources de biomasse issues de terres à vocation agricole peuvent être valorisées** dans des installations de production d'énergie dont la puissance

est inférieure ou supérieure à 20 MWth pour la biomasse solide, et à 2 MWth pour le biogaz sous réserve que l'ensemble des critères ci-dessous sont respectés :

- a) les terres à vocation agricole sont légalement défrichées avant 2030,
- b) ces terres à vocation agricole ne sont pas constituées de savanes naturelles,
- c) la capacité agronomique de ces terres à vocation agricole a été vérifiée préalablement à tout aménagement,
- d) les techniques d'aménagement de ces terres à vocation agricole doivent réduire au maximum les impacts sur le sol en suivant les recommandations de bonnes pratiques en matière de défriche optimisée émises par les autorités compétentes.

Lorsque les critères exposés au a), b), c) et d) sont réunis, la notion de « terres de grande valeur en termes de diversité biologique » ne s'applique pas en Guyane sur les terres à vocation agricole.

En cohérence avec la politique d'aménagement du territoire guyanais conduite par l'État et les Collectivités, toutes les sources de biomasse issues d'opérations d'aménagement agricole, d'aménagement urbain ou d'aménagement industriel dûment autorisées par l'autorité compétente, sont considérées comme des déchets ou des résidus autres que les résidus provenant de l'agriculture, de l'aquaculture, de la pêche et de la sylviculture et ne doivent remplir que les critères de réduction des émissions de gaz à effet de serre des articles L. 281-5 et L. 281-6 du Code de l'énergie.

Si la Directive 2018/2001 permet aux Régions ultrapériphériques de déroger aux critères de durabilité tels qu'énoncés à l'article 29 à des fins de production d'électricité, de chaleur ou de froid, le législateur européen n'a pas prévu de possibilité de dérogation pour l'énergie produite à des fins de transport.

Sur le territoire guyanais, la transition énergétique repose pourtant en grande partie sur le secteur du transport (terrestre, fluvial, maritime, aérien et spatial) car il représente à lui seul 59% des consommations d'énergie finale (chiffre PPE Guyane 2016). Pour que l'activité de port spatial de l'Europe - qui représente une part importante de la consommation d'énergie finale du secteur transport - puisse fonctionner à partir de sources d'énergies réduisant les émissions de gaz à effet de serre tout en construisant une filière économique locale et durable basée sur la production, la transformation et la consommation de bioénergies issues de la biomasse, **il est crucial d'appliquer au secteur du transport les critères spécifiques à la Région Guyane présentés plus haut, à savoir :**

1. Les sources de biomasse issues de terres à vocation agricole peuvent être valorisées dans des installations de production d'énergie dont la puissance est inférieure ou supérieure à 20 MWth pour la biomasse solide, et à 2 MWth pour le biogaz sous réserve que l'ensemble des critères ci-dessous sont respectés :
 - a) les terres à vocation agricole sont légalement défrichées avant 2030,

- b) ces terres à vocation agricole ne sont pas constituées de savanes naturelles,
- c) la capacité agronomique de ces terres à vocation agricole a été vérifié préalablement à tout aménagement,
- d) les techniques d'aménagement de ces terres à vocation agricole doivent réduire au maximum les impacts sur le sol en suivant les recommandations de bonnes pratiques en matière de défriche optimisée émises par les autorités compétentes

Lorsque les critères exposés au a), b) c) et d) sont réunis, la notion de « terres de grande valeur en termes de diversité biologique » ne s'applique pas en Guyane sur les terres à vocation agricole.

2. toutes les sources de biomasse issues d'opérations d'aménagement agricole, d'aménagement urbain ou d'aménagement industriel dûment autorisées par l'autorité compétente, sont considérées comme des déchets ou des résidus autres que les résidus provenant de l'agriculture, de l'aquaculture, de la pêche et de la sylviculture et ne doivent remplir que les critères de réduction des émissions de gaz à effet de serre des articles L. 281-5 et L. 281-6 du Code de l'énergie.

PRECIS METHODOLOGIQUE

STRUCTURATION DE L'ETUDE

Dans un premier temps, la Collectivité territoriale de Guyane (CTG) a identifié l'ensemble des sources de biomasse mobilisées dans les plans d'approvisionnement des centrales électrique en fonctionnement, en construction ou en cours de développement.

Dans un second temps, la CTG a analysé les origines de chacune des sources de biomasse identifiées.

Dans un troisième temps, la CTG a confronté les sources de biomasse mobilisées dans les plans d'approvisionnement aux critères de durabilité tels que définis dans l'Article 29 de la Directive européenne n°2018/2001. Il en ressort une liste de ressources biomasse non conformes aux critères de durabilité tels qu'appliqués sur le continent européen.

Dans un quatrième temps, la CTG a élaboré un modèle permettant de comparer les empreintes carbone des différentes sources de biomasse mobilisées à des fins de production d'énergie. La méthode employée a consisté à analyser les émissions carbone de la biomasse énergie sans toutefois prendre en compte les émissions évitées par la valorisation de coproduits. L'objectif de l'étude n'est pas de réaliser l'ACV complète de chacune des sources de biomasse. Les résultats de l'étude des émissions carbone des sources de biomasses ne peuvent en aucun cas être comparés, assimilés ou remplacer les bilans carbone de chaque projet de production de biomasse énergie. En effet, un projet de production de biomasse utilisée à des fins de production d'énergie valorise diverses sources de biomasse et génère différents coproduits. De même, les résultats de l'analyse des émissions des sources de biomasse énergie réalisée par la CTG ne peut en aucun cas être utilisée pour qualifier l'empreinte carbone d'une centrale de production d'énergie à partir de la biomasse. Les résultats issus de l'analyse des émissions carbone des sources de biomasses énergie ne vaut donc que pour ce qu'elle est : une analyse des émissions générées par les modes de production et d'utilisation de la biomasse énergie pour chacune des sources identifiées en Guyane, sans prise en compte des émissions évitées, ou des flux stockés par les produits ou coproduits comme le bois d'œuvre. La valeur carbone d'une source de biomasse énergie peut ainsi être comparée à une autre source de biomasse énergie, toute chose étant égale par ailleurs. Cette approche a pour objectif d'identifier les variables amélioratives de l'empreinte carbone de chaque source. Il est par exemple possible de conclure que certaine source de biomasse, bien que n'étant pas conformes aux critères de durabilité européens, ont un bilan carbone très faiblement émetteur, et peuvent donc être considérées comme durable en Guyane.

Dans un cinquième temps, la CTG a co-construit les critères de durabilité applicables en Guyane avec les acteurs privés et publics de la filière biomasse en Guyane.

DEFINITIONS

- **Biomasse** : la fraction biodégradable des produits, des déchets et des résidus d'origine biologique provenant de l'agriculture, y compris les substances végétales et animales, de la sylviculture et des industries connexes, y compris la pêche et l'aquaculture, ainsi que la fraction biodégradable des déchets, notamment les déchets industriels et municipaux d'origine biologique.
- **Biomasse agricole** : la biomasse issue de l'agriculture.
- **Biomasse forestière** : la biomasse issue de la sylviculture.
- **Biogaz** : carburant gazeux produit à partir de la biomasse ;
- **Bioliqvide** : un combustible ou carburant liquide destiné à des usages énergétiques autres que pour le transport, y compris la production d'électricité, le chauffage et le refroidissement, et produit à partir de la biomasse ;
- **Résidu** : une substance qui ne constitue pas le ou les produits finaux qu'un processus de production tend directement à obtenir ; il ne s'agit pas de l'objectif premier du processus de production et celui-ci n'a pas été délibérément modifié pour l'obtenir ;
- **Déchet** : toute substance ou tout objet dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire ;
- **Régénération des forêts** : la reconstitution d'un peuplement forestier par des moyens naturels ou artificiels à la suite de la suppression du peuplement précédent par abattage ou à la suite de causes naturelles, notamment les incendies ou les tempêtes ;
- **MWe ou MWth** : « Les termes techniques « watt électrique » (We) et « watt thermique » (Wt ou Wth) correspondent à la puissance produite sous forme électrique et sous forme thermique, respectivement. Leurs multiples sont le mégawatt électrique (MWe) et le mégawatt thermique (MWt ou MWth). La puissance d'une centrale est généralement exprimée sous forme de puissance électrique. La puissance thermique d'une centrale est en moyenne équivalente à trois fois et demi sa puissance électrique. La différence correspondant au rendement thermodynamique (directement lié à la température de fonctionnement) et aux pertes de conversion, étant donné que la transformation d'énergie thermique en énergie électrique ne peut se faire qu'avec des pertes (rendement de l'ordre de 30 à 40 %).

CADRE LEGAL

Conventions internationales

- 3^{ème} Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), 1997, Kyoto, Japon. Protocole à la Convention sur le climat, dit « Protocole de Kyoto I » objectif de réduction de 5% des GES avant 2012.
- Sommet des Nations Unies sur les changements climatiques, 2009, Copenhague, Danemark. Les pays s'engagent alors à maintenir le réchauffement climatique sous la barre des 2°C.
- 18^{ème} CCNUCC, 2012, Doha, Qatar. Protocole dit « Protocole de Kyoto II » : objectif de diminution de la production mondiale de gaz à effet de serre de 20% en 2020 (par rapport à son niveau de 1990).
- 21^{ème} CCNUCC, 2015, Paris, France : mise en place des *Intended nationally determined contributions*.

Réglementation européenne

- Traité sur le fonctionnement de l'Union Européenne, notamment les articles 194 et 349.
- Directive européenne 2018/2001CE du Parlement européen et du Conseil relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables.
- Règlement UE n°525/2013 relatif à un mécanisme pour la surveillance et la déclaration des émissions de gaz à effet de serre et pour la déclaration, au niveau national et au niveau de l'Union, d'autres informations ayant trait au changement climatique et abrogeant la décision n° 280/2004/CE.
- Décision n° 529/2013/UE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2013 relative aux règles comptables concernant les émissions et les absorptions de gaz à effet de serre résultant des activités liées à l'utilisation des terres, au changement d'affectation des terres et à la foresterie et aux informations concernant les actions liées à ces activités (JO L 165 du 18.6.2013, p. 80).

Législation et réglementation française

- Code de l'environnement, notamment l'article L110-1-1, L122-1, L222-3-1
- Code forestier (nouveau), notamment l'article L120-1 et les articles L172-1 à L172-7
- Code rural et de la pêche maritime, notamment l'article L3, L181-2, L411-27
- Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte
- Loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt (LAAAF) du 13 octobre 2014
- Code du domaine de l'État, notamment articles R170-31 à R170-46-6
- Ordonnance n° 2021-235 du 3 mars 2021 portant transposition du volet durabilité des bioénergies de la directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables

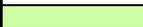
- Décret n° 2016-1134 du 19 août 2016 relatif à la stratégie nationale de mobilisation de la biomasse et aux schémas régionaux biomasse
- Arrêté préfectoral n°2015089-0001/DAAF du 30 Mars 2015, Préfecture de la Région Guyane, créant la cellule biomasse de Guyane
- Décret n° 2017-457 du 30 mars 2017 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie de la Guyane
- Décret n° 2016-931 du 6 juillet 2016 portant approbation du schéma d'aménagement régional de la Guyane ;

Documents cadres et schémas stratégiques régionaux

- Programmation pluriannuelle de l'énergie de Guyane
- Plan régional forêt bois
- Plan régional biomasse (en cours)
- Schéma d'aménagement régional de Guyane (adopté en juillet 2016)
- Schéma régional d'innovation pour la spécialisation intelligente

SYNTHESE DES INSTALLATIONS BIOMASSE SOLIDE EN GUYANE

| Numéros des installations qui seront en service avant 2030 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|--|------------------------------------|--|--|------------------------------------|--|---|---|--|--|--|--|--|--|
| Sources d'approvisionnement en biomasse | Déchets de scierie | Déchets de scierie | Produit de plantation de biomasse énergie (100% culture énergétique) | Déchets d'aménagements industriels | Déchets de scierie | Résidus d'exploitation du bois d'œuvre (forêt naturelle) | Produit de plantation de biomasse énergie (systèmes agroforestiers) | Résidus d'exploitation du bois d'œuvre (forêt naturelle) | Résidus de la mise en valeur de terres agricoles | Résidus de la mise en valeur de terres agricoles | Résidus d'exploitation du bois d'œuvre (forêt de plantation) | Résidus de la mise en valeur de terres agricoles | Résidus de la mise en valeur de terres agricoles |
| | Déchets d'aménagements urbains | Résidus d'exploitation du bois d'œuvre (forêt naturelle) | Résidus de la mise en valeur de terres agricoles | / | Résidus d'exploitation du bois d'œuvre (forêt naturelle) | Déchets d'aménagements industriels | Résidus d'exploitation du bois d'œuvre (forêt naturelle) | Déchets de scierie | / | Déchets de l'industrie agroalimentaire | Résidus de la mise en valeur de terres agricoles | / | / |
| | Déchets d'aménagements industriels | Résidus de la mise en valeur de terres agricoles | Produit de plantation de biomasse énergie (systèmes agroforestiers) | / | / | Résidus d'exploitation du bois d'œuvre (forêt de plantation) | Résidus d'exploitation du bois d'œuvre (forêt de plantation) | Produit de plantation de biomasse énergie (100% culture énergétique) | / | Déchets d'aménagements urbains | / | / | / |
| | / | / | Résidus d'exploitation du bois d'œuvre (forêt naturelle) | / | / | Produit de plantation de biomasse énergie (systèmes agroforestiers) | Résidus de la mise en valeur de terres agricoles | Résidus de la mise en valeur de terres agricoles | / | / | / | / | / |
| | / | / | Déchets de scierie | / | / | Résidus de la mise en valeur de terres agricoles | / | Déchets d'aménagements urbains | / | / | / | / | / |
| | / | / | Déchets d'aménagements industriels | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| Puissance nominale installée brute en MWth | <20 | <20 | <20 | >20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Biomasse soumise aux critères de durabilité | non | non | non | oui | non | non | non | non | non | non | non | non | non |
| Installation soumise aux critères de réduction de GES | non | non | non | oui | non | non | non | non | non | non | non | non | non |
| Installation soumise aux critères d'efficacité énergétique | non | non | non | non | non | non | non | non | non | non | non | non | non |
| Durabilité de la biomasse | non concerné | non concerné | non concerné | oui, car biomasse issue de déchets | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné |
| Conformité réduction GES | non concerné | non concerné | non concerné | oui : 97% de réduction des GES | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné |
| Conformité efficacité énergétique | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné |
| Besoin de dérogation | non | non | non | non, car biomasse issue de déchets | non | non | non | non | non | non | non | non | non |
| Nature de la dérogation | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné | non concerné |

| | | |
|--|--|---|
| Légende |  | biomasse issue de déchets ou de résidus |
| |  | biomasse forestière |
| |  | biomasse agricole |
| |  | biomasse agricole ou biomasse forestière selon s'il s'agit de bois énergie ou de plante énergie |
| |  | seuil de puissance nominale inférieure à 20 MWth |
|  | seuil de puissance nominale supérieure à 20 MWth | |

