



## Economic, social and environmental constraints in the event of expansion in alternative energy production; the case of Brazilian bioethanol

N. Aissaoui<sup>1</sup>

<sup>[1]</sup> Faculté FSESCSG de l'Université d'Oum El Bouaghi, Oum El Bouaghi BP 04000, Algérie

\*Corresponding Author: Tel: (+213) 550301331; e-mail: [aissaoui.n2012@gmail.com](mailto:aissaoui.n2012@gmail.com)

We aim through this paper to highlight the positive aspects of the production and consumption of renewable energies, particularly liquid biofuels. In addition to that, we will try to show the other face of the expansion in the production of biofuels from agricultural products and its negative effects, on the medium to long term from the economic, social and environmental axes.

Received: 23 March 2017  
Accepted: 26 May 2017  
Available online: 30 May 2017

### Keywords:

Renewable energies,  
Liquid biofuels,  
Brazilian bioethanol.

## Introduction

Il y a une tendance mondiale depuis le début du 21<sup>ème</sup> siècle vers la diversification des sources d'énergie (fossile, bioénergie, durables, etc.). Malgré que cette tendance vise à améliorer la qualité atmosphérique et ces composantes, qui ce sont dégradées ces dernières décennies, ce choix de produire massivement ce genre d'énergies alternatives outre les points positifs, a plusieurs points négatifs, ces derniers peuvent rendre cette tendance dangereuse sur l'humanité, surtout si ce genre d'énergies influe considérablement sur la quantité produite et les prix de ces produits agricoles de large consommation.

Notre choix dans ce papier porte sur une source d'énergie verte, qui rassemble l'avis de la majorité des experts, que cette source d'énergie peut contribuer à diversifier les sources d'énergies classiques, comme elle comporte que de points positifs concernant sa production et sa consommation ! La réalité peut être différente, si on rassemble les différentes facettes : économiques, sociales et environnementales qui accompagnent la production et la consommation de ces énergies alternatives.

L'expansion graduelle de la demande sur les produits agricoles de large consommation (sucre, maïs, colza...), nous pousse à poser des questions sur les impacts économiques concernant les grandes quantités de ces produits agricoles qui sont utilisées pour produire le bioéthanol, et leurs influences sur les prix des produits agricoles, y compris les prix des viandes rouges et blanches. D'autres questions concernent les impacts sociaux de l'exploitation des ouvriers dans les champs vastes des pays de tiers monde. Ainsi, d'autres questions, concernent les impacts environnementaux des milliers d'hectares sacrifiés, pour subvenir à la demande locale et mondiale en produits agricoles, utilisés comme matière première pour la production du bioéthanol et pour les industries agroalimentaires.

Le Brésil est aujourd'hui le premier producteur mondial de cannes à sucre et le deuxième producteur mondial d'éthanol avec 27,7 milliards de litres en 2013 contre 51,8 milliards de litres pour les Etats-Unis, loin devant l'Europe (6,7 milliards de litres).

On peut formuler la problématique de cette étude par le biais de la question suivante : *Quelles sont les contraintes qui accompagnent la production des énergies alternatives en se basant sur les produits agricoles de large consommation à grande échelle ?*

## **1. Les contextes historiques, politiques et économiques qui ont accompagné le bioéthanol brésilien**

L'expérience brésilienne en matière de production et d'utilisation du bioéthanol est passée par 6 phases.

### **1.1 La première phase de 1975 à 1979**

Durant les années soixante-dix, le Brésil a été un pays dépendant au marché international en matière d'approvisionnement en produits énergétiques, et cela été à hauteur de 80%. Cette dépendance a influé négativement sur les équilibres financiers de ce pays surtout dans les périodes de crises comme celle de 1973 ; la balance de paiements, l'inflation, etc. Comme elle a contribué à réduire le pouvoir d'achat des ménages.

Le budget alloué à l'importation du pétrole a atteint 32.2% de l'enveloppe budgétaire de l'importation des biens et services du Brésil en 1974. Cela a encouragé le gouvernement brésilien à mettre en œuvre une stratégie globale, afin de promouvoir le biocarburant local comme substitue du carburant importé. L'efficacité de cette stratégie se résume dans la quantité produite dans cette période, qui a passé de 220millions de litre en 1975 à 2.8milliards de litre en 1979 [1].

Lancé en 1975 par le gouvernement brésilien, après le premier choc pétrolier, le programme *Proalcool* visait à réduire la dépendance du pays à l'égard des importations de pétrole tout en arbitrant chaque année entre le sucre et l'éthanol selon les récoltes.

