

Etude des conditions de développement d'une filière éthanol de canne à sucre en Guadeloupe



PLAN du RAPPORT

I. Introduction	6
1- Contexte général de l'étude	6
1.1) A l'échelle mondiale, un intérêt croissant pour le développement des énergies renouvelables à faible contenu en carbone	6
1.2) En Guadeloupe, la filière canne est menacée par la libéralisation du marché du sucre.....	7
1.3) La valorisation énergétique de la canne, une alternative possible pour pérenniser la filière	8
1.4) Les enjeux du développement d'une filière éthanol de canne à sucre en Guadeloupe	9
1.5) Les spécificités de la filière canne en Guadeloupe	10
2- Objectifs, cadre et postulats de l'étude	13
2.1) Objectifs	13
2.2) Définition du champ de l'étude.....	14
2.3) Choix préalables : postulats de l'étude.....	15
II. Démarche générale de l'étude	16
1- Principe de la démarche	16
2- Moyens	17
2.1) Analyse systémique de filière	18
2.2) Approche prospective.....	19
2.3) Outils de simulation	19
2.4) Consultation d'acteurs et d'experts de la filière.....	19
3- Grille d'analyse : cadenas de l'évaluation des scénarios de travail	19
III. Identification des pistes de développement de la filière éthanol de canne à sucre	21
1- Piste 1 : valoriser en éthanol les cannes laissées sur pied	22
2- Piste 2 : produire de la canne à sucre pour l'éthanol sur les sols contaminés à la chlordécone	23
3- Piste 3 : l'éthanol comme débouché complémentaire des productions traditionnelles de la filière canne	25
3.1) Les perspectives de développement de la production cannière.....	25
3.2) Emergence du débouché éthanol dans un contexte peu favorable aux débouchés traditionnels sucre et rhum	26
IV. Collecte de données relatives à l'analyse des pistes de développement identifiées	28
A/ FAISABILITE TECHNIQUE	28
1- Données transversales utilisées dans l'étude de chaque scénario	28
1.1) Critères de qualité des cannes pour l'éthanol.....	28
1.2) Schéma de transformation industrielle	28
1.3) Critères de choix des unités de transformation.....	32
2- Données utilisées dans le scénario de valorisation des cannes reportées	39
2.1) Caractérisation de la ressource mobilisable.....	39
2.2) Marges de manœuvre du planteur et règles de décision du planteur.....	40
2.3) Caractéristiques des cannes reportées et qualité technologique	41
2.4) Organisation de la récolte des cannes reportées pour la production d'éthanol.....	41

3- Données relatives au scénario de valorisation des sols contaminés	42
3.1) <i>Caractérisation du gisement de canne à exploiter.....</i>	42
3.2) <i>Qualité technologique des cannes cultivées sur sols contaminés.....</i>	44
3.3) <i>Traçabilité et organisation de la production</i>	44
4- Données relatives au scénario d'introduction du débouché éthanol comme complément des productions traditionnelles de la filière canne	52
4.1) <i>Caractérisation de la ressource : perspectives de développement de la production cannière</i>	52
4.2) <i>Répartition de la production cannière entre les débouchés de la filière.....</i>	55
4.3) <i>Organisation de la production agricole.....</i>	57
B/ EVALUATION ECONOMIQUE.....	59
1-Coûts de production et intérêt économique des planteurs.....	59
2- Coûts de revient et rentabilité des industriels	62
3- Coûts de transport	68
3.1) <i>Coût du transport agricole.....</i>	68
3.2) <i>Coût du transport industriel.....</i>	69
3.3) <i>Prise en charge du transport et rentabilité des opérateurs.....</i>	69
4- Calcul économique pour la Région.....	69
C/ CONSTRUCTION D'OUTILS D'EVALUATION DE LA FILIERE ETHANOL	70
1- Modèle d'accessibilité aux parcelles	70
2- Modèle logistique d'approvisionnement des unités pour la production d'éthanol	70
3- Modèle de simulation de l'offre en canne et de la répartition de la ressource entre débouchés	70
4- Calculateur économique : évaluation économique de projet par acteur.....	71
V. Construction des scénarios d'étude	75
1- Construction de scénarios de contexte	75
1.1) <i>Variables internes et externes du contexte du système.....</i>	75
1.2) <i>Processus et hypothèses d'évolution</i>	75
1.3) <i>Hypothèses et évolution des variables du contexte</i>	79
2- Description des scénarios d'étude	80
2.1) <i>Scénario conduisant à un faible développement de la filière éthanol (scénario d'appoint).....</i>	80
2.2) <i>Scénario de développement de la filière éthanol limité à la reconversion en cultures énergétiques des sols contaminés (scénario de reconversion).....</i>	80
2.3) <i>Scénario de développement de la filière éthanol selon différentes marges de progression de la production (scénario d'alternative énergétique).....</i>	81
VI. Déroulement des scénarios d'étude et évaluation des projets	88
1- Démarche d'évaluation des scénarios	88
1.1) <i>Limites de l'évaluation de la faisabilité technique des scénarios</i>	88
1.2) <i>Démarche d'analyse des résultats : indicateurs pour l'évaluation économique des scénarios</i>	88
1.3) <i>Présentation des résultats : les sorties des modèles.....</i>	90
2- Analyse des résultats de faisabilité technique.....	91
2.1) <i>Scénario de faible développement de la filière éthanol (scénario d'appoint).....</i>	91
2.2) <i>Scénario de développement limité de la filière éthanol (scénario de reconversion).....</i>	92
3- Analyse des résultats économiques du scénario d'appoint	94
4- Analyse des résultats économiques du scénario de reconversion des sols contaminés.....	99

5- Analyse des résultats économiques des scénarios de développement accru de la filière éthanol (scénario d'alternative)	103
5.1) <i>Analyse de sensibilité à des variations des paramètres clés</i>	103
5.2) <i>Analyse des résultats sous l'influence de variables du