COMBUSTIBLES ISSUS DE LA BIOMASSE PRODUITS A PARTIR DE DECHETS

ORIGINES DE LA BIOMASSE

La biomasse solide issue de la valorisation des déchets en Guyane a diverses origines :

- a) **L'aménagement urbain** : il s'agit à l'origine de forêt naturelle qui a été abattue pour des besoins de construction légales d'infrastructures : zones d'activités économiques, logements, établissements scolaires, etc. La biomasse issue de ces aménagements peut être valorisée à des fins de production d'énergie.
- b) **L'aménagement industriel** : il s'agit à l'origine de forêt naturelle qui a été défrichée ou envoyée pour des besoins de construction légale d'installations industrielles, tel un barrage hydroélectrique. La biomasse issue de cet aménagement peut être valorisée à des fins de production d'énergie.
- c) **La création de routes** : il s'agit à l'origine de forêt naturelle qui a été abattue pour des besoins de construction légales d'infrastructures routières. La biomasse issue de ces aménagements peut être valorisée à des fins de production d'énergie.
- d) **La production du bois d'œuvre en scierie** : au cours du processus de production du bois d'œuvre en scierie, la partie de la grume non transformée en bois d'ouvrage peut être valorisée à des fins de production d'énergie.
- e) **La transformation agro-alimentaire** : il s'agit à l'origine de produits agricoles qui ont été transformés au cours d'un processus de production visant à produire un aliment ; la partie du produit agricole non valorisée en aliment peut être valorisé à des fins de production d'énergie.

TRAITEMENT ACTUEL DE LA BIOMASSE

La biomasse solide issue des déchets des opérations d'aménagements urbains ou des routes, doit être stockée en Installation de stockage des déchets non dangereux. Cependant, pour des raisons de capacité limitée de traitement des déchets, et conformément à l'arrêté préfectoral qui en autorise l'exploitation, l'installation de stockage des déchets non dangereux (ISDND) ne peut pas accepter la biomasse ligneuse issue des déchets. La biomasse solide issue des opérations d'aménagements urbains ou des routes, est donc actuellement laissée en andins sur le bord des parcelles, ou alors brûlée à l'air libre, ou bien enfouie sous des monticules de terre.

La biomasse solide issue des déchets de l'aménagement industriel du barrage de l'installation hydroélectrique de Petit-Saut est actuellement laissée à une lente dégradation au milieu du lac.

La biomasse solide issue des déchets de la transformation agro-alimentaire est actuellement stockée en ISDND.

La biomasse solide issue des déchets de la production de bois d'œuvre en scierie est actuellement en partie valorisée en production d'énergie. L'autre partie est enfouie ou brûlée à l'air libre.

STATUT DE LA BIOMASSE DANS LE CLASSEMENT RED2

Indépendamment de son origine forestière, **la biomasse solide issue** des opérations d'aménagements urbains, de création de routes, d'aménagement industriel, de transformation agro-alimentaire, de la production de bois d'œuvre en scierie, **a le statut de « déchet »**.

En effet, on entend par « déchet », au sens de la Directive 2018/2001, article 2, point 23) : « tout déchet tel qu'il est défini à l'article 3, point 1), de la directive 2008/98/CE, à l'exclusion des substances qui ont été délibérément modifiées ou contaminées pour répondre à cette définition ».

On entend également par « déchet », au sens de la Directive 2008/98 : article 3, point 1) : « toute substance ou tout objet dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire ».

Lorsque les sociétés de travaux publics réalisent des aménagements urbains, ou des routes, elles coupent des arbres, les dessouchent et les stockent en bord de parcelle, sous la forme d'andins, afin de permettre ensuite aux engins de terrassement d'effectuer leurs tâches. Les routes, les ponts, les zones d'activité, ou les logements peuvent ensuite être construits.

Lorsque l'aménagement industriel du barrage hydro-électrique de Petit Saut est réalisé et mis en eau, ennoyant des centaines de kilomètre carré, des centaines de milliers d'arbres se retrouvent sous l'eau où se dégradent lentement.

Lorsque les scieries ou l'industrie agro-alimentaire produisent des produits transformés, elles génèrent des déchets.

Dans tous les cas, les opérations d'aménagements urbains, de création de routes, d'aménagement industriel, de transformation agro-alimentaire, ou de production de bois d'œuvre en scierie produisent des substances - y compris de la biomasse solide - dont les producteurs ont l'intention et / ou l'obligation de se défaire en tant que déchets.

Il peut alors, mais ce n'est pas automatique, être procédé à une « collecte séparée » au sens de la Directive 2008/98 : article 3, point 11) : « une collecte dans le cadre de laquelle un flux de déchets est conservé séparément en fonction de son type et de sa nature afin de faciliter un traitement spécifique ».

Cette collecte séparée a pour objectif de réunir la biomasse solide à des fins de valorisation, au sens de la Directive 2008/98 : article 3, point 15 : « toute opération dont le résultat principal est que des déchets servent à des fins utiles en remplaçant d'autres matières qui auraient été utilisées à une fin particulière, ou que des déchets soient préparés pour être utilisés à cette fin, dans l'usine ou dans l'ensemble de l'économie. L'annexe II énumère une liste non exhaustive d'opérations de valorisation ; ».

La valorisation de la biomasse solide a pour objectif d'être utilisée principalement « comme combustible ou autre moyen de produire de l'énergie », conformément au point R1 de l'Annexe II de la Directive 2008/98.

La biomasse solide issue des opérations d'aménagements urbains, de création de routes, d'aménagement industriel, de transformation agro-alimentaire, ou de production de bois d'œuvre en scierie est ainsi considérée comme de la « biomasse » au sens de l'Article 2, point 24 de la Directive 2018/2001 : soit « la fraction biodégradable des déchets » valorisable.

Par ailleurs cette biomasse ne peut en aucun cas avoir un statut de :

1. «Biomasse agricole » : les opérations d'aménagements urbains, de création de routes, l'enneigement du lac de barrage, la transformation agro-alimentaire, la production de bois d'œuvre en scierie ne sont pas des activités agricoles.
2. « Biomasse forestière » : les opérations d'aménagements urbains, de création de routes, l'enneigement du lac de barrage, la transformation agro-alimentaire, la production de bois d'œuvre en scierie ne sont pas des activités sylvicoles.

VOLUMES ESTIMÉS SUR 20 ANS

La biomasse solide issue des déchets des opérations d'aménagements urbains, de création de routes, de l'aménagement industriel, de transformation agro-alimentaire, ou de production de bois d'œuvre en scierie **représente un volume permettant d'alimenter 17 MW électrique durant 20 ans**, à raison d'environ 12 000 tonnes de biomasse par MWe. Cette donnée est issue des plans d'approvisionnement des installations produisant de l'électricité, de la chaleur ou du froid, existante ou en cours de développement, situées en Guyane française.

EMPREINTE CARBONE ESTIMÉE / EMPREINTE CARBONE FOSSILE DU TERRITOIRE

Les émissions de CO₂eq de la production d'énergie à partir de source fossile sur le littoral guyanais sont, en moyenne lissées (de 2009 à 2014), de 910 gCO₂eq/kWh¹, soit environ 253 gCO₂eq/MJ.

¹ <https://www.guyane.ademe.fr/sites/default/files/note-emissions-ges-secteur-energetique-guyane.pdf>

Selon l'Annexe VI point 19) de la Directive 2018/2001, la valeur moyenne de référence d'émissions de gaz à effet de serre pour le combustible fossile est de 212 gCO₂eq/MJ, soit environ 763 gCO₂eq/kWh dans les Régions Ultrapériphériques.

La production d'énergie à partir de source fossile en Guyane émet donc en moyenne 20% de plus de gaz à effet de serre que la moyenne des Régions Ultrapériphériques de l'Union Européenne.

C'est dans ce contexte qu'il convient d'apprécier les émissions de GES de la biomasse issue des opérations d'aménagements urbains, de création de routes, d'aménagement industriel, de transformation agro-alimentaire, et de la production de bois d'œuvre en scierie.

Toutefois, dans l'Annexe V de la Directive 2018/2001, il n'existe pas de valeurs type ou de valeurs par défaut d'émissions de gaz à effet de serre (GES) pour les carburants issus des sources de biomasse solide en milieu amazonien.

Ces émissions de GES ont donc été estimées en suivant la méthodologie détaillée à l'Annexe V point C) de la Directive 2018/2001.

Le tableau suivant donne les résultats d'émission par source en fonction de l'efficacité énergétique de l'installation de production d'énergie dans laquelle est utilisée la biomasse issue des opérations d'aménagements urbains, de création de routes, d'aménagement industriel, de transformation agro-alimentaire, et de la production de bois d'œuvre en scierie.

| | Déchets et résidus | | | | |
|--|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|--|
| | Déchets d'aménagements urbains | Déchets d'aménagements industriels | Déchets issus des créations de routes | Déchets de scierie | Déchets de l'industrie agroalimentaire |
| Empreinte carbone de la biomasse énergie sans prise en compte des crédits de gaz à effet de serre issus de la valorisation de co-produits éventuels, et avec valorisation terres dégradées (exprimé en gramme de Co₂e per kWh) | | | | | |
| Si production d'énergie par combustion de la biomasse avec valorisation électrogène simple | 16 | 22 | 11 | 11 | 7 |
| Si production d'énergie par gazéification de la biomasse avec valorisation électrogène simple | 14 | 19 | 9 | 10 | 6 |
| Si production d'énergie par gazéification de la biomasse avec valorisation électrogène et valorisation thermique | 10 | 14 | 7 | 7 | 4 |
| Empreinte carbone de la biomasse énergie sans prise en compte des crédits de gaz à effet de serre issus de la valorisation de co-produits éventuels, et avec valorisation terres dégradées (exprimé en gramme de Co₂e per MJ) | | | | | |
| Si production d'énergie par combustion de la biomasse avec valorisation électrogène simple | 5 | 6 | 3 | 3 | 2 |
| Si production d'énergie par gazéification de la biomasse avec valorisation électrogène simple | 4 | 5 | 3 | 3 | 2 |
| Si production d'énergie par gazéification de la biomasse avec valorisation électrogène et valorisation thermique | 3 | 4 | 2 | 2 | 1 |

L'utilisation de ces sources de biomasse permet dans l'hypothèse la moins favorable (Petit-Saut) de **diminuer les émissions de CO₂eq de 97%** [(22-763)/763*100 = -97%] **par rapport à la production d'énergie à partir de source fossile.**

Les installations de plus de 20 MW thermique de puissance nominale qui produisent de l'énergie à partir de ces seules sources de biomasse atteignent donc les objectifs de réduction des gaz à effets de serre tels que fixés par l'Article 29 paragraphe 10) de la Directive 2018/2001, soit :

- au minimum 70 % dans des installations mises en service du 1er janvier 2021 au 31 décembre 2025 ;
- et au minimum 80 % pour les installations mises en service à partir du 1er janvier 2026.

Les critères de durabilité de la biomasse et les critères de réduction des émissions de gaz à effet de serre ne s'appliquent pas lorsque les installations utilisant des combustibles à partir de biomasse pour produire de l'électricité, du chaud ou du froid ont une puissance thermique nominale inférieure à 20 MW thermique (Article 29, paragraphe 1, 3^{ème} alinéa après le point c).

DURABILITE AU SENS DE LA RED 2

Ne sont concernées par l'application des critères de durabilité prévus par la Directive 2018/2001 que les combustibles issus de la biomasse utilisés dans des installations de production d'électricité, de chaleur ou de froid, dont la puissance thermique nominale est supérieure à 20 MWth.

En-deçà de cette puissance les combustibles issus de la biomasse ne sont pas concernés par les critères de durabilité prévus par la Directive 2018/2001.

Les combustibles produits à partir de biomasse issue des opérations d'aménagements urbains, de création de routes, d'aménagement industriel, de transformation agro-alimentaire, et de production de bois d'œuvre en scierie sont des combustibles « issus de la biomasse produits à partir de déchets », au sens de la Directive 2018/2001, Article 29, paragraphe 1, 1^{er} alinéa après le point c).

Ces combustibles ne doivent ainsi remplir que les critères de réduction des émissions de gaz à effet de serre et uniquement dans les installations dont la puissance thermique nominale est supérieure à 20 MW thermique.

La production d'électricité, de chaleur ou de froid à partir de ces combustibles permet de réduire de 97%² les émissions de gaz à effet de serre par rapport aux émissions moyennes de la production d'électricité, de chaleur ou de froid à partir de sources fossiles dans les Régions Ultrapériphériques.

² Par rapport aux émissions moyennes de CO₂eq de la production d'énergie à partir de combustibles fossiles dans les Régions Ultrapériphériques dont la valeur, définie à l'Annexe VI point 19) de la Directive 2018/2001, est de 212 gCO₂eq/MJ, soit environ 763 gCO₂eq/kWh.