### **1.2 La deuxième phase de 1979 à 1986**

Le choc pétrolier de 1979 à cause du conflit Irano-Iraqien, a fait augmenter le prix du baril de pétrole jusqu'à 30\$ en 1981, et qui a encouragé davantage le gouvernement brésilien à continuer sa politique promotionnelle du biocarburant produit localement. Cette deuxième phase a connu la deuxième génération du bioéthanol (éthanol hydraté), sa spécificité se résume dans son utilisation seule comme carburant, sans le mélanger avec le diesel.

### **1.3 La troisième phase de 1986 à 1990**

Cette période a été marquée par une réalité économique et sociale assez difficile post 1985, surtout après la chute des prix du pétrole qui ont frôlé les 10\$. Plusieurs faits économiques nationaux et internationaux ont contribué à réduire les subventions de l'Etat qui sont attribuées aux producteurs de biocarburant.

Après une hausse vertigineuse des cours de pétrole dans la première partie des années quatre-vingts, la deuxième partie a connu une baisse considérable entre 10\$ et 12\$ le baril. Les prix concurrentiels du pétrole et les prix rentables du sucre ont fait changer le cap des producteurs de cannes à sucre vers l'exportation du sucre. Cette période est marquée par une baisse de confiance envers le bioéthanol, qui a conduit à son tour vers une baisse considérable des véhicules utilisant le

bioéthanol comme carburant à 9% de l'ensemble des ventes des véhicules en 1995, après son apogée en 1988 avec 88% des ventes [2].

### **1.4 La quatrième phase de 1990 à 2003**

Cette période a connu plusieurs mutations : la première concerne le développement technologique des techniques de la production du bioéthanol, qui a conduit à une forte production avec des prix assez concurrentiels ; la deuxième concerne l'arrêt de subventions versées aux producteurs du biocarburant ; la troisième concerne un gel du fonctionnement de l'organisme régulateur de l'Etat brésilienne nommé IA, ce dernier qui a accompagné la production et l'utilisation du bioéthanol durant presque 60ans.

Le début du 21<sup>ème</sup> siècle a connu un rebond des cours de pétrole, et qui a relancé de nouveau la demande des véhicules qui utilisent le bioéthanol (éthanol hydraté), or il reste incomparable avec la forte demande des années quatre-vingts.

### **1.5 La cinquième phase de 2003 à 2014**

Cette période a été marquée par la commercialisation des véhicules *flex-fuel*, la spécificité des ces véhicules se résume dans le choix qui se présente pour son utilisateur (diesel, mélange diesel/éthanol concentré, éthanol hydraté). La principale raison qui a encouragé la commercialisation de ce genre de véhicules hybrides, est l'augmentation des prix du pétrole en crescendo dans le marché mondiale, même le plus optimiste des experts n'a pas prédit un prix du baril à 100\$.

Ce genre de véhicules hybrides a donné confiance aux citoyens brésiliens, par sa flexibilité avec les prix du carburant le plus attractif. La quantité des véhicules *flex-fuel* ont atteint les 87% de l'ensemble des véhicules vendus au Brésil en 2007, dépassant celle du 1988. Depuis 2008, on compte près de 18 millions de nouvelles immatriculations de voitures *flex-fuel*, ces dernières représentant 90% des ventes globales de véhicules au Brésil (et 37% du parc automobile brésilien actuel). 50% de la consommation de carburant est assurée par le bioéthanol, soit sous forme de mélange, soit sous forme d'éthanol pur. Enfin, l'ensemble des constructeurs automobiles européens et américains sont présents sur le marché brésilien (General Motors, Renault, Fiat, Ford, etc.) [3].

Le taux d'incorporation de l'éthanol dans l'essence et à hauteur de 20 à 25 % en 2013. Il pourrait même atteindre 30 % en 2017. Dans ce pays 90 % des ventes de véhicules portent sur des modèles *flex-fuel* tandis que les véhicules diesel sont eux interdits aux particuliers [3].

L'incorporation initiale de bioéthanol dans l'essence s'est faite à hauteur de 12 % pour passer progressivement à 20 % puis à 25 % en mai 2014. Si, dans les années 1990-2000, la découverte de nouveaux gisements pétroliers au Brésil a mécaniquement entraîné une stagnation de la consommation d'éthanol, elle a redémarré fortement ces dernières années,

notamment avec la mise en circulation de véhicules *flex-fuel*. Rappelons que ces derniers peuvent rouler avec un mélange variable d'éthanol et d'essence et ce, dans un seul et même réservoir.

