

7. LE BAMBOU ET LE STOCKAGE DU CARBONE

Il n'y a pas de consensus scientifique à ce sujet. L'étude des publications scientifiques sur le sujet par nos collègues de la Bamboo Society of Australia nous permet de conclure que le bambou, sauf dans des conditions particulières, n'est pas une plante plus intéressante que les cultures forestières classiques, pour la fixation et la séquestration du carbone. En effet, la capacité de la plante à fixer le carbone est directement liée à son rendement global. Or de nombreuses productions forestières sont en capacité de produire une biomasse totale annuelle supérieure au bambou.



Stockage en bord de route (Indonésie)

8. LE BAMBOU ET LA BIOMASSE À DES FINS ÉNERGÉTIQUES (PÉTROLE VERT)

À chaque crise pétrolière ressurgit la nécessité d'une certaine indépendance énergétique comme le maintient du prix élevé du baril nous le rappelle régulièrement.

La biomasse est la source d'énergie historique de nos civilisations. La biomasse végétale est capable de nous fournir des combustibles solides (bois), des poudres ou granulés (bois et pailles), des liquides (alcool), des huiles (biodiesel), des gaz (méthane). À l'heure actuelle, plus de deux milliards de personnes en dépendent encore directement pour la cuisine, le chauffage et l'éclairage.

À ce titre, des cultures annuelles classiques (céréales) ou spécifiquement destinées à produire de la biomasse (miscanthus, saules en taillis à courte rotation, ...) sont expérimentées et parfois utilisées en Europe pour la valorisation énergétique solide. Le bambou a été envisagé mais pas testé en France, hormis sur des stations d'épuration en traitement de finition, pour lesquels la valorisation énergétique finale de la biomasse est accessoire.

Il est vrai que le pouvoir calorifique du bois sec de bambou est 9 à 13% inférieur à celui des bois courants avec un PCI compris, suivant les variétés entre 4550 et 4680 Kcal/kg et que la France ne manque pas de bois, ce dernier ne couvrant (sous ses différentes formes) que 4 % des besoins énergétiques totaux.

Mais le bambou est, après séchage est plus sec que le bois d'où un pouvoir calorifique réel identique voire plus élevé que ce dernier et qui se rapproche des propriétés d'autres graminées. (Paille de céréales)

| Matériaux combustibles | Humidité résiduelle après séchage et stockage | Pouvoir calorifique moyen (PCI en Kcal/Kg) sur le sec |
|----------------------------|---|---|
| Bambou | 15 à 20 % | 4615 |
| Paille de céréales | 10 à 22 % | 4700 |
| Bois feuillus (tous types) | 25 à 45 % | 5070 |
| Bois résineux (tous types) | 25 à 45 % | 5330 |

Il est à noter que la combustion du bambou pourrait poser, comme pour la paille, en raison de sa richesse en silice et en potassium, un problème de production de mâchefer (bloc de minéraux compacts) et de corrosion des éléments de la chaudière et de la cheminée due à la présence d'acides dans les fumées. Toutefois, les températures de combustion, plus faibles chez les particuliers que dans les chaudières collectives, permet de s'affranchir des problèmes ci-dessus.

On peut donc utiliser le bambou pour produire de la chaleur dans les chaudières à bois des particuliers, sous forme de broyats, de plaquettes, voire transformés en pellets (granulés de bois formés de résidus agglomérés de 6 à 10mm de diamètre).

La transformation en pellets à l'avantage de convenir à tous les systèmes d'alimentation de chaudières et de répondre à un besoin croissant mais elle est en concurrence avec les sous produits du bois et les importations.

Les broyats ou les plaquettes de bambou, moins chères, sont utilisables localement et devraient mieux se comporter au séchage que les plaquettes forestières classiques, du fait du taux d'humidité en vert moins élevé du bambou.

Cependant on peut s'interroger sur la viabilité à terme, de création de la biomasse à partir du bambou quand on sait que 35 % de la croissance annuelle en bois des forêts françaises n'est pas valorisée et que le coût actuel d'achat de bois destiné aux plaquettes forestières ne dépasse pas les 5 euros la tonne de matière sèche sur pied. Ce coût ne permet pas d'amortir, même après 20 ans, l'implantation et l'entretien d'une bambousaie.