Les combustibles produits à partir de biomasse issue des opérations d'aménagements urbains, de création de routes, d'aménagement industriel, de transformation agro-alimentaire, et de production de bois d'œuvre en scierie sont donc considérés comme durables au sens de la Directive 2018/2001.

RESUME

Les sources de biomasse suivantes sont durables, quelle que soit la puissance nominale de l'installation dans lesquelles elles sont transformées en énergie, et n'ont pas besoin de dérogation :

- La biomasse issue des opérations d'aménagements urbains,
- La biomasse issue de création de routes,
- La biomasse issue de l'aménagement industriel,
- La biomasse issue de la transformation agro-alimentaire,
- La biomasse issue de la production de bois d'œuvre en scierie

COMBUSTIBLES ISSUS DE LA BIOMASSE PRODUITS A PARTIR DE LA BIOMASSE AGRICOLE

ORIGINES DE LA BIOMASSE

La biomasse solide produit à partir de la biomasse agricole en Guyane a diverses origines :

- a. **Les plantes énergie** : il s'agit de plantations agricoles non-ligneuses dédiées à la production de biomasse énergie, cette catégorie comprend les cannes énergie, le sorgo, etc. Ces plantations sont conduites en systèmes agricoles ou agroforestiers. Ce dernier système de culture, consistant à intercaler des cultures d'arbres et de plantes, est considéré en France comme relevant de l'agriculture.
- b. **Les bois énergie en systèmes agroforestiers** : il s'agit de plantations d'arbres dans un système mixte comprenant des arbres et des produits agricoles intercalés. Ces arbres sont dédiés dans un premier temps à l'amélioration des propriétés physico-chimiques des sols, puis sont récoltés à des fins de production de biomasse énergie. Bien qu'il s'agisse d'arbres, ils sont classés en biomasse agricole en raison du système agroforestier qui est considéré, en France, comme relevant de l'agriculture.
- c. **Les résidus de la mise en valeur de terres agricoles** : il s'agit d'une opération légale d'aménagement des terres dans le but de les exploiter à des fins de productions agricoles. Cette défriche agricole est encadrée par un cahier des charges de l'aménagement agricole à faible impact pour les sols.

TRAITEMENT ACTUEL DE LA BIOMASSE

La biomasse solide d'origine agricole est actuellement non valorisée en Guyane.

Les plantes-énergie sont l'objet d'expérimentations visant à calibrer le mode de culture le plus adapté aux sols guyanais. Le bois-énergie en système agroforestier fait l'objet de projets agricoles en cours de développement sur le territoire guyanais.

Les différentes études opérationnelles réalisées sur des démonstrateurs industriels ont permis de démontrer l'intérêt pédologique, environnemental, économique et social de ces cultures. L'intégration de plantations à vocation énergétique dans des projets agricoles permet en effet :

- D'aérer des sols parfois compactés lors de la préparation des parcelles ;
- De fertiliser naturellement des sols pauvres en azote et en potassium ;

- De renforcer la structure économique des exploitations agricoles en garantissant un revenu de base à de jeunes agriculteurs en installation ;
- De renforcer la structure économique d'exploitation de bois d'œuvre en plantation, dans un territoire où l'exploitation sylvicole en forêt naturelle est menacée par le réchauffement climatique ;

Les résidus de la mise en valeur de terres agricoles sont actuellement soit brûlés à l'air libre, soit stockés en andins en bord de parcelle où ils se dégradent lentement, produisant dans les deux cas d'importantes émissions de gaz à effet de serre.

VOLUMES ESTIMÉS SUR 20 ANS

La biomasse solide issue de la biomasse agricole – Résidus de la mise en valeur de terres agricoles, produit de plantation de biomasse énergie (systèmes agroforestiers) et produit de plantation de biomasse énergie non-ligneuse (100% culture énergétique) – **représente un volume permettant d'alimenter 19 MW électrique durant 20 ans**, à raison d'environ 12 000 tonnes de biomasse par MWe. Cette donnée est issue des plans d'approvisionnement des installations produisant de l'électricité, de la chaleur ou du froid, existante ou en cours de développement, situées en Guyane française.

EMPREINTE CARBONE ESTIMÉE / EMPREINTE CARBONE FOSSILE DU TERRITOIRE

Les émissions de CO₂eq de la production d'énergie à partir de source fossile sur le littoral guyanais sont, en moyenne lissées (de 2009 à 2014), de 910 gCO₂eq/kWh³, soit environ 253 gCO₂eq/MJ.

Selon l'Annexe VI point 19) de la Directive 2018/2001, la valeur moyenne de référence d'émissions de gaz à effet de serre pour le combustible fossile est de 212 gCO₂eq/MJ, soit environ 763 gCO₂eq/kWh dans les Régions Ultrapériphériques.

La production d'énergie à partir de source fossile en Guyane émet donc en moyenne 20% de plus de gaz à effet de serre que la moyenne des Régions Ultrapériphériques de l'Union Européenne.

C'est dans ce contexte qu'il convient d'apprécier les émissions de GES de la biomasse issue des résidus de la mise en valeur de terres agricoles, produits de plantation de biomasse énergie (systèmes agroforestiers) et produits de plantation de biomasse énergie non-ligneuse (100% culture énergétique).

Toutefois, dans l'Annexe V de la Directive 2018/2001, il n'existe pas de valeurs type ou de valeurs par défaut d'émissions de gaz à effet de serre

³ <https://www.guyane.ademe.fr/sites/default/files/note-emissions-ges-secteur-energetique-guyane.pdf>

(GES) pour les carburants issus des sources de biomasse solide en milieu amazonien.

Ces émissions de GES ont donc été estimées en suivant la méthodologie détaillée à l'Annexe V point C) de la Directive 2018/2001.

Le tableau suivant (reproduit en annexe n° 1) donne les résultats d'émission par source en fonction de l'efficacité énergétique de l'installation de production d'énergie dans laquelle est utilisée la biomasse issue des Résidus de la mise en valeur de terres agricoles, produits de plantation de biomasse énergie (systèmes agroforestiers) et produits de plantation de biomasse énergie non-ligneuse (100% culture énergétique).

| | Déchets et résidus | Produits - 100% surface précédemment forestée | | Produits - surface non forestée précédemment | | Produits - surfaces non forestées auparavant, terres dégradées | |
|--|--------------------|--|---|--|---|--|---|
| | | Résidus de la mise en valeur de terres agricoles | Produit de plantation de biomasse énergie (systèmes agroforestiers) | Produit de plantation de biomasse énergie (100% culture énergétique) | Produit de plantation de biomasse énergie (systèmes agroforestiers) | Produit de plantation de biomasse énergie (100% culture énergétique) | Produit de plantation de biomasse énergie (systèmes agroforestiers) |
| Empreinte carbone de la biomasse énergie sans prise en compte des crédits de gaz à effet de serre issus de la valorisation de co-produits éventuels, et avec valorisation terres dégradées (exprimé en gramme de Co2e per kWh) | | | | | | | |
| Si production d'énergie par combustion de la biomasse avec valorisation électrogène simple | 16 | 1 667 | 2 831 | 28 | 39 | (77) | (66) |
| Si production d'énergie par gazéification de la biomasse avec valorisation électrogène simple | 14 | 1 419 | 2 410 | 24 | 33 | (81) | (71) |
| Si production d'énergie par gazéification de la biomasse avec valorisation électrogène et valorisation thermique | 10 | 1 067 | 1 812 | 18 | 25 | (87) | (80) |
| Empreinte carbone de la biomasse énergie sans prise en compte des crédits de gaz à effet de serre issus de la valorisation de co-produits éventuels, et avec valorisation terres dégradées (exprimé en gramme de Co2e per MJ) | | | | | | | |
| Si production d'énergie par combustion de la biomasse avec valorisation électrogène simple | 5 | 463 | 786 | 8 | 11 | (21) | (18) |
| Si production d'énergie par gazéification de la biomasse avec valorisation électrogène simple | 4 | 394 | 669 | 7 | 9 | (22) | (20) |
| Si production d'énergie par gazéification de la biomasse avec valorisation électrogène et valorisation thermique | 3 | 296 | 503 | 5 | 7 | (24) | (22) |

L'utilisation de ces sources de biomasse, dans l'hypothèse la moins favorable (Produits de plantation biomasse énergie 100% culture énergétique sur terres précédemment forestées, avec simple valorisation électrogène via un procédé par combustion) augmente les émissions de GES de 270% $[(2831-763)/763*100 = 271\%]$ par rapport à la production d'énergie à partir de source fossile.

L'utilisation de ces sources de biomasse, dans l'hypothèse la plus favorable (Produits de plantation biomasse énergie en système agroforestier, sur terres dégradées, avec valorisation électrogène et valorisation thermique via un procédé par gazéification) diminue les émissions de GES de 103% $[(24-763)/763*100 = -103\%]$ par rapport à la production d'énergie à partir de source fossile. L'utilisation de cette source de biomasse en cogénération revient à stocker du CO2eq.

Les installations de plus de 20 MW thermique de puissance nominale qui produisent de l'énergie à partir de ces seules sources de biomasse peuvent donc soit :

- Atteindre les objectifs de réduction des gaz à effets de serre tels que fixés par l'Article 29 paragraphe 10) de la Directive 2018/2001, c'est-à-dire :
 - o au minimum 70 % dans des installations mises en service du 1er janvier 2021 au 31 décembre 2025 ;

- et au minimum 80 % pour les installations mises en service à partir du 1er janvier 2026.
- Émettre 3 fois plus de CO₂eq que la production d'énergie à partir d'un combustible fossile.

Les critères de durabilité de la biomasse et les critères de réduction des émissions de gaz à effet de serre ne s'appliquent pas lorsque les installations utilisant des combustibles à partir de biomasse pour produire de l'électricité, du chaud ou du froid ont une puissance thermique nominale inférieure à 20 MW thermique (Article 29, paragraphe 1, 3^{ème} alinéa après le point c).

DURABILITE AU SENS DE LA RED 2

Ne sont concernées par l'application des critères de durabilité prévus par la Directive 2018/2001 que les combustibles issus de la biomasse utilisés dans des installations de production d'électricité, de chaleur ou de froid, dont la puissance thermique nominale est supérieure à 20 MWth.

En-deçà de cette puissance les combustibles issus de la biomasse ne sont pas concernés par les critères de durabilité prévus par la Directive 2018/2001.

Combustibles produits à partir de la biomasse et utilisés dans des installations de plus de 20 MWth

Sources de biomasse : Résidus de la mise en valeur de terres agricoles, produits de plantation de biomasse énergie (systèmes agroforestiers) et produits de plantation de biomasse énergie non-ligneuse (100% culture énergétique)

CAS N°1 : les résidus de la mise en valeur des terres agricoles ou la culture des productions énergétiques sont issus de terres qui sont forestées après janvier 2008 :

1. Les plantations de biomasse énergie en système agroforestier sont réalisées suite à des opérations de défriche agricole postérieures au mois de janvier 2008 ;
2. Les plantations de biomasse énergie en système agroforestier sont réalisées sur des terres forestées ayant été dégradées postérieurement au mois de janvier 2008 ;
3. Les terres défrichées ou dégradées sont des terres de grande valeur en termes de diversité biologique, et des terres présentant un important stock de carbone.

Les sources de biomasse énergie qui sont issues (i) de résidus de la mise en valeur de terres agricoles, (ii) de plantations de biomasse énergie en systèmes agroforestiers ou (iii) de plantations 100% plantes énergie sur des

terres forestées après janvier 2008 en Guyane **sont non-durables** au sens de l'Article 29 paragraphes 3 et 4.

CAS N°2 : les résidus de la mise en valeur des terres agricoles ou la culture des productions énergétiques sont issus de terres qui n'étaient plus forestées en janvier 2008 :

Les sources de biomasse énergie qui sont issues (i) de résidus de la mise en valeur de terres agricoles, (ii) de plantations de biomasse énergie en systèmes agroforestiers ou (iii) de plantations 100% plantes énergie sur des terres non forestées antérieurement au mois de janvier 2008 en Guyane **sont durables** au sens de l'Article 29 paragraphes 3 et 4.

RESUME

Les sources de biomasse suivantes sont durables, quelle que soit la puissance nominale de l'installation dans lesquelles elles sont transformées en énergie, et n'ont pas besoin de dérogation :

- La biomasse issue des résidus de la mise en valeur des terres agricoles, dès lors que l'opération de défriche agricole a eu lieu avant janvier 2008 ;
- La biomasse issue des plantations de plantes énergie ou de bois énergie en systèmes agroforestiers, sur des terres précédemment forestées, dès lors que l'opération de défriche agricole a eu lieu avant janvier 2008 ;
- La biomasse issue des plantations de plantes énergie ou de bois énergie en systèmes agroforestiers, sur des terres dégradées, dès lors que l'opération ayant conduit à la dégradation des terres a eu lieu avant janvier 2008 ;
- La biomasse issue des plantations de plantes énergie en système entièrement dédié à la culture énergétique, sur des terres précédemment forestées, dès lors que l'opération de défriche agricole a eu lieu avant janvier 2008 ;
- La biomasse issue des plantations de plantes énergie en système entièrement dédié à la culture énergétique, sur des terres dégradées, dès lors que l'opération ayant conduit à la dégradation des terres a eu lieu avant janvier 2008 ;

Les sources de biomasse suivantes auraient été non-durables, si elles avaient été utilisées dans des installations de plus de 20 MWth. Or, en Guyane, aucune installation de plus de 20 MWth n'utilise ces sources de biomasse. A savoir :

- La biomasse issue des résidus de la mise en valeur des terres agricoles, dès lors que l'opération de défriche agricole a eu lieu après janvier 2008 ;

- La biomasse issue des plantations de plantes énergie ou de bois énergie en systèmes agroforestiers, sur des terres précédemment forestées, dès lors que l'opération de défriche agricole a eu lieu après janvier 2008 ;
- La biomasse issue des plantations de plantes énergie ou de bois énergie en systèmes agroforestiers, sur des terres dégradées, dès lors que l'opération ayant conduit à la dégradation des terres a eu lieu après janvier 2008 ;
- La biomasse issue des plantations de plantes énergie en système entièrement dédié à la culture énergétique, sur des terres précédemment forestées, dès lors que l'opération de défriche agricole a eu lieu avant janvier 2008 ;
- La biomasse issue des plantations de plantes énergie en système entièrement dédié à la culture énergétique, sur des terres dégradées, dès lors que l'opération ayant conduit à la dégradation des terres a eu lieu après janvier 2008 ;

A ce jour, les installations produisant de l'énergie à partir de biomasse dont la mise en service industrielle interviendra avant 2028 peuvent utiliser de la biomasse issue de productions agricoles en toute conformité.