### 1.6 La sixième phase de 2014 jusqu'à aujourd'hui

Cette période a été marquée par la chute des prix de pétrole de plus de 60%, de 120\$ à 40\$ le baril durant l'année 2014. Cette chute des prix a de nouveau propulsé la vente des

véhicules *flex-fuel*, et qui a montré l'efficacité du mix-énergétique brésilien face aux crises cycliques dans le marché mondial de l'énergie.

L'expérience Brésilienne a montré que la diversification des sources énergétiques (le mix-énergétique), la maîtrise technologique du plus grand secteur consommateur d'énergie (véhicule *flex-fuel*) peuvent contribuer à faire face contre les crises financières, économiques, énergétiques, etc.

**Tab.1** : Production du sucre et du bioéthanol issus de cannes à sucre au Brésil

	2007/2008	2015/2016(*)	2020/2021(*)
Production de cannes à sucre (MT)	493	829	1038
La superficie implantée en cannes à sucre (hectare)	7.8	11.4	13.9
La quantité produite en sucre (MT)	<u>30.8</u>	<u>41.3</u>	<u>45</u>
Destinée au marché local	12.2	11.4	12.1
Destinée à l'exportation	18.6	29.9	32.9
La quantité produite en bioéthanol (MT)	<u>22.5</u>	<u>46.9</u>	<u>65.3</u>
Destinée au marché local	18.9	34.6	49.6
Destinée à l'exportation	3.6	12.3	15.7
La quantité produite en bioélectricité (GW)	1.8	11.5	14.4

(\*) : Ces données sont des prévisions.

**Source** : W.A.N Amaral et al. Environmental sustainability of sugarcane ethanol in Brazil. Dans Sugarcane Ethanol Contributions to Climate Change Mitigation and the Environment, eds. (Wageningen: Wageningen Academic Publishers). 2008, 113-138

Pour les années à venir, le Brésil a confirmé son soutien et ses ambitions pour la filière éthanol. Ainsi, dans son « plan décennal pour l'énergie en 2022 », il prévoit de produire 54,5 milliards de litres d'éthanol, soit le double de ce qu'il produit aujourd'hui, et de construire pas moins de 39 nouvelles usines.

## 2. Les caractéristiques économiques, sociales et environnementales de la production du bioéthanol

Les caractéristiques de la production du bioéthanol ne sont pas toujours les mêmes d'un pays producteur à l'autre, on va essayer de se focaliser sur l'expérience brésilienne pour deux raisons; la première est que le Brésil a été le leader mondial du biocarburant durant presque 60ans, la deuxième concerne la qualité des nombreux études disponibles qui constituent la littérature dans ce domaine.

### 2.1 Les caractéristiques économiques

Il y a plusieurs caractéristiques économiques communes dans les expériences des leaders de biocarburant à partir des produits agricoles.

#### 2.1.1 L'influence de la demande en bioéthanol sur la quantité récoltée et exportée des produits agricoles et sur les moyens alloués

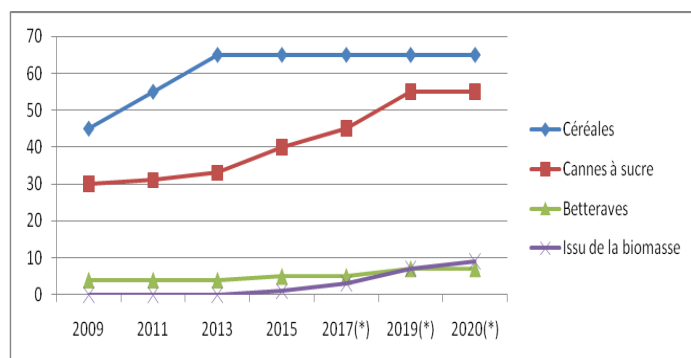
Durant les six phases de développement du bioéthanol, la superficie réservée à la plantation de la canne à sucre a passé de 3.5millions d'hectares à 7 millions d'hectares. Outre la superficie, la productivité de l'hectare a connu elle aussi un rebond, puisque elle a passé de 45tonnes /hectare en 1960 à 75tonnes/hectare en 2007. La quantité produite en cannes à sucre durant la campagne 2007/2008 a atteint les 493 millions de tonnes, la moitié de cette quantité a été destinée à la production du sucre, et l'autre moitié à la production de 22.5milliards litres de bioéthanol [4].