Un marché de niche pourrait consister à produire des broyats, des pellets, des briques ou briquettes combustibles de bambous destinés à la vente directe, plus rémunératrice, à renfort de communication,

D'autre part les rendements du bambou sous climat tempéré pour produire de la biomasse énergie par coupes successives ne seraient pas très élevés. Ils se situeraient probablement entre 9 et 12 t de MS (matières sèches)/ha/an.

À titre de comparaison, les rendements moyens sur des peupleraies exploitées dans le nord de la France en taillis à très courte rotation (2-3 ans) sont similaires avec 7 à 9 t de MS/ha lors de la 1^{ère} rotation. Ils peuvent atteindre 12.5t par an pour la 2^{ème} rotation, puis le rendement chute en l'absence de fertilisation. En effet ce mode d'exploitation mobilise beaucoup de sels nutritifs dans le sol, le bois jeune contenant beaucoup d'écorce et de sels minéraux. L'espacement des coupes entre 7 et 10 ans permet toutefois d'obtenir des rendements moyens similaires et de résoudre en partie ce problème.

Les essais à grande échelle de courtes rotations sur des cultures d'eucalyptus non gélifs dans le sud de la France sur sols relativement médiocres et séchant l'été, donnent, sans fertilisation, des rendements proches du bambou avec 10 t/MS/ ha/ an pour une exploitation tous les 3 ans, voire des rendements très supérieurs (jusqu'à 18 t de MS/ha/an) si on espace les coupes. Par ailleurs ces plantes permettent de mécaniser l'exploitation en coupant en une fois les tiges, ce qui n'est pas souhaitable pour le bambou, les coupes à blanc ayant pour effet d'affaiblir la bambousaie et de diminuer les rendements, même si on laisse des touffes éparses pour favoriser la reconstitution de ses réserves et la recolonisation.

Il existe également 2 autres graminées que le bambou, cultivables dans nos régions pour la production de biomasse énergie et qui forment des touffes et des rhizomes souterrains avec des rendements comparables ou supérieurs au bambou. Il s'agit de l'herbe à éléphant et de la canne de Provence.

Le *Miscanthus x giganteus* (herbe à éléphant), originaire d'Asie du sud-est est cultivée à petite échelle en Europe depuis les années 80 pour sa biomasse énergie. Il peut atteindre 4 m dans les bons sols, bien alimentés en eau et donner des rendements de l'ordre de 15 à 20 t de matières sèches à l'hectare avec des pointes possibles à 35. Les copeaux obtenus avec cette plante broyée donnent un PCI de 4400 à 4900 kw/t avec une humidité de 16 à 21%. Le rendement maximum est obtenu en Europe un peu plus tôt que le bambou, soit à partir de 5 à 7 ans et le coût d'implantation est moindre. Des rendements de 15 T de MS/ha sont possibles dès la 2^{ème} année avec des densités de plantation plus élevées. Le coût des rhizomes de miscanthus est bien moins élevé que celui des plants de bambous, l'implantation est mécanisable (planteuse à pommes de terre) ainsi que la récolte.

Concernant *Arundo donax* (la canne de Provence), des essais en biomasse énergie, en Camargue, après la crise pétrolière des années 70 ont montré des rendements jusqu'à 20 - 25 T de MS/ha et son adaptation à des sols plus médiocres, au vent et à un climat plus sec.

Contrairement aux bambous et aux arbres, l'avantage de ces 2 plantes est de pouvoir être exploitées annuellement (sans perte directe de rendement) avec des engins agricoles courants, une fois la phase d'implantation achevée.

Pour une production de biomasse à partir du bambou, il faudrait donc améliorer les rendements de cette plante en lui réservant des bons sols aux capacités en eau suffisante (ou irrigués) et obtenir des plants à bas coûts (in vitro ?) ainsi que définir les meilleurs itinéraires culturaux pour l'implantation et la récolte. Le seul avantage actuel en Europe du bambou par rapport à d'autres monocultures est une exploitation possible presque toute l'année et l'absence, dans sous nos contrées, de ravageurs capables de diminuer significativement les rendements.

Des recherches sont également en cours en Angleterre pour produire du biofuel de seconde génération, à partir du bambou ; les rendements espérés seraient équivalents à ceux obtenus à partir des céréales.