DEMANDE DE DEROGATION

La Guyane française est une Région Ultrapériphérique de l'Union Européenne en plein développement démographique. La multiplication par deux de la population toutes les trois décennies est un défi majeur des politiques d'aménagement. Sur ce territoire recouvert à 94% par la forêt amazonienne, la construction des logements, des équipements et des industries ne peut se faire qu'en défrichant la forêt. L'alimentation de la population guyanaise, dans un objectif d'autonomie alimentaire, nécessite de transformer des espaces forestiers en zones agricoles. La défriche opérée par les agriculteurs peut être valorisée utilement en énergie plutôt que d'importer des carburants fossiles à des fins de production énergétique.

Outre la question de l'autonomie alimentaire, l'agriculture apporte également des solutions au besoin de production d'électricité en autonomie sur le territoire et au besoin de matériaux de construction biosourcés. Le développement des plantations énergétiques en Guyane s'inscrit dans ce contexte de développement endogène en milieu amazonien.

La situation de la Guyane est donc bien différente de celle du continent européen et c'est pourquoi la Collectivité territoriale de Guyane demande à adapter la temporalité de l'application des critères de durabilité de la biomasse agricole.

Il est donc demandé de remplacer la date de « janvier 2008 » inscrite dans la Directive 2018/2001 à l'Article 29 points 3, 4 et 5 par la date de « janvier 2030 ».

COMBUSTIBLES ISSUS DE LA BIOMASSE PRODUITS A PARTIR DE LA BIOMASSE FORESTIERE

ORIGINES DE LA BIOMASSE

La biomasse solide produit à partir de la biomasse forestière en Guyane a diverses origines :

- a. **Produit de plantation de biomasse ligneuse (100% culture énergétique) :** il s'agit d'arbres (taillis à courtes rotations) cultivés dans un système entièrement dédié à la production de biomasse énergie. Les arbres sont récoltés pour être transformés en combustible à des fins de production d'énergie.
- b. **Résidus d'exploitation du bois d'œuvre en forêt naturelle :** il s'agit de bois- branches et troncs - qui sont tombés après l'abattage d'un arbre dans le cadre légal et durable de l'exploitation sylvicole à moindre impact en forêt naturelle. Il s'agit également de la matière ligneuse qui reste au sol après le façonnage de la grume. La biomasse issue de ces processus de production, dont l'objectif principal est la production de bois d'ouvrage, peut être valorisée à des fins de production d'énergie.
- c. **Résidus d'exploitation du bois d'œuvre en forêt de plantation :** il s'agit de bois- branches et troncs - qui sont tombés après l'abattage d'un arbre dans le cadre légal et durable de l'exploitation sylvicole en plantation forestière. Il s'agit également de la matière ligneuse qui reste au sol après le façonnage de la grume. La biomasse issue de ces processus de production, dont l'objectif principal est la production de bois d'ouvrage, peut être valorisée à des fins de production d'énergie.

TRAITEMENT ACTUEL DE LA BIOMASSE

La biomasse solide d'origine forestière est actuellement partiellement valorisée en Guyane. Sur les trois sources identifiées préalablement, seuls les résidus d'exploitation du bois d'œuvre en forêt naturelle sont valorisés dans une installation produisant de l'électricité.

Les produits de plantation ligneuse en système entièrement dédié à la production de biomasse énergie ne sont pas encore sur le marché. Les plantations d'Inga (espèce endémique) réalisées il y a plus de 5 ans ont démontré leur capacité à enrichir le sol en azote et à produire un volume de biomasse important (30 tonnes / an / hectare) sans utilisation d'intrants chimiques. Les itinéraires techniques sont donc prêts. Les projets de plantations sont en cours de développement.

Les résidus d'exploitation du bois d'œuvre en forêt de plantation ne sont actuellement pas mobilisés car il n'existe pas encore de plantations sylvicoles en Guyane. Les premières plantations sont attendues pour 2022.

VOLUMES ESTIMÉS SUR 20 ANS

La biomasse solide issue de la biomasse forestière - Produits de plantation de biomasse ligneuse (100% culture énergétique), résidus d'exploitation du bois d'œuvre en forêt naturelle et en forêt de plantation - **représente un volume permettant d'alimenter 11 MW électrique durant 20 ans**, à raison d'environ 12 000 tonnes de biomasse par MWe. Cette donnée est issue des plans d'approvisionnement des installations produisant de l'électricité, de la chaleur ou du froid, existante ou en cours de développement, situées en Guyane française.

EMPREINTE CARBONE ESTIMÉE / EMPREINTE CARBONE FOSSILE DU TERRITOIRE

Les émissions de CO₂eq de la production d'énergie à partir de source fossile sur le littoral guyanais sont, en moyenne lissées (de 2009 à 2014), de 910 gCO₂eq/kWh⁴, soit environ 253 gCO₂eq/MJ.

Selon l'Annexe VI point B paragraphe 19) de la Directive 2018/2001, la valeur moyenne de référence d'émissions de gaz à effet de serre pour le combustible fossile est de 212 gCO₂eq/MJ, soit environ 763 gCO₂eq/kWh dans les Régions Ultrapériphériques.

La production d'énergie à partir de source fossile en Guyane émet donc en moyenne 20% de plus de gaz à effet de serre que la moyenne des Régions Ultrapériphériques de l'Union Européenne.

C'est dans ce contexte qu'il convient d'apprécier les émissions de GES de la biomasse issue des produits de plantation de biomasse ligneuse (100% culture énergétique), et des résidus d'exploitation du bois d'œuvre en forêt naturelle et en forêt de plantation.

Toutefois, dans l'Annexe V de la Directive 2018/2001, il n'existe pas de valeurs type ou de valeurs par défaut d'émissions de gaz à effet de serre (GES) pour les carburants issus des sources de biomasse solide en milieu amazonien.

Ces émissions de GES ont donc été estimées en suivant la méthodologie détaillée à l'Annexe V point C) de la Directive 2018/2001.

Le tableau suivant (reproduit en annexe n°2) donne les résultats d'émission par source en fonction de l'efficacité énergétique de l'installation de production d'énergie dans laquelle est utilisée la biomasse issue des produits de plantation de biomasse ligneuse (100% culture énergétique), et des résidus d'exploitation du bois d'œuvre en forêt naturelle et en forêt de plantation.

⁴ <https://www.guyane.ademe.fr/sites/default/files/note-emissions-ges-secteur-energetique-guyane.pdf>

| | Déchets et résidus | | Produits - 100% surface précédemment forestée | Produits - surface non forestée précédemment | Produits - surfaces non forestées auparavant, terres dégradées |
|---|--|--|--|--|--|
| | Résidus d'exploitation du bois d'œuvre (forêt naturelle) | Résidus d'exploitation du bois d'œuvre (forêt de plantation) | Produit de plantation de biomasse énergie (100% culture énergétique) | Produit de plantation de biomasse énergie (100% culture énergétique) | Produit de plantation de biomasse énergie (100% culture énergétique) |
| Empreinte carbone de la biomasse énergie sans prise en compte des crédits de gaz à effet de serre issus de la valorisation de co-produits éventuels, et avec valorisation terres dégradées (exprimé en gramme de Co2e per kWh) | | | | | |
| Si production d'énergie par combustion de la biomasse avec valorisation électrogène simple | 47 | 11 | 2 831 | 39 | (66) |
| Si production d'énergie par gazéification de la biomasse avec valorisation électrogène simple | 40 | 9 | 2 410 | 33 | (71) |
| Si production d'énergie par gazéification de la biomasse avec valorisation électrogène et valorisation thermique | 30 | 7 | 1 812 | 25 | (80) |
| Empreinte carbone de la biomasse énergie sans prise en compte des crédits de gaz à effet de serre issus de la valorisation de co-produits éventuels, et avec valorisation terres dégradées (exprimé en gramme de Co2e per MJ) | | | | | |
| Si production d'énergie par combustion de la biomasse avec valorisation électrogène simple | 13 | 3 | 786 | 11 | (18) |
| Si production d'énergie par gazéification de la biomasse avec valorisation électrogène simple | 11 | 3 | 669 | 9 | (20) |
| Si production d'énergie par gazéification de la biomasse avec valorisation électrogène et valorisation thermique | 8 | 2 | 503 | 7 | (22) |

L'utilisation de ces sources de biomasse, dans l'hypothèse la moins favorable (Produits de plantation biomasse énergie 100% culture énergétique sur terres précédemment forestées, avec simple valorisation électrogène via un procédé par combustion) augmente les émissions de GES de 271% $[(2831-763)/763*100 = 271\%]$ par rapport à la production d'énergie à partir de source fossile en Région Ultrapériphérique de l'Union Européenne. Cette valeur étant supérieure aux objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans les installations de plus de 20 MWth, ces dernières ne peuvent utiliser les sources de biomasse issue de la plantation après déforestation que dans le cadre d'un mix d'approvisionnement constitué d'autres sources de biomasse dont les émissions sont plus faibles afin d'atteindre une valeur moyenne d'émission de GES conforme. Les combustibles issus de la biomasse provenant de plantations après déforestation peuvent toutefois être utilisées comme principale source d'approvisionnement pour produire de l'énergie dans des installations de moins de 20 MWth car celles-ci ne sont pas soumises aux critères de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

L'utilisation de ces sources de biomasse, dans l'hypothèse la plus favorable (Produits de plantation biomasse énergie 100% culture énergétique sur terres dégradées, avec valorisation électrogène et valorisation thermique via un procédé par gazéification) diminue les émissions de GES de 103% $[(22-763)/763*100 = -103\%]$ par rapport à la production d'énergie à partir de source fossile. L'utilisation de cette source de biomasse en cogénération revient à stocker du CO2eq.

Les installations de plus de 20 MW thermique de puissance nominale qui produisent de l'énergie à partir de ces seules sources de biomasse peuvent donc soit :

- Atteindre les objectifs de réduction des gaz à effets de serre tels que fixés par l'Article 29 paragraphe 10) de la Directive 2018/2001, c'est-à-dire :
 - o au minimum 70 % dans des installations mises en service du 1er janvier 2021 au 31 décembre 2025 ;
 - o et au minimum 80 % pour les installations mises en service à partir du 1er janvier 2026.
- Émettre 3 fois plus de CO₂eq que la production d'énergie à partir d'un combustible fossile.

Les critères de durabilité de la biomasse et les critères de réduction des émissions de gaz à effet de serre ne s'appliquent pas lorsque les installations utilisant des combustibles à partir de biomasse pour produire de l'électricité, du chaud ou du froid ont une puissance thermique nominale inférieure à 20 MW thermique (Article 29, paragraphe 1, 3^{ème} alinéa après le point c).

DURABILITE AU SENS DE LA RED 2

Ne sont concernées par l'application des critères de durabilité prévus par la Directive 2018/2001 que les combustibles issus de la biomasse utilisés dans des installations de production d'électricité, de chaleur ou de froid, dont la puissance thermique nominale est supérieure à 20 MWth.

En-deçà de cette puissance les combustibles issus de la biomasse ne sont pas concernés par les critères de durabilité prévus par la Directive 2018/2001.

Sources de biomasse : Produits de plantation de biomasse ligneuse (100% culture énergétique), résidus d'exploitation du bois d'œuvre en forêt naturelle et résidus d'exploitation du bois d'œuvre en forêt de plantation.

Étant donné que :

1. la France dispose d'une législation nationale applicable en Guyane française ainsi que de systèmes de suivi et d'applications de ces règles en vue de garantir :
 - a. la légalité des opérations de récolte ;
 - b. la régénération effective de la forêt dans les zones de récolte ;
 - c. la protection des zones désignées à des fins de protection de la nature, notamment dans les zones humides ;
 - d. que l'exploitation est assurée dans le souci de la préservation de la qualité des sols et de la biodiversité, dans le but de réduire au minimum les incidences négatives ;
 - e. que l'exploitation maintient ou améliore la capacité de production à long terme de la forêt ;

2. la France est partie à l'Accord de Paris
3. la France a présenté une contribution prévue déterminée au niveau national (CDN) à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), qui couvre les émissions et les absorptions de CO₂ de l'agriculture, de la sylviculture et de l'utilisation des sols et qui garantit que les modifications apportées au stock de carbone associé à la récolte de la biomasse sont prises en compte aux fins de l'engagement du pays de réduire ou de limiter les émissions de gaz à effet de serre conformément à la CDN ;
4. la France dispose d'une législation en place au niveau nation ou infranational, conformément à l'article 5 de l'accord de Paris, applicable à la zone d'exploitation, en vue de conserver et renforcer les stocks et les puits de carbone, et attestant que les émissions du secteur UTCATF déclarées ne dépassent pas les absorptions ;

Par conséquent, la biomasse forestière issue de produits de plantation de biomasse ligneuse (100% culture énergétique), résidus d'exploitation du bois d'œuvre en forêt naturelle et résidus d'exploitation du bois d'œuvre en forêt de plantation, en Guyane française est **durable** au regard des critères de la Directive européenne, Article 29 paragraphe 6 et 7.