La surface agricole consacrée à la canne à sucre a augmenté d'environ 5 % la saison 2014-15. Mais cela ne compenserait pas la chute de productivité à 8 % en moyenne par rapport à 2013-14, où elle a atteint 79,8 tonnes de canne par hectare. Confirmant la tendance de ces dernières années, la majorité de la canne à sucre coupée en 2014-15 (plus de 56 %) devrait être consacrée à la production non pas de sucre d'éthanol. La production de sucre prévue est de 32,5 Mt, en chute de 5,23 %

par rapport à celle de la saison 2013-14, qui était de 34,29 Mt. La production d'éthanol devrait atteindre 25,87 milliards de litres, en hausse de 1,2 % par rapport aux 25,57 milliards de litres de 2013-14 [5].

Les prévisions des années prochaines stipulent que la culture de la canne à sucre a devant elle des années de gloire, y compris les produits issus de cette plante. La surface agricole consacrée à la canne à sucre peut augmenter d'environ 22 % à l'horizon de la saison 2020-21. La productivité peut augmenter elle aussi à hauteur de 25% vers la fin de la saison 2020-21.

Reste que la quantité de cannes à sucre destinée à la production de sucre et au bioéthanol est en relation direct avec les prix de ces matières dans le marché international, ce dernier, qui est influencé à son tour par d'autres variables (les conditions climatiques dans les pays producteurs, les fluctuations des prix du baril de pétrole, l'instabilité politique dans les grands pays producteurs ou consommateurs de ces produits, etc.).

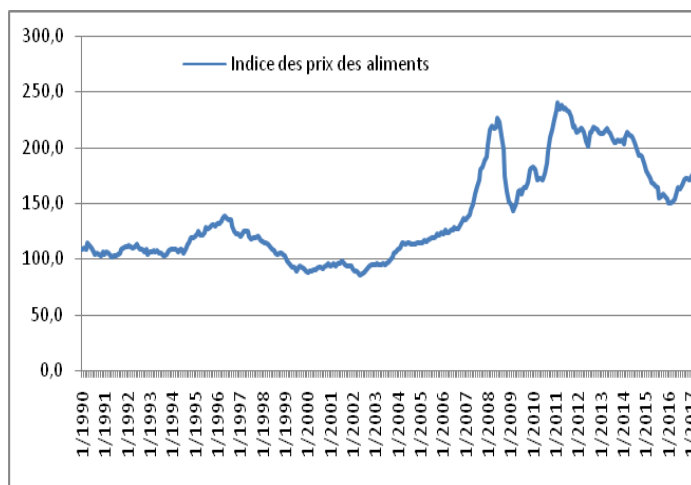


(\*) : Les données des années 2017, 2019 et 2020 sont des prévisions

**Fig.1 :** Evolution de la production des matières premières source de bioéthanol

**Source :** Elaboré par nos soins en se basant sur l'indice FAO des prix des produits alimentaires, situation alimentaire mondiale.

Le gouvernement américain veut atteindre 136 milliards de litres en 2022, pour se faire, des subventions de 8 milliards de dollars sont accordés dès 2006, et des crédits d'impôts ont été accordés aux producteurs de maïs, principale source de bioéthanol américain. La quantité de maïs dédiée à la production du bioéthanol a passé de 14% en 2006 à 30% en 2010. Or, les Etats unis comptent pour 60% à 70% des exportations mondiales de cette céréale. Conséquence, le prix du boisseau de maïs sur le marché mondial a doublé en 2006, à plus de 6 dollars [6].



**Fig.2 :** Indices des prix des produits alimentaires durant la période janvier 1990- janvier 2017.

**Source :** Elaboré par nos soins en se basant sur l'indice FAO des prix des produits alimentaires, situation alimentaire mondiale.

### 2.1.2 L'influence des fluctuations des cours de pétrole sur le prix, la rentabilité et la quantité produite en bioéthanol

La hausse des cours de pétrole durant de longues périodes, et les pressions permanentes sur les pays industrialisés concernant leurs émissions des gaz à effet de serre, ont poussé ces pays à prendre conscience pour des carburants bon marché, flexibles et écologiques. Parmi ces énergies alternatives, le bioéthanol se présente comme le carburant idéal sur plusieurs plans (économique, technologique, écologique, etc.).