Le développement des cultures énergétiques commerciales prend de l'essor également sur d'autres continents. Au Ghana l'entreprise nord-américaine Clenergen a reçu une concession de 49 ans sur 5 000 hectares. Elle fournira des copeaux destinés à être gazéifiés pour produire de l'électricité à partir de plantations de *Bambusa Balcooa* multipliés in vitro et irrigués.

Ce bambou cespiteux originaire de l'Inde, mesure de 12 à 20 m de haut pour 8 à 15 cm de diamètre selon le lieu et les conditions de culture. Son bois est dur avec une des qualités mécaniques (résistance à la compression) les plus intéressantes parmi celles des bambous géants. Il possède un feuillage large d'une longueur de 15 à 30 cm et des entrenœuds distants de 20 à 45 cm. Son cycle de floraison en masse est estimé se produire tous les 35 à 45 ans.

Selon cette société, le clone utilisé sera un hybride artificiel diploïde (stérile) à croissance plus rapide et de densité en théorie 5 fois plus élevée de chaumes que le type avec une durée d'exploitation économique (sans floraison grégaire) de 50 ans

Les rendements maximums envisagés sous climat tropical humide se situent entre 50 et 87.5 t/ha la 3^{ème} année puis un maximum de 162.5 t/ha à partir de la 4^{ème} année où la récolte serait mécanisable.

Reste à voir si le potentiel de ce clone issu d'hybridation in vitro avec lui-même, sera stable car le doublement du génome a pour effet de modifier les séquences génomiques et donc peut entraîner des mutations ou des recombinaisons voire modifier l'expression d'autres gènes que ceux affectant la croissance et le rendement : résistance aux insectes et maladies, aux excès ou aux variations de température, à l'engorgement des sols, etc.

Par ailleurs il convient de vérifier si ce potentiel théorique s'exprimera avec les conditions de culture et avec les pratiques locales, ce bambou préférant les sols riches, consistants et bien drainés. Clenergen commence donc

par un essai de rentabilité de ce clone sous le climat tropical favorable des Philippines (t° moyenne de 26°C, pluviosité supérieure à 2 m d'eau/an avec une saison des pluies de 6 mois,). L'essai aura lieu sur 750 ha sous couvert de plantations mûres de cocotiers, en remplacement des traditionnels bananiers.

L'amélioration du bambou peut passer par le stade de la reproduction sexuée (graines) et de la sélection. Mais cela est plus compliqué qu'avec les autres graminées car les floraisons sont très espacées, bien qu'on sache depuis une dizaine d'année induire in vitro la floraison des bambous ou multiplier les rameaux fertiles.

Sous les climats tropicaux, la plante la plus performante à ce jour pour la production de biomasse énergie n'est pas le bambou mais *Saccharum* spp et hybrides (canne à sucre). Elle est d'ailleurs industrialisée par le Brésil pour produire de l'agrocaburant (éthanol) qui lui assure un excédent commercial confortable.

C'est une graminée qui mesure de 2.5 à 6m et possède des cannes pleines de 1.5 à 6 cm de diamètre. La canne à sucre est une plante rhizomateuse exploitable par coupes successives sur 5 à 10 ans. Sur l'île de la Réunion où je me suis rendu, les producteurs annoncent des rendements moyens en cannes de 100 t/ha dans une fourchette de 50 à 160 t/ ha/an (soit 30 à 80 t de MS) en fonction de la zone (altitude) et des modalités de culture. Les chiffres les plus élevés sont obtenus avec l'irrigation comme aux Philippines où la maîtrise de l'alimentation en eau permet des rendements de 133 t/ha.

On retiendra que la bioénergie mobilise de grandes surfaces avec son corollaire : concurrence possible avec la production alimentaire, appauvrissement des écosystèmes et des sols en nutriments, mobilisation de la ressource en eau, mise à l'écart des petits producteurs. Elle n'est pas capable d'assurer à elle seule notre autonomie énergétique mais fait toutefois partie du mix des solutions d'avenir avec les énergies renouvelables (solaire, éolienne, hydrolienne).

Document AEB soumis à réactualisation (version du 3 février 2014) et n'engageant que la responsabilité de son auteur. Droits d'utilisation du texte et des photos réservés à un usage individuel ou familial