RESUME

Les sources de biomasse suivantes sont durables, quelle que soit la puissance nominale de l'installation dans lesquelles elles sont transformées en énergie, et n'ont pas besoin de dérogation :

- produits de plantation de biomasse ligneuse (100% culture énergétique),
- résidus d'exploitation du bois d'œuvre en forêt naturelle,
- résidus d'exploitation du bois d'œuvre en forêt de plantation.

SYNTHESE DES INSTALLATIONS BIOLIQUIDES ET BIOGAS EN GUYANE

| Catégorie de carburant | Bioliquides | | Biogaz | | | | |
|--|---------------------|----------------|-----------------------------|--|-------------------------|--|-------------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Numéros des installations qui seront en service avant 2030 | | | | | | | |
| Sources d'approvisionnement en biomasse | huile végétale pure | biogasoil B100 | déchets organiques ménagers | culture de jacinthes | culture de micro-algues | biomasse solide issue de déchets de l'aménagement urbain | UCO : huiles de cuisson résiduelles |
| | | | | | | | Biodéchets |
| | | | | | | | Déchets verts |
| | | | | | | | Lisier porcin |
| | | | | | | | Bagasse Cultures énergétiques |
| Puissance nominale installée brute en MWth inférieure au seuil de la Directive | NC | NC | oui | non | NC | NC | NC |
| Biomasse soumise aux critères de durabilité | oui | oui | non | oui | non concerné (R&D) | non concerné (R&D) | non |
| Installation soumise aux critères de réduction de GES | oui | oui | non | oui | non concerné (R&D) | non concerné (R&D) | non |
| Installation soumise aux critères d'efficacité énergétique | oui | oui | non | non | non concerné (R&D) | non concerné (R&D) | non |
| Durabilité de la biomasse | oui | oui | non concerné | non, car biomasse agricole issue de zones identifiées comme présentant une grande valeur sur le plan de la biodiversité | non concerné | non concerné | non concerné |
| Conformité réduction GES | oui | oui | non concerné | oui | non concerné | non concerné | non concerné |
| Conformité efficacité énergétique | oui | oui | non concerné | oui | non concerné | non concerné | non concerné |
| Besoin de dérogation | non | non | non | oui | non | non | non |
| Nature de la dérogation | non concerné | non concerné | non concerné | 1. les zones agricoles ne sont pas des zones à grande valeur sur le plan de la biodiversité 2. obtenir une dérogation pour le transport | non concerné | non concerné | non concerné |

BIOLIQUIDES

ORIGINES DES BIOLIQUIDES

Les bioliquides utilisés en Guyane à des fins de production d'énergie sont importés de l'Union européenne. Un bureau indépendant délivre les certificats de conformité avec les critères de durabilité de la Directive 2018/2001. Les bioliquides utilisés en Guyane sont donc conformes avec les critères de durabilité.

VOLUMES ESTIMÉS SUR 20 ANS

A l'horizon 2025, la puissance du parc d'installations de production d'énergie fonctionnant à partir de bioliquides sera d'environ 130 MW. L'approvisionnement de ces installations durant 20 ans représentera un volume de 1 740 000 tonnes de bioliquides importés.

EMPREINTE CARBONE ESTIMÉE / EMPREINTE CARBONE FOSSILE DU TERRITOIRE

Les installations de production d'énergie à partir de bioliquides en développement en Guyane sont équipées de moteurs thermiques fonctionnant à partir de biogasoil B100 alimentant 120 MW, et à partir d'huile végétale brute pour 10 MW.

Selon les données figurant en Annexe V de la Directive 2009/28, dite RED1, les valeurs d'émission carbone équivalent de ces installations sont de 36g CO₂eq / MJ pour l'huile végétale issue du colza, et de 51,2 g CO₂eq / MJ pour le biogasoil. Cette dernière valeur est obtenue par le calcul de la moyenne des émissions des biogasoil de colza, de tournesol, de soja, et d'huile de palme.

En comparaison avec la valeur moyenne de référence d'émissions de gaz à effet de serre pour le combustible fossile qui est de 212 gCO₂eq/MJ dans les Régions Ultrapérimériques (Dir. 2018/2001, Annexe VI, point B, paragraphe 19), l'utilisation de bioliquides pour la production d'énergie permet de réduire les émissions de CO₂eq de 83% pour l'utilisation d'huile végétale et de 76% pour le biogasoil B100.

L'installation utilisant de l'huile végétale peut être mise en service à n'importe quel moment avant 2030, elle respecte les critères de réduction des émissions de gaz à effet de serre. En revanche l'installation utilisant le biogasoil doit être mise en service avant le 31 décembre 2025 pour être conforme aux critères de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Dans le cas où cette mise en service serait postérieure, l'installation ne sera pas conforme aux exigences de diminution de 80% des émissions de CO₂eq.

DURABILITE AU SENS DE LA RED 2

Les bioliquides, contrairement aux combustibles solides issus de la biomasse, ne sont pas exonérés de l'application des critères de durabilités lorsqu'ils sont utilisés dans des installations dont la puissance thermique nominale est inférieure à 20 MW. De plus, les critères de durabilités s'appliquent pleinement aux bioliquides utilisés dans le secteur des transport, sans notion de puissance.

Les bioliquides qui seront utilisés en Guyane au cours des 10 prochaines années sont conformes aux critères de durabilité amonts de la RED 2.

L'installation de production d'énergie à partir d'huile végétale est conforme aux critères de durabilité aval de la RED 2 (efficacité énergétique et réduction des émissions de CO₂eq).

L'installation de production d'énergie à partir de biogasoil doit être mise en service avant le 31/12/2025 pour respecter les critères aval de la RED2.

RESUME

Si l'importation des bioliquides permet de garantir la durabilité de la biomasse utilisée à des fins de production d'énergie, les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre est inégalement atteint en fonction de l'installation concernée. Celle fonctionnant à partir d'huile brute de colza respecte les critères fixés par la Directive RED2 après 2025. En revanche, l'installation fonctionnant au biogasoil B100 atteint l'objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre fixé entre 2021 et 2025, mais n'atteint pas celui en vigueur après le 31/12/2025. Elle doit donc être mise en service avant cette date.

BIOGAZ

ORIGINES DES BIOMASSES DONT SONT ISSUS LES BIOGAZ

Le biogaz produit en Guyane est issu de biomasses dont les sources sont les suivantes :

- Déchets organiques ménagers
- Culture de jacinthes
- Culture de micro-algues
- Biomasse solide issue de déchets de l'aménagement urbain
- UCO : huiles de cuisson résiduelles
- Biodéchets
- Déchets verts
- Lisier porcin
- Bagasse
- Cultures énergétiques.

Les installations de production d'énergie à partir du biogaz issu de ces sources de biomasse sont issues de technologies diverses et ont des stades de maturité hétérogènes. Les technologies utilisées pour la production du biogaz sont les suivantes :

- Enfouissement des déchets non dangereux des municipalités et des entreprises en installation de stockage des déchets non dangereux (ISDND) ;
- Méthaniseur avec digestats fermés ;
- Gazéifieur hydrothermal.

L'installation fonctionnant au biogaz issu de l'ISDND sera mise en service en 2022.

Les installations fonctionnant au biogaz issu de méthaniseurs sont à des stades de maturité différents :

- Un projet industriel d'une puissance équivalente à 12,7 MW électriques doit être mis en service avant 2025 ;
- Un projet est un démonstrateur d'une puissance équivalente à 1,3 MW électriques dont la mise en service est prévue pour 2025.
- Un projet est un pilote préindustriel en phase de développement dont la puissance et la date de mise en service sont inconnues.

L'installation fonctionnant au biogaz issu de gazéifieur hydrothermal est également un pilote préindustriel en phase de développement dont la puissance et la date de mise en service sont inconnues.

L'énergie produite dans ces différentes installations est destinée à :

- La production d'électricité dans le cas du biogaz issu de l'ISDND.
- La production d'électricité et/ou la production de carburant à destination du transport dans tous les autres cas. A ce stade du développement des projets d'installations, le modèle économique n'est pas encore arrêté et tous les débouchés commerciaux restent envisagés.

Tandis que certaines sources de biomasse sont clairement identifiées et sont l'objet de projet en cours de développement soutenus, d'autres ressources sont plus hypothétiques. Les sources de biomasse pour lesquelles il existe des données claires sont les suivantes :

- Déchets organiques ménagers
- Culture de jacinthes

Les sources de biomasses pour lesquelles les données sont encore en phase de consolidation dans le cadre d'avant-projets sommaires sont les suivantes :

- Culture de micro-algues
- Biomasse solide issue de déchets de l'aménagement urbain
- UCO : huiles de cuisson résiduelles
- Biodéchets
- Déchets verts
- Lisier porcin
- Bagasse
- Cultures énergétiques.

Aux vues de ces disparités, il est possible de considérer la filière biogaz en Guyane comme étant aux prémices de sa structuration.

TRAITEMENT ACTUEL DES BIOMASSES PRODUISANT DES BIOGAZ

Actuellement seule la biomasse issue des déchets ménagers produit un biogaz capté par un réseau pour être brûlé en torchère. L'installation de production d'énergie valorisera ce biogaz en électricité au lieu de le brûler en torchère.

Les autres sources de biomasse qui seront utilisées en Guyane ne sont pas encore produites ou pas encore collectées.

VOLUMES ESTIMÉS SUR 20 ANS

Au total, toutes technologies et toutes sources confondues ce sont environ 22 290 180 tonnes de biomasses qui seront valorisées en énergie au cours des 20 prochaines années selon les ambitions affichées des industriels développant des projets de production de biogaz.

EMPREINTE CARBONE ESTIMÉE / EMPREINTE CARBONE FOSSILE DU TERRITOIRE

Les installations de production d'énergie à partir de biogaz en Guyane sont équipées de méthaniseurs, de casiers de stockage de déchet, ou de gazéifieur hydrothermal. Ces installations en projet, hors recherche et développement constituent un parc énergétique d'une puissance électrique équivalente à 15,2 MW.

Selon les données figurant en Annexe V de la Directive 2009/28, dite RED1, les valeurs d'émission carbone équivalent de ces installations sont de :

- 23g CO₂eq / MJ pour les ordures ménagères ;
- 13 gCO₂eq / MJ pour les jacinthes d'eau, les huiles de cuisson résiduelles, les biodéchets, les déchets verts, le lisier porcin et la bagasse.
- Entre 786 et -21 gCO₂eq / MJ en fonction des sols et des itinéraires techniques employés pour la culture énergétique (non précisée à ce stade de développement du projet).

En comparaison avec la valeur moyenne de référence d'émissions de gaz à effet de serre pour le combustible fossile qui est de 212 gCO₂eq/MJ dans les Régions Ultrapériphériques (Dir. 2018/2001, Annexe VI, point B, paragraphe 19), l'utilisation de biogaz issu d'ordures ménagères, de jacinthes d'eau, d'huiles de cuisson résiduelles, de biodéchets, de déchets verts, de lisier porcin ou de bagasse pour la production d'énergie permet de réduire les émissions de CO₂eq de 89% pour l'utilisation d'ordures ménagères et de 94% pour les autres sources citées. A ce stade il n'est pas possible de quantifier le potentiel de réduction des émissions de GES à partir des cultures énergétiques.

DURABILITE AU SENS DE LA RED 2

Les critères de durabilité ne s'appliquent pas aux combustibles gazeux issus de la biomasse utilisés dans des installations produisant de l'électricité, de la chaleur ou du froid ayant une puissance thermique nominale inférieure à 2 MW. En revanche les critères de durabilité s'appliquent pleinement aux combustibles gazeux issus de la biomasse utilisés dans le secteur des transports.

Toutes les installations de production d'énergie, hormis celles en phase de recherche et développement, sont conformes aux critères de réduction des gaz à effet de serre, ainsi qu'aux critères d'efficacité énergétique.

Les sources de biomasse issues des déchets sont conformes aux critères de durabilité amont de la RED2. Il s'agit des sources suivantes :

- Déchets organiques ménagers
- Biomasse solide issue de déchets de l'aménagement urbain
- UCO : huiles de cuisson résiduelles

Les sources de biomasse issues des déchets agricoles sont conformes aux critères de durabilité amont de la RED2 s'ils proviennent de terres ayant été mises en valeur avant 2008 :

- Biodéchets
- Déchets verts
- Lisier porcin
- Bagasse

Sans davantage de précisions sur l'origine exacte de ces sources, il n'est pas possible de déterminer leur durabilité à date.

La source de biomasse issue de culture de micro-algues est durable au regard des critères de durabilité de la RED2 car cette production a lieu en bassin sur une terre urbaine ayant été défrichée avant 2008.

La source de biomasse issue de culture de jacinthe d'eau est produite sur une parcelle zonée agricole au Schéma d'aménagement régional de Guyane car ayant fait l'objet d'aménagement agricole (polders) sous le pilotage de l'État dans le cadre des plans verts des années 1970 et 1980. Dans les années 1990, en contradiction avec sa politique passée, l'État a classé cette zone RAMSAR, soulignant ainsi la grande valeur écologique de cette zone. Au regard du paragraphe 3 de l'article 29 de la RED2, cette source de biomasse n'est donc pas durable. Alors même que les polders sont inexploités et que ces zones ont été aménagées à des fins de production agricoles, la Directive européenne rend leur exploitation impossible. Cette source de biomasse ne peut donc ni alimenter une production d'électricité (car la puissance est supérieure à 2 MW thermique), ni participer à la décarbonation du transport spatial auquel le biométhane produit est destiné (booster Ariane Next).

RESUME

En Guyane, les projets de production d'énergie à partir de biogaz issu de la biomasse reposent sur des sources et des technologies très hétérogènes. Si toutes les installations sont conformes aux critères de réduction des émissions de gaz à effet de serre et aux critères d'efficacité énergétique, la conformité des approvisionnements en biomasse varie selon les sources mobilisées.