### 2.1.3 L'influence de la prise de conscience internationale pour le bioéthanol sur les prix des produits agricoles

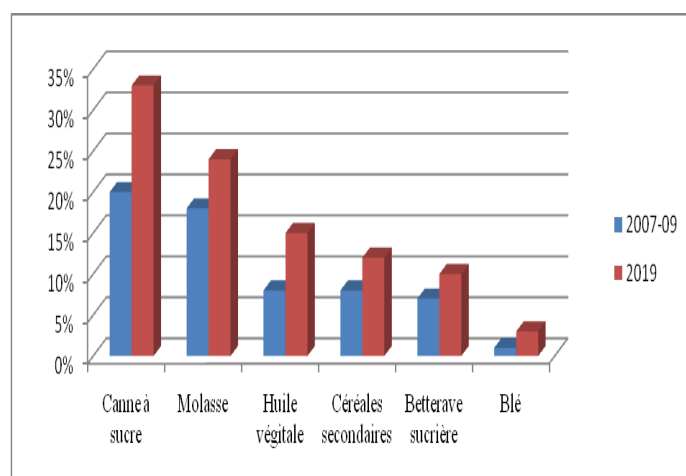
Selon International Food Policy Research Institute/ IFPRI, la demande des produits agricoles afin de produire le biocarburant (le maïs au USA, la canne à sucre au Brésil, le colza en Europe...) est le responsable, à hauteur de 30%, de l'augmentation des prix des produits agroalimentaires dans le marché international durant la période 2000-2007, comme il est le responsable, à hauteur de 40%, de l'augmentation des prix du maïs dans la même période [7].

La production de biocarburant continuera d'absorber une part importante de la production mondiale de céréales, de sucre et d'huiles végétales, tout au long de la période considérée par les perspectives. D'ici 2020, 12 % de la production mondiale de céréales secondaires seront consacrés à la production de bioéthanol, comparés à 11 % en moyenne durant la période 2008-10, 16 % de la production mondiale d'huiles végétales seront consacrés à la production de biodiesel, comparés à 11 % en moyenne durant la période 2008-10, et 33 % de la production mondiale de sucre seront utilisés, comparés à 21 % en moyenne sur la période 2008-10. Au cours de la période de projection, 21 % de l'augmentation de la production mondiale

de céréales secondaires, 29% de l'augmentation de la production mondiale d'huiles végétales et 68% de l'augmentation de la production mondiale de cannes à sucre devraient être consacrés aux biocarburants.

## 2.2 Les caractéristiques sociales

On peut affirmer que les ménages qui ont un revenu modeste, orientent leurs budgets vers les produits et les aliments de large consommation pour subvenir aux besoins vitaux de leurs familles. La hausse de la demande sur produits agricoles afin de produire le biocarburant, a fait augmenter les prix de ces produits. La hausse des prix de ces aliments, a réduit considérablement le pouvoir d'achat de ces familles, même si ces familles réduisent leur demande en fonction de leur pouvoir d'achat.



(\*) : Les données de l'année 2019 sont des prévisions

**Fig.3 :** Part des produits de base utilisés pour la production de biocarburant dans la production mondiale

**Source :** Elaboré par nos soins en se basant sur l'indice FAO des prix des produits alimentaires, situation alimentaire mondiale.

Une étude réalisée par la (FAO), indique que les prix de ces produits agroalimentaires dans le marché international ont un effet négatif, sur la quantité des subventions et les dons alimentaires accordés aux régions qui souffrent de sécheresse, des conflits internes, etc. Il faut prendre en compte que 80% de la population mondiale se concentre dans les pays de tiers monde, et qui peut atteindre les 85% à l'horizon de 2030 [8].

Parmi les caractéristiques sociales de la production du bioéthanol, qui sont en permanente expansion, c'est l'exploitation des pays riches la situation de faiblesse des pays pauvres, en les achetant des millions d'hectares sous le prétexte de l'investissement agricole, cela est appelé *Land grab*. Dans cette tendance : 700000hectares a été achetés par la Corée du sud au Soudan, 500000hectares par l'Arabie Saoudite en Tanzanie, 350000hectares a été achetés par l'Inde

à quelques pays africains, la Chine compte à elle seule plus de 2.8millions d'hectare en RDC [9].