La biomasse issue des déchets et résidus est conforme aux critères de durabilité ainsi que la biomasse issue de la culture d'algues. En revanche la biomasse issue de cultures énergétiques et valorisée dans des installations dont la puissance est supérieure à 2 MWth n'est pas considérée comme durable au regard des critères fixés par la Directive RED2. La notion de « terres de grande valeur en termes de diversité biologique » rend non-durable la biomasse cultivée sur des zones agricoles ayant été aménagées par l'État dans les années 1970.

Cette situation paradoxale souligne les spécificités territoriales fortes de la Guyane. Le recours aux dérogations prévues au bénéfice des Régions Ultrapéripériques est ici indispensable pour permettre aux guyanais de développer des filières bioénergétiques endogènes.

C'est pourquoi il est nécessaire de ne pas appliquer aux terres agricoles légalement mises en valeur la notion de « terres de grande valeur en termes de diversité biologique ».

L'obtention de cette dérogation permettra de sécuriser le développement de filières de production de biogaz à des fins énergétiques. Il est essentiel que cette dérogation puisse également s'appliquer au secteur de la mobilité. Or le législateur européen n'a pas prévu de dérogations spécifiques aux RUP pour le secteur du transport. La révision partielle de la RED2 qui s'est ouverte en mars 2021 est l'occasion d'introduire ce droit.

ANNEXES

ANNEXE VI PARTIE A ET PARTIE B POINT 7 DE LA DIRECTIVE 2018/2001

L 328/172

FR

Journal officiel de l'Union européenne

21.12.2018

ANNEXE V

RÈGLES POUR LE CALCUL DE L'IMPACT SUR LES GAZ À EFFET DE SERRE DES COMBUSTIBLES ISSUS DE LA BIOMASSE ET DES COMBUSTIBLES FOSSILES DE RÉFÉRENCE

A. Valeurs types et valeurs par défaut des réductions des émissions de gaz à effet de serre pour les combustibles issus de la biomasse produits sans émissions nettes de carbone dues à des changements dans l'affectation des sols

| BOIS DÉCHIQUETÉ | | | | | |
|---|-----------------------|--|-------------|---|-------------|
| Système de production de combustibles issus de la biomasse | Distance de transport | Réductions des émissions de gaz à effet de serre — valeurs types | | Réductions des émissions de gaz à effet de serre — valeurs par défaut | |
| | | Chaleur | Électricité | Chaleur | Électricité |
| Plaquettes forestières provenant de rémanents d'exploitation forestière | 1 à 500 km | 93 % | 89 % | 91 % | 87 % |
| | 500 à 2 500 km | 89 % | 84 % | 87 % | 81 % |
| | 2 500 à 10 000 km | 82 % | 73 % | 78 % | 67 % |
| | Plus de 10 000 km | 67 % | 51 % | 60 % | 41 % |
| Plaquettes provenant de taillis à courte rotation (eucalyptus) | 2 500 à 10 000 km | 77 % | 65 % | 73 % | 60 % |
| Plaquettes forestières provenant de taillis à courte rotation (peuplier — fertilisé) | 1 à 500 km | 89 % | 83 % | 87 % | 81 % |
| | 500 à 2 500 km | 85 % | 78 % | 84 % | 76 % |
| | 2 500 à 10 000 km | 78 % | 67 % | 74 % | 62 % |
| | Plus de 10 000 km | 63 % | 45 % | 57 % | 35 % |
| Plaquettes forestières provenant de taillis à courte rotation (peuplier — pas de fertilisation) | 1 à 500 km | 91 % | 87 % | 90 % | 85 % |
| | 500 à 2 500 km | 88 % | 82 % | 86 % | 79 % |
| | 2 500 à 10 000 km | 80 % | 70 % | 77 % | 65 % |
| | Plus de 10 000 km | 65 % | 48 % | 59 % | 39 % |
| Plaquettes forestières issues de billons | 1 à 500 km | 93 % | 89 % | 92 % | 88 % |
| | 500 à 2 500 km | 90 % | 85 % | 88 % | 82 % |
| | 2 500 à 10 000 km | 82 % | 73 % | 79 % | 68 % |
| | Plus de 10 000 km | 67 % | 51 % | 61 % | 42 % |
| Produits connexes des industries de transformation du bois | 1 à 500 km | 94 % | 92 % | 93 % | 90 % |
| | 500 à 2 500 km | 91 % | 87 % | 90 % | 85 % |
| | 2 500 à 10 000 km | 83 % | 75 % | 80 % | 71 % |
| | Plus de 10 000 km | 69 % | 54 % | 63 % | 44 % |

6. Aux fins du calcul mentionné au point 1 a), les réductions des émissions dues à une meilleure gestion agricole (e_{ca}) comme la réduction du travail du sol ou l'absence de travail du sol, l'amélioration des cultures/de la rotation, l'utilisation de cultures de protection, y compris la gestion des résidus de cultures, et l'utilisation d'amendements organiques (tels que le compost, le digestat issu de la fermentation du fumier), sont prises en compte uniquement à condition que des preuves solides et vérifiables soient apportées indiquant que la teneur en carbone du sol a augmenté ou qu'il peut être raisonnablement attendu qu'elle ait augmenté pendant la période au cours de laquelle les matières premières concernées ont été cultivées, tout en tenant compte des émissions lorsque lesdites pratiques entraînent une augmentation du recours aux engrais et aux herbicides ⁽¹⁾.
7. Les émissions annualisées résultant de modifications des stocks de carbone dues à des changements dans l'affectation des sols (e_i) sont calculées en divisant le total des émissions de façon à les distribuer en quantités égales sur vingt ans. Pour le calcul de ces émissions, la formule suivante est appliquée:

$$e_i = (CS_R - CS_A) \times 3,664 \times 1/20 \times 1/P - e_b \text{ } ^{(2)}$$

sachant que:

- e_i = les émissions annualisées de gaz à effet de serre résultant de modifications des stocks de carbone dues à des changements dans l'affectation des sols [exprimées en masse d'équivalent CO₂ par unité d'énergie produite par des combustibles issus de la biomasse]. Les «terres cultivées» ⁽³⁾ et les «cultures pérennes» ⁽⁴⁾ sont considérées comme une seule affectation des sols,
- CS_R = le stock de carbone par unité de surface associé à l'affectation des sols de référence [exprimé en masse (en tonnes) de carbone par unité de surface, y compris le sol et la végétation]. L'affectation des sols de référence est l'affectation des sols en janvier 2008 ou vingt ans avant l'obtention des matières premières, si cette date est postérieure,
- CS_A = le stock de carbone par unité de surface associé à l'affectation des sols réelle [exprimé en masse (en tonnes) de carbone par unité de surface, y compris le sol et la végétation]. Dans les cas où le carbone s'accumule pendant plus d'un an, la valeur attribuée à CS_A est le stock estimé par unité de surface au bout de vingt ans ou lorsque les cultures arrivent à maturité, si cette date est antérieure,
- P = la productivité des cultures (mesurée en quantité d'énergie produite par des combustibles issus de la biomasse par unité de surface par an), et
- e_b = le bonus de 29 gCO₂eq/MJ de combustibles issus de la biomasse si la biomasse est obtenue à partir de terres dégradées restaurées dans les conditions établies au point 8.
8. Le bonus de 29 gCO₂eq/MJ est accordé s'il y a des éléments attestant que la terre en question:
- n'était pas exploitée pour des activités agricoles en janvier 2008 ou pour toute autre activité; et
 - était sévèrement dégradée, y compris les terres anciennement exploitées à des fins agricoles.
- Le bonus de 29 gCO₂eq/MJ s'applique pour une période maximale de vingt ans à partir de la date de la conversion de la terre à une exploitation agricole, pour autant qu'une croissance régulière du stock de carbone ainsi qu'une réduction de l'érosion pour les terres relevant du point b) soient assurées.
9. Des «terres sévèrement dégradées» signifient des terres qui ont été salinées de façon importante pendant un laps de temps important ou dont la teneur en matières organiques est particulièrement basse et qui ont été sévèrement érodées.
10. Conformément à l'annexe V, partie C, point 10, de la présente directive, la décision 2010/335/UE de la Commission ⁽⁵⁾, qui prévoit des lignes directrices pour le calcul des stocks de carbone dans les sols en lien avec la présente directive, élaboré sur la base des lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre — volume 4 et conformément aux règlements (UE) n° 525/2013 et (UE) 2018/841, servent de base de calcul pour les stocks de carbone dans les sols.

⁽¹⁾ La mesure de la teneur en carbone du sol peut constituer une preuve de ce type, si l'on effectue par exemple une première mesure préalablement à la mise en culture puis les suivantes à intervalles réguliers de plusieurs années. Dans ce cas, avant de disposer des résultats de la deuxième mesure, l'augmentation de la teneur en carbone du sol serait estimée sur la base d'expériences représentatives sur des sols types. À partir de la deuxième mesure, les mesures serviraient de base pour déterminer l'existence d'une augmentation de la teneur en carbone du sol et son ampleur.

⁽²⁾ Le quotient obtenu en divisant la masse moléculaire du CO₂ (44,010 g/mol) par la masse moléculaire du carbone (12,011 g/mol) est égal à 3,664.

⁽³⁾ Telles qu'elles sont définies par le GIEC.

⁽⁴⁾ On entend par cultures pérennes les cultures pluriannuelles dont la tige n'est pas récoltée chaque année, telles que les taillis à rotation rapide et les palmiers à huile.

⁽⁵⁾ Décision 2010/335/UE de la Commission du 10 juin 2010 relative aux lignes directrices pour le calcul des stocks de carbone dans les sols aux fins de l'annexe V de la directive 2009/28/CE (JO L 151 du 17.6.2010, p. 19).

ANNEXE TECHNIQUE : EMPREINTE CARBONE DES SOURCES DE BIOMASSE EN GUYANE.

**Se reporter au fichier Excel nommé : “
Macrocarto_C02_filiere_biomasse_Guyane_vf3”**

ANNEXE TECHNIQUE : PRECIS METHODOLOGIQUE PORTANT SUR LA MODELISATION DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION D'ENERGIE A PARTIR DE LA BIOMASSE EN GUYANE

INTRODUCTION

La biomasse est la première source d'énergie renouvelable dans le monde. Elle permet la production d'électricité et de chaleur grâce à la combustion ou fermentation de matière organique, qu'elle soit végétale ou animale. L'intérêt majeur de ce mode de production d'énergie est que la matière première nécessaire est inépuisable si elle est produite de façon respectueuse de l'environnement, contrairement aux énergies fossiles.

Différents procédés permettent de produire de l'énergie à partir de la biomasse. Voici les trois principaux.

- **La combustion de matière première**
Il s'agit de la méthode la plus communément utilisée. Elle est basée sur la combustion de matière première, comme du bois, afin de produire la vapeur d'eau nécessaire pour que la turbine s'active.
- **La gazéification**
Avec la gazéification, on convertit de la matière première en un gaz de synthèse, appelé SYNGAS, qui peut servir ensuite de combustible. Cette combustion permet de générer de la vapeur d'eau ou alimenter directement un générateur électrique.
- **La méthanisation**
Le procédé de méthanisation est un procédé biochimique. Ainsi, les matières organiques récoltées, comme les déchets ménagers, les papiers, les cartons ou le fumier, ne sont pas brûlées. Elles sont fermentées dans ce qu'on appelle un digesteur. Suite à cette fermentation, on récolte un biogaz, principalement composé de méthane. Ce gaz peut ensuite être utilisé pour effectuer une combustion, ce qui active la turbine nécessaire à la production d'électricité.

Cette énergie renouvelable constitue, au sens sécurité électrique de la fourniture réseau, une énergie garantie, contrairement aux énergies intermittentes telles que le photovoltaïque ou l'éolien. Cette production est donc un contributeur pertinent dans un mix énergétique.

Une unité de biomasse :

- produit de l'électricité directement injecté sur un réseau, quantité exprimée en kWh,
- génère de la chaleur fatale. Cette chaleur peut alors être utilisée pour alimenter directement des processus industriels ou des réseaux de chauffage ou transformer en froid pour alimenter des réseaux de

climatisation. Cette énergie ainsi récupérée permet d'éviter des consommations électriques qui auraient été nécessaires pour la produire. On parlera alors de kWh évité.

Un projet de cogénération doit veiller au respect de deux points essentiels afin d'optimiser l'utilisation de la ressource biomasse :

- une efficacité énergétique moyenne annuelle élevée supérieure à 70 % pour respecter les préconisations de la directive européenne sur la cogénération à haut rendement ;
- un plan d'approvisionnement garantissant la mobilisation des ressources biomasse et eau nécessaires au fonctionnement de l'installation dans le cadre d'une gestion durable.

L'avantage majeur des centrales de biomasse est bien simple : il permet de produire de l'énergie sans utiliser d'énergies fossiles, grâce à des ressources présentes de façon durable.

LES PRINCIPES DE BIOMASSE

Nous décrivons ici brièvement les 2 principes liés à la combustion du bois car ces processus utilisent le même type d'intrant, à savoir des plaquettes de bois. La méthanation utilise principalement une partie des houppiers, surtout les petites tiges et les feuilles, qui sont eux-mêmes un déchet du produit bois d'œuvre ou bois d'énergie. Cette filière pourrait alors venir encore augmentée le rendement énergétique à l'hectare des plantations bois.

Principe à cycle de vapeur d'eau

Les produits de la biomasse sont brûlés dans une chambre de combustion : la chaleur qui se dégage suite à cette combustion de la biomasse vient chauffer de l'eau dans une chaudière. Cette eau est alors transformée en vapeur haute température et haute pression dans une chaudière.

La vapeur ainsi produite est ensuite :

- détendue au travers d'une turbine transmettant un travail mécanique à l'arbre de la turbine qui, couplé à un alternateur, produit de l'électricité. Un transformateur présent dans la centrale biomasse élève la tension du courant électrique produit afin d'en faciliter le transport dans les lignes à moyenne et haute tension,
- valorisée à travers un consommateur de chaleur sous forme d'eau chaude ou de vapeur. On parle alors de cogénération. Il existe deux types de turbine à vapeur pour la cogénération.

Les turbines à condensation avec extraction

La quantité de vapeur requise est soutirée entre l'entrée et l'échappement de la turbine au niveau de pression souhaité. Cette vapeur est envoyée au procédé pour couvrir les besoins thermiques. Le reste de la vapeur poursuit

sa détente dans la turbine jusqu'à une pression très basse (se rapprochant du vide). La vapeur à l'échappement est alors condensée dans un condenseur. L'eau ainsi formée est pompée et renvoyée à la chaudière.

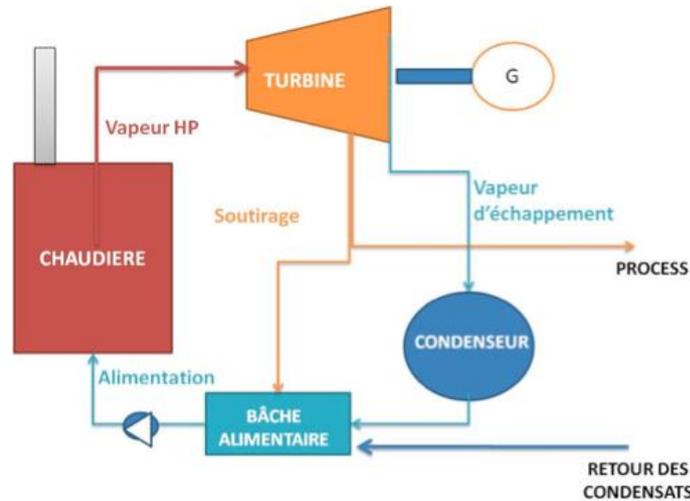


Schéma de principe turbine à

d'une centrale avec condensation.

Les turbines à contre-pression

La vapeur sort de la turbine à une certaine pression, qui est imposée par le procédé en aval et est mise à la disposition de l'utilisateur final. La vapeur dans la turbine est donc détendue jusqu'à une pression supérieure à la pression atmosphérique, puis est envoyée directement au procédé (ou via un échangeur pour des besoins en eau chaude) qui sert donc de condenseur. La détente de la vapeur est moins poussée et le rendement électrique est par conséquent plus faible.

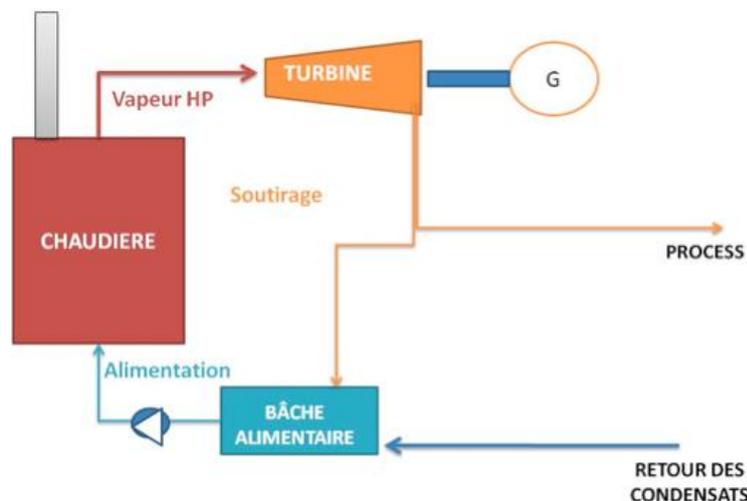


Schéma de

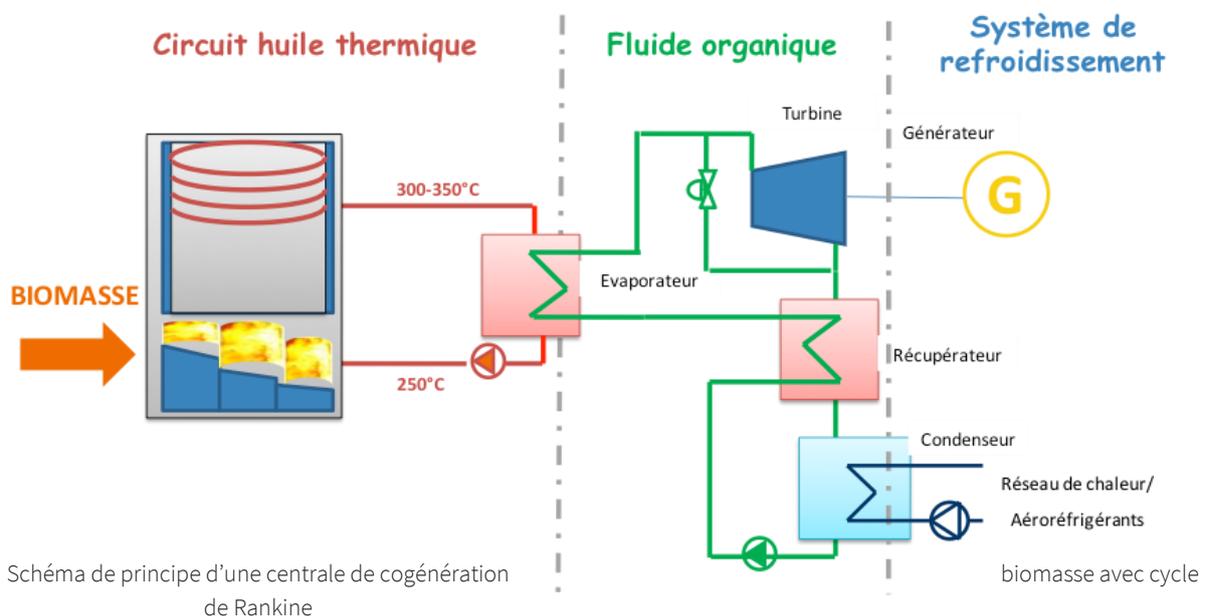
centrale avec turbine à contre-pression.

principe d'une

Les installations ORC

À partir d'une centaine de kilowatts (kW) électriques et jusqu'à 2/3 MWe, pour des applications eau chaude jusqu'à 110 °C (ECS/chauffage urbain, différentes applications de séchage dans l'industrie...).

Pour des unités alimentant des applications d'eau chaude (réseau de chaleur, séchage, serres...) et/ou ayant à leur disposition des sources de température plus faibles, des applications utilisant d'autres fluides thermodynamiques (notamment organiques) ont été développées. Aussi, la technologie des cycles organiques de Rankine (ORC) est très proche de la technologie utilisée dans les cycles vapeur : un fluide de travail est chauffé et vaporisé grâce à une source chaude. La vapeur est ensuite détendue dans une turbine pour produire de l'électricité. Le fluide est enfin condensé pour fermer le cycle thermodynamique. La différence entre les cycles classiques vapeur et les cycles organiques réside donc dans le choix du fluide de travail : un fluide organique (par exemple de type huile, qui ne se dilate pas et reste sous forme liquide à la température de 350 °C) est préféré à l'eau pour bénéficier de caractéristiques (température de vaporisation, pression...) mieux adaptées aux applications visées.



Ces unités sont particulièrement pertinentes pour des puissances supérieures à 4MW.

Les chaudières sont des éléments nécessitant des opérations de maintenance annuelle conséquentes imposant la mise à l'arrêt de la production sur des périodes de plusieurs semaines (4 à 6 semaines).

Tout incident sur la chaudière provoque une perte totale de la production contrairement à une chaîne de gazéification pour laquelle, il suffit d'isoler l'élément en défaut.

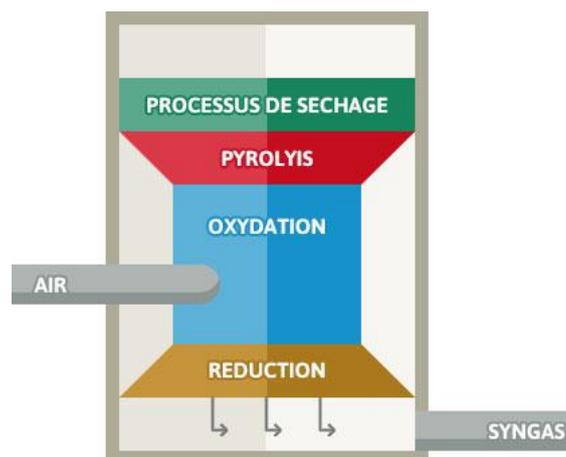
La gazéification

La gazéification est la transformation thermique et chimique d'un matériau solide tel que le charbon ou la biomasse essentiellement formés de carbone (C), d'hydrogène (H) et d'oxygène (O) en présence d'un réactif gazeux

(oxygène, vapeur d'eau, hydrogène, entre autres). Elle est donc différente de la pyrolyse (ou thermolyse) qui est un processus thermique réalisé en l'absence de gaz de réaction. La gazéification consiste donc à convertir du solide en un mélange gazeux, appelé gaz de synthèse (syngas), contenant principalement les espèces hydrogène (H_2), méthane (CH_4), monoxyde de carbone (CO), dioxyde de carbone (CO_2) et vapeur d'eau (H_2O) dans des proportions dépendant du procédé, dont les performances sont fonction à la fois des caractéristiques du solide à transformer et de l'utilisation finale du gaz de synthèse.

Le mélange gazeux obtenu peut en effet être utilisé pour différentes applications que sont notamment la production de gaz combustible et la synthèse de biocarburants. Nous nous intéressons ici qu'à la production de gaz combustible.

Il existe plusieurs technologies pour ces gazéificateurs. Une des plus utilisée est celle du type "lit fixe à courant parallèle". Elle se compose d'un container fermé, où les plaquettes sont introduites par le dessus. Les gaz et cendres produites partent au fond du réacteur. Dans ce système, c'est la gravité qui fait descendre le matériel. Durant la descente, différentes réactions se produisent :



- **Déshydratation**
et processus de séchage : dans la zone de déshydratation, l'eau se trouvant dans les plaquettes est évaporée. Cette étape se produit sans oxygène et a besoin d'énergie calorifique. La température est inférieure à $200^{\circ}C$. Cette énergie est prélevée sur le processus de récupération de chaleur.
- **Processus de pyrolyse** : dans cette zone, les plaquettes montent à une température comprise entre 200 et $600^{\circ}C$ et produisent de l'huile, du gaz et un solide carboné. Cette étape se réalise également sans oxygène.
- **Oxydation** : durant la descente dans le gazéificateur, les produits entrent dans un rétrécissement où de l'air est injectée. Dans cette zone, le charbon et autres résidus sont brûlés à une température supérieure à $1000^{\circ}C$. Cette réaction produit la chaleur nécessaire pour que la gazéification puisse se mettre en place. Ce système de gazéification produit un taux extrêmement bas de goudron dans les gaz de synthèse. En effet, le goudron produit durant la pyrolyse est

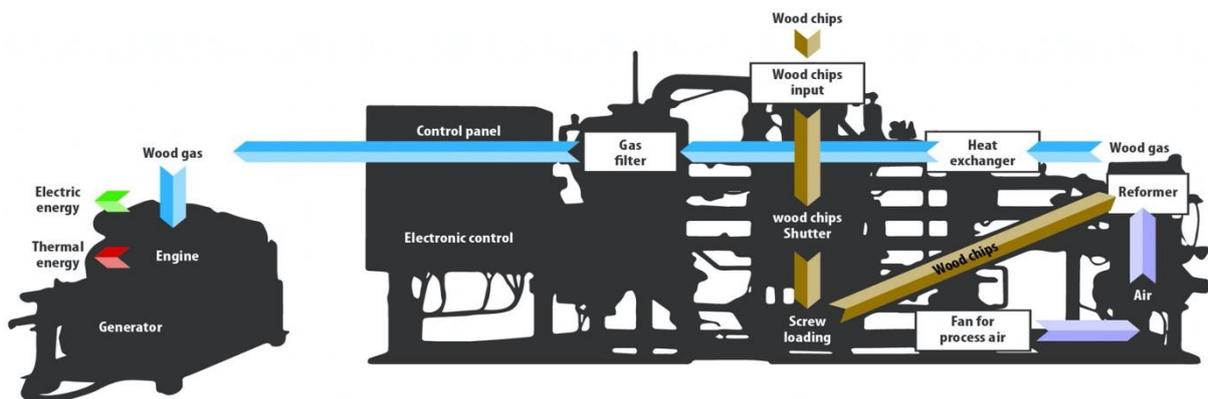
décomposé presque totalement dans la zone d'oxydation à haute température.

- **Réduction** : dans cette zone, le charbon de bois, soutenu par une grille, réagit avec le gaz résultant de l'oxydation pour maintenir une température d'environ 700 ° C. Cette réaction permet d'obtenir le gaz de synthèse (principalement du CO et H₂) dénommé Syngas.

Les gaz passent alors dans un filtre qui sépare les cendres du gaz de synthèse. Le filtre est équipé d'un système d'évacuation automatique qui convoie les cendres vers un container fermé.

Le gaz de synthèse est filtré puis est alors envoyé vers un moteur pour produire de l'électricité. Le refroidissement du moteur est assuré par un échangeur eau/eau, qui va venir s'ajouter à la production de chaleur (eau chaude) à valoriser.

Les gaz sont alors refroidis à environ 130° lors de leur passage dans un échangeur de chaleur. La chaleur récupérée est en partie utilisée pour chauffer l'air utilisée durant la phase d'oxydation. La partie de chaleur restante est introduite dans le réseau de chaleur à valoriser (principe de cogénération).



Sur le marché on trouve des gazéificateurs dans une gamme allant de 50kW à 150kW. On peut ainsi assembler ces gazéificateurs pour obtenir des chaînes de 1 MW et combiner ces chaînes pour produire plusieurs MW. L'intérêt de ce type d'architecture est de présenter une bien meilleure disponibilité et fiabilité qu'une unité par combustion.