## 2.3 Les caractéristiques environnementales

On peut citer plusieurs caractéristique dans ce cas, parmi elles :

- Pour produire un litre de bioéthanol il faut consommer 2.5kg de maïs ou 13.3kg de canne à sucre.
- Pour pouvoir substituer le carburant traditionnel consommé par le parc mondial des moyens de transport, il faut produire 30millions de baril de bioéthanol et 23millions de biodiesel quotidiennement.
- Pour couvrir les besoins du parc de transport mondial, il faut cultiver 300millions hectares de cannes à sucre et 590millions hectares de maïs.
- Pour pouvoir exploiter des nouvelles terres afin de produire du biocarburant, il faut déboiser des larges superficies, couper des arbres, brûler des plantes, utiliser des pesticides pour que ces nouvelles terres soient arables. Pour éliminer les arbres et les plantes, il faut compter la projection de plusieurs gaz nuisibles à la santé (CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, N<sub>2</sub>O, etc).
- L'utilisation des engrais et pesticides pour augmenter le rendement des terres, affectera à long terme les cours d'eau et la nappe phréatique.
- La culture répétée d'une seule espèce plusieurs fois dans la même année, conduira à l'appauvrissement des terres.

## 3. Les impacts économiques, sociaux et environnementaux de la production à grande échelle du bioéthanol

La production à grande échelle du bioéthanol brésilien soulève plusieurs questions d'ordre économiques, sociales et environnementales.

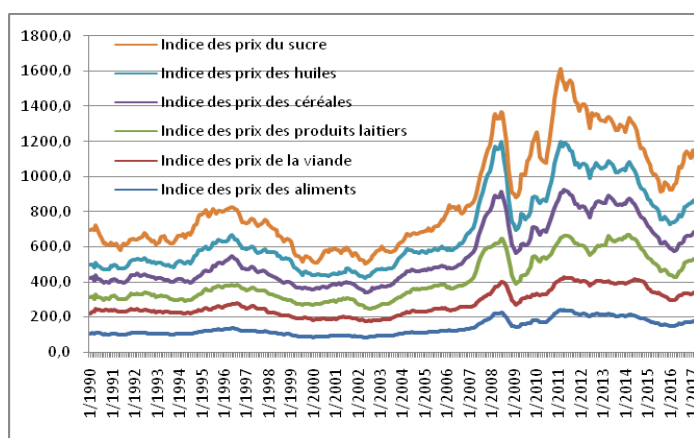
### 3.1 Les impacts économiques

Actuellement, l'éthanol de cannes à sucre produit au Brésil, est le premier biocarburant en mesure de concurrencer efficacement les carburants classiques, sans les subventions accordés par le gouvernement Brésilien. Cependant, certaines questions demeurent à savoir si cette rentabilité économique ne dépend pas de pratiques et de méthodes insoutenables pour l'environnement et pour la dignité humaine.

Au Brésil, la culture à grande échelle de la canne à sucre pour la production du bioéthanol, ne respecte pas toujours les conditions environnementales et sociales. Toutes les études sont d'accord, que s'il y aura un respect de ces deux conditions dans l'avenir, la rentabilité du litre du bioéthanol peut être compromise. Une étude est arrivée à déterminer le prix de revient du litre qui passera de 0.25\$/litre à 0.42\$/litre, en respectant les conditions suivantes (le recyclage des déchets de la canne à sucre, l'augmentation des salaires des ouvriers

dans les champs et les ateliers, la non-exploitation des enfants dans les champs, l'utilisation des techniques qui limitent l'appauvrissement des terres) [10].

Il faut prendre en considération un point très important qui est l'équation à trois variables : le prix du baril de pétrole, la quantité récoltée en cannes à sucre destinée pour la production du bioéthanol, et le prix du quanta de sucre issu de la canne à sucre. Il y a une relation directe entre le prix des énergies fossiles, les énergies renouvelables et les produits agricoles et agro-alimentaires. L'envol probable du prix du baril de pétrole peut influencer considérablement la bourse des produits agricole de première nécessité brut ou transformé (colza, soja, cannes à sucre...), et entres autres tous les produits agronomiques et agro-alimentaires et animalières qui utilisent ces produits de base.



**Fig.4 :** Indice des prix des produits agronomiques, agro-alimentaires et animaliers durant la période janvier 1990-janvier 2017.

**Source :** Elaboré par nos soins en se basant sur l'indice FAO des prix des produits alimentaires, situation alimentaire mondiale.

La relance économique dans les années à venir, guidée par des pays industrialisant classiques et d'autres émergentes, va crier une demande supplémentaire dans le marché des énergies fossile et alternatives, cela peut rendre les prix des produits agricoles de base inaccessibles par la majorité des pays de tiers monde.