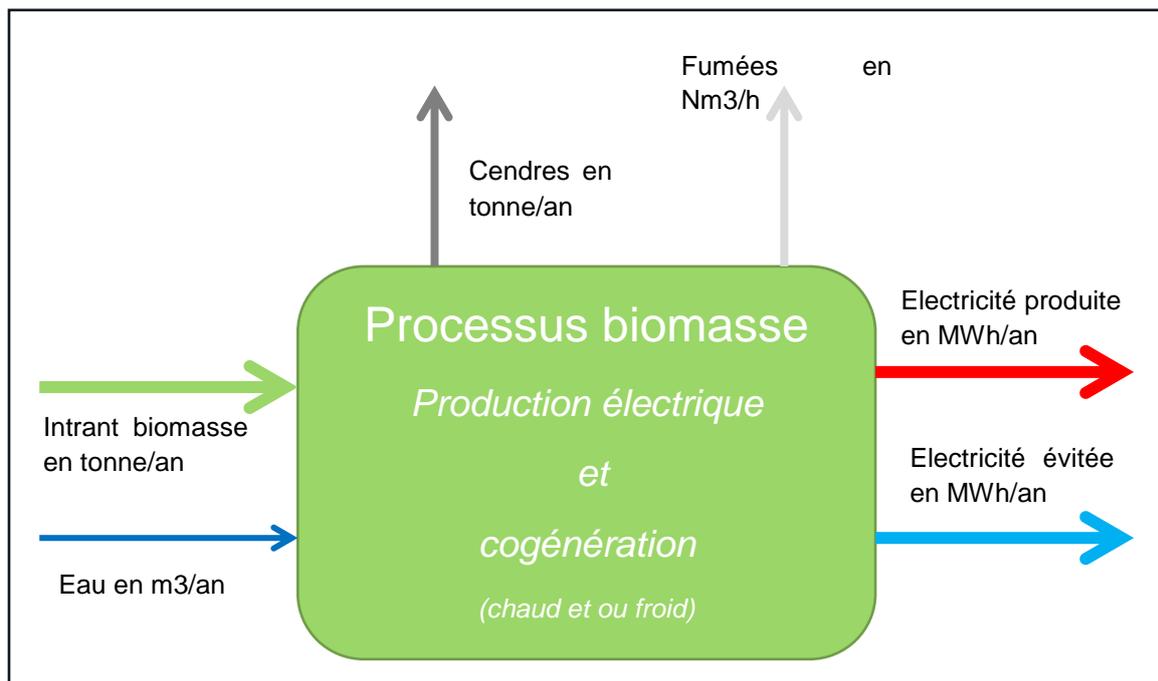
En termes de disponibilité, les unités de biomasse par gazéification sont bien meilleures car constituées de gazéificateurs montés en parallèle. Cela permet lors des opérations de maintenance de pouvoir isoler seulement un gazéificateur de la chaîne ; la production s'en trouve légèrement diminuée mais n'est pas arrêtée.

EFFICACITE DE L'UNE ET L'AUTRE DES FILIERES

Le bois et l'eau étant les principales ressources utilisées par les centrales utilisant la biomasse, l'objectif de cette note est de démontrer la durabilité d'une filière de développement de production d'énergie via la biomasse à l'échelon du territoire guyanais.

L'objet de ce chapitre est d'essayer de donner une métrique reliant le tonnage de bois en entrée ou les mètres cube d'eau injectés dans le procédé au kWh produit et ou évité en sortie.

Le synoptique ci-dessous traduit les flux entrants et sortants d'une unité de biomasse.



Nos calculs seront établis en fonction de données moyennées, issues de la littérature sur le sujet (rapports ADEME, CIRAD, ODEMEA, thèses existantes...).

En effet, ce travail ne peut se substituer à des calculs spécifiques en fonction de telle ou telle unité de biomasse de tel ou tel équipement employé. Par contre, les ordres de grandeur annoncés, même s'ils peuvent varier de quelques %.

Les chaînes d'approvisionnement sont très similaires pour une unité de gazéification comme de la combustion et non discriminante au niveau de notre analyse. La chaîne de valorisation est quant à elle dépendante de la production électrogène.

La ressource bois

PCI d'un bois à 45% d'humidité

Pour calculer l'énergie produite par la combustion de la biomasse, on utilise le PCI, Pouvoir Calorifique Inférieur du bois.

Le PCI est donné dans les diverses tables pour un tonnage de bois anhydre. Or dans la filière d'approvisionnement, le bois livré l'est sous forme de plaquettes à 45% d'humidité.

Le CIRAD a établi pour le PCI d'environ 34 essences de bois présents sur le territoire guyanais.

Le PCI de ces essences varie peu entre elles et le PCI moyen est de 18.62 MJ/t de bois anhydre soit un potentiel de 5 174 kWh par kg de bois anhydre.

Le PCI effectif du bois livré à 45% d'humidité est alors de 2 575 kWh par kg.

Rendement kilowatt heure produit versus kilogramme de bois à 45% d'humidité

On admet une meilleure efficacité pour le procédé de gazéification que le procédé de combustion.

Le rendement électrique d'une gazéification est de 22 à 28 % alors que le rendement d'une combustion est entre 18 et 25%, différence qui se retrouve au niveau de la quantité d'intrant à PCI égal par ailleurs. Cela s'explique par le fait que dans la gazéification 100% du gaz de synthèse produit est directement envoyé dans le circuit de production électrique alors que dans un cycle vapeur, une partie de la vapeur est prélevé en amont pour le procédé et éventuellement pour la valorisation de chaleur en fonction des niveaux demandés et que les pertes thermiques sur un circuit vapeur sont plus importantes que sur un circuit d'eau chaude.

L'utilisation d'un composé sous forme gazeuse dans un moteur à combustion interne permet d'atteindre un rendement électrique de l'ordre de 40% alors que celui d'une turbine à vapeur atteindra au maximum 25% en incinération.

Ainsi avec 1 kg de bois à 45%, la production électrique nette livrée au réseau électrique sera :

- *en gazéification de 0,644 kWh/kg bois avec une hygrométrie relative de 45% soit 644 kWh/t,*
- *en combustion de 0,548 kWh/kg bois avec une hygrométrie relative de 45% soit 548 kWh/t.*

Kilowatt heure évité par kg de bois à 45% d'humidité avec cogénération de chaleur

Là encore, la littérature montre une meilleure efficacité pour le procédé de gazéification que le procédé de combustion.

Au niveau du processus thermique, dans la gazéification, la chaleur est générée au travers d'un échangeur prélevant les calories sur le circuit d'eau

de refroidissement des gazéificateurs et des générateurs de courant, et au niveau des gaz d'échappements des générateurs électriques.

Dans le processus de combustion, l'eau est amenée à l'état de vapeur au niveau de la chaudière et ensuite détendue et récupérée en sortie turbine pour être condensée et renvoyée soit vers la chaudière soit vers le processus de valorisation de la chaleur. Là encore, le rendement thermique eu égard à la quantité de chaleur valorisée est moindre que pour la gazéification. La différence entre les rendements de l'une ou l'autre des filières est d'environ 20 à 25% : cela dépend si l'on privilégie le rendement électrique au rendement thermique.

Le rendement thermique, la chaleur utile directement envoyée dans le système de cogénération d'environ 52% pour une gazéification alors que le rendement d'une combustion est estimé à 48%, à iso paramètres pour le réseau de chaleur bien sûr.

Ainsi avec 1 kg de bois à 45%, la production thermique nette, livrée au réseau de chaleur, sera :

- *en gazéification de 1 283 kWh/kg bois avec une hygrométrie relative de 45% soit une énergie évitée de 1 283 kWh/t,*
- *en combustion de 1 235 kWh/kg bois avec une hygrométrie relative de 45% soit une énergie évitée de 1 235 kWh/t.*

Ces résultats démontrent pourquoi les unités de biomasse ont tant de succès en métropole où la principale consommation énergétique est liée au chauffage des bâtiments.

Kilowatt heure évité par kg de bois à 45% d'humidité avec cogénération de froid

Traditionnellement l'eau glacée alimentant les réseaux de froid est habituellement produite au travers de groupes froids regroupés au niveau de centrales de production. Ces groupes froids sont directement alimentés par de l'énergie électrique. On caractérise la performance d'une telle unité par le coefficient de performance qui n'est autre que le ratio entre la quantité de froid produite sur l'énergie électrique consommée. Nous prendrons dans notre approche un COP moyen de 2,5.

Pour générer du froid à partir d'une source d'eau chaude, on utilise des groupes à absorption. Ces machines n'utilisent pas de pièces en mouvement et sont donc très peu énergivores. Le coefficient d'efficacité, rapport entre la quantité de frigories produites sur la quantité de calories utilisées en entrée sont toujours inférieur à 1.

Là encore la récupération de chaleur au niveau gazéification permet d'avoir un meilleur COP que sur un circuit à récupération de vapeur car la récupération de chaleur peut se faire sur des niveaux de température notablement différents (refroidissement moteur et tuyaux d'échappement) et l'eau chaude est intégralement disponible pour cet usage alors que dans un cycle vapeur, il y a beaucoup plus de prélèvements nécessaires au refroidissement et conditionnement des auxiliaires de l'unité.

Nous prendrons pour nos calculs un COP de 0,48 pour une unité à combustion et un COP de 0,64 pour une unité de gazéification.

Ainsi avec 1 kg de bois à 45%, la production thermique nette, livrée au réseau de froid, sera :

- *en gazéification de 0,274 kWh/kg bois avec une hygrométrie relative de 45% soit une énergie évitée de 274 kWh/t,*
- *en combustion de 0,237kWh/kg bois avec une hygrométrie relative de 45% soit une énergie évitée de 237 kWh/t.*

La ressource Eau

L'eau est une ressource vitale. Les unités de biomasse utilisent l'eau pour les usages de refroidissement des divers éléments, le « lavage des fumées » et autres usages sanitaires. La gazéification utilise l'eau pour alimenter les circuits de refroidissement des gazéifieurs, des générateurs électriques, au niveau des échangeurs avec les échappements de fumées. Ces circuits sont par nature très étanches et ont besoin de très faibles quantités d'eau pour compenser les pertes alors qu'un circuit vapeur a besoin de compléments de plein très soutenus.

La gazéification générant un volume moins important de fumées, la quantité d'eau sera également plus faible à iso procédé de lavage.

Ainsi pour produire 1KWh d'électricité, la quantité d'eau nécessaire sera :

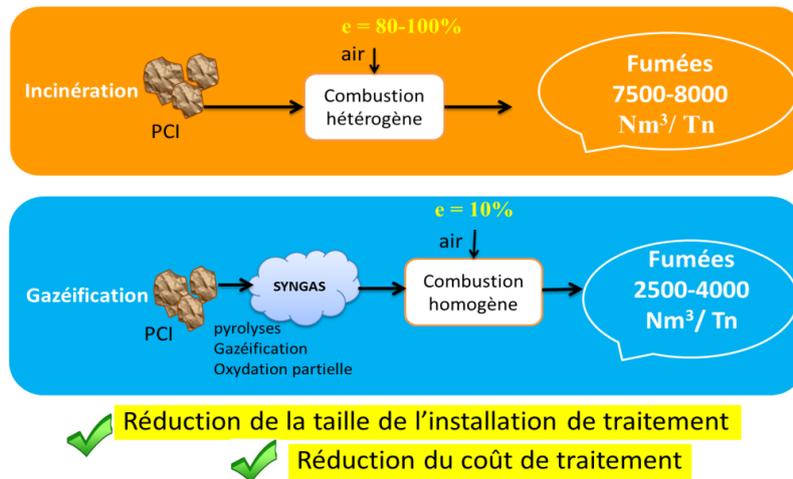
- *en gazéification de 0,05l/kWh ou encore 50l/MWh,*
- *en combustion de 0,15l/kWh ou encore 150l/MWh.*

A iso puissance électrique délivrée, la quantité d'eau nécessaire au fonctionnement d'une unité de gazéification versus une unité de combustion est 3 fois moindre.

Les fumées

La gazéification est une technologie qui produit moins des émissions/fumées tout au long du processus. Le volume de fumées dégagées après combustion des composés énergétiques est 2 à 4 fois plus faible qu'en combustion directe, permettant d'améliorer l'efficacité énergétique globale du système (moins de pertes thermiques dans les fumées) mais aussi d'avoir des installations beaucoup plus compactes.

Cette réduction importante de la taille des installations de traitement de fumées, a pour conséquence la réduction du cout de traitement, de maintenance et d'exploitation.



Les cendres

D'un point de vue quantitatif, il n'y a pas de différence notable sur la masse de cendres générées par un processus de gazéification versus le processus de combustion à iso essence de bois.

CONCLUSION

| Gazéification | Combustion |
|---|---|
| 1Kg de plaquettes de bois à 45% d'humidité permet <ul style="list-style-type: none"> ➤ de produire 0,644 kWh d'électricité, ➤ d'éviter 1 283 kWh électrique lors d'une valorisation de la chaleur, ➤ d'éviter 0,274 kWh électrique lors d'une valorisation en froid. | 1Kg de plaquettes de bois à 45% d'humidité permet <ul style="list-style-type: none"> ➤ de produire 0,548 kWh d'électricité, ➤ d'éviter 1 235 kWh électrique lors d'une valorisation de la chaleur, ➤ d'éviter 0,237 kWh électrique lors d'une valorisation en froid. |
| La production de 1kWh nécessite 0.05l d'eau | La production de 1kWh nécessite 150l d'eau |

REFERENCES

- la gazéification Encyclopédie de l'énergie
- Gaz de synthèse, production combinée de chaleur et d'électricité
- Note stratégique sur la pyrolyse et la gazéification Conseil National de l'Énergie
- Base carbone ADEME
- Étude sur l'analyse économique des installations de cogénération biomasse en Eu-rope ADEME
- Caractérisation des essences forestières de Guyane pour usage biocombustible CIRAD
- Plan guide sur fuites d'eau ONEMA

.....
FIN DU DOCUMENT
.....