### 3.2 Les impacts sociaux

La collecte de la canne à sucre au Brésil, se caractérise par une forte implication de la main d'œuvre locale bon marché durant 8 mois de l'année. Les conditions de travail dans les champs de cannes à sucre sont presque les mêmes conditions de leurs ancêtres esclaves avant 200 ans. Parmi ces conditions: [11]

- La charge du travail d'un coupeur de cannes à sucre; peut atteindre en moyenne entre 2 et 3 tonnes par journée.
- La température dans les champs est généralement entre 26° et 36°.

- Un coupeur de cannes peut donner jusqu'à 70000 coups de machette/jour.
- Un coupeur de cannes peut parcourir une distance de 4500 mètres/jour.

Les coupeurs de cannes à sucre ne sont pas à l'abri des problèmes de santé à cause de la spécificité du travail dans les zones tropicales, parmi eux : [10]

- Les problèmes respiratoires, à cause de la présence quasi permanente de la poussière et les résidus dans les champs pendant la collecte.
- Les coups de soleil et l'humidité, peuvent conduire à l'évanouissement des coupeurs de cannes.
- Un risque élevé d'avoir un cancer de l'appareil respiratoire, à cause des enfumages des déchets de cannes à sucre dans les champs.
- Un risque élevé d'intoxication alimentaire, dû à la présence des produits chimiques dans les aliments et les cours d'eau par des taux assez élevés. Par exemple en 1998, on a dénombré 700 cas d'intoxication et 17 cas ont conduit à la mort.
- La mort subite, on a enregistré entre 2004 et 2007 jusqu'à 18 mort subite à cause de l'air irrespirable dans les champs.
- Un risque assez élevé d'avoir des pathologies lourdes (maladies cardiovasculaires, maladies respiratoires), des piqûres d'insectes et morsures d'animaux, etc.

### 3.3 Les impacts environnementaux

Lorsque les surfaces cultivées sont moissonnées mécaniquement, il est possible de récolter à la fois la tige et une grande partie des feuilles. Le reste des feuilles est laissé au sol et sert de tapis de protection pour diminuer l'érosion des sols. Le rhizome restant en terre, la canne à sucre va pouvoir repousser. En moyenne, on compte 5 récoltes successives sans perte de rendement à partir d'une même plante. Ces résidus, une fois récoltés, vont être brûlés dans des chaudières pour produire de la chaleur et de la vapeur à partir de laquelle des turbines sont entraînées pour générer de l'électricité faisant fonctionner la sucrerie. L'usine produit plus d'électricité qu'elle n'en a besoin et peut vendre son surplus. C'est ainsi qu'en 2008, ces usines ont contribué à une production d'électricité verte couvrant un peu plus de 1% de la consommation en électricité du pays.

Cependant, le tableau n'est pas tout blanc et seulement 47 % des surfaces cultivées sont moissonnées mécaniquement. Pour les récoltes manuelles, les feuilles sont brûlées sur place, la valorisation énergétique est nulle et la pollution atmosphérique importante. Mais de nombreuses améliorations sont en cours. Ainsi, le secteur agroalimentaire brésilien a signé un protocole visant à supprimer le brûlage d'ici à 2014 sur toutes les exploitations où la mécanisation est possible. Le pouvoir législatif, lui, impose que le brûlage ait complètement disparu en 2021. La deuxième approche



permettant d'augmenter la production d'électricité passe par l'installation de chaudières à haute pression et haute température. En considérant les effets conjugués de ces deux approches, il est estimé qu'à l'horizon 2015, ces exploitations pourront répondre à 11% de la consommation globale du pays [12].

Dans le cas du Brésil, la production électrique est obtenue à 86% par des barrages hydroélectriques. Or, c'est au moment de la saison sèche où les barrages sont en baisse de régime qu'a lieu la récolte de la canne à sucre. Les sucreries peuvent alors contribuer à combler une partie du déficit de production électrique.

La culture de la canne à sucre à grande échelle pour la production du bioéthanol, comporte des risques écologiques qui peuvent condamner l'écosystème du Brésil, y compris celui de la planète entière. Entre 2007 et 2009 presque 57000km<sup>2</sup> de forêt amazonienne ont été déboisés, afin d'augmenter les superficies pour les pâturages et les cultures destinées à l'alimentation humaine et animale [13].

La majorité des études qui sont intéressées aux impacts environnementaux, en cas d'expansion de la production du bioéthanol, sont arrivées à ces résultats : [14]

- Le brûlage des forêts et plantes, afin que ces terres soient arables, a fait augmenter la température de ces zones, et a amplifié la projection des gaz à effet de serre.
- La déforestation a causé la remontée des eaux dans les zones humides, cela peut menacer des centaines d'espèces animales et végétales.
- La diminution de la superficie des forêts, peut affecter le rôle que joue l'Amazonie comme le poumon de la planète.
- L'utilisation massive des engrais et pesticides, pour augmenter la productivité de la terre, peut affecter la faune et la flore qui vivent dans et autour des cours d'eau.
- L'utilisation massive des eaux pour l'irrigation, a causé une baisse des eaux souterraines.
- La déforestation a causé une baisse considérable de la pluviométrie.

## Conclusion

Le biocarburant est caractérisé par beaucoup de points positifs qui entourent sa production et son utilisation : en limitant considérablement les gaz à effet de serre par rapport au carburant issu des énergies fossiles, car ces gaz sont le responsable des changements climatiques qui menacent l'écosystème et la vie des milliers d'espèces de faune et de flore.

Toutes les études qui ont abordé le sujet des produits agricoles utilisés pour produire le biocarburant, ont affirmé que la

demande grandissante du biocarburant est parmi les principales causes de l'augmentation des prix des denrées alimentaires. L'intérêt grandissant pour les énergies vertes, place le bioéthanol comme le meilleur candidat qui peut substituer aux carburants fossiles, en contre partie, la production de cette énergie à grande échelle peut conduire à des impacts négatifs, surtout sur le pays producteur et sur plusieurs plans (économique, social et environnemental).

A travers cette étude, on est arrivé à une vérité, qui peut changer l'avis de plusieurs défenseurs de l'environnement. En effet, en additionnant le coût social et environnemental au prix de revient issu du système d'information comptable traditionnel, on peut avoir le prix de revient global, qui peut rendre cette énergie peu rentable sur le plan économique, social et environnemental.

## References et notes

1. R.C.C Leite et al. Can Brazil replace 5% of the 2025 gasoline world demand with ethanol, *Energy Policy*. **2009**, 34, 655-661.
2. E Michellon et al. Breve Descrição do Proálcool e Perspectivas Futuras para o Etanol Produzido no Brasil, Résumé de conférence présenté lors du 46e congrès de la Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia, 20 au 23 juillet 2008. Rio Branco, Brésil, SOBER. <http://www.sober.org.br/palestra/9/574.pdf>. 15 février 2009.
3. [www.bioethanolcarburant.com/](http://www.bioethanolcarburant.com/) consulté le 03/01/2017.
4. S Matsuoka et al. The Brazilian experience of sugarcane ethanol industry, *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.* **2009**, 45, 372-381.
5. [www.lafranceagricole.fr/](http://www.lafranceagricole.fr/) consulté le 06/01/2017.
6. [www.informationssansfrontieres.com/](http://www.informationssansfrontieres.com/) consulté le 15/01/2017.
7. M.C Tirado et al. Addressing the challenges of climate change and biofuel production for food and nutrition security, *Food Research International*. **2010**, 43, 1729-1744.
8. FAO (Food and Agriculture Organization). La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture – Biocarburants : perspectives, risques et opportunités. **2008**, (Rome : FAO).
9. J Von Braun et al. "Land Grabbing" by Foreign Investors in Developing Countries: Risks and Opportunities, Washington D.C., *International Food Policy Research Institute (IFPRI)*. 2009, 9.
10. E Smeets et al. The sustainability of Brazilian ethanol – An assessment of the possibilities of certified production, *Biomass Bioenergy*. **2008**, 32, 781-813.
11. F.L.R Rocha et al. Poverty as a predisposing factor of illness tendencies in sugar cane workers. *Rev. Latino-am. Enfermagem*. **2007**, 15, 736-741.
12. [www.natura-sciences.com/](http://www.natura-sciences.com/) consulté le 20/02/2017.
13. W.A.N Amaral et al. Environmental sustainability of sugarcane ethanol in Brazil. Dans *Sugarcane Ethanol Contributions to Climate Change Mitigation and the Environment*, eds. (Wageningen: Wageningen Academic Publishers). **2008**, 113-138.
14. SCDB (Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique). Troisième édition des Perspectives mondiales de la diversité biologique. **2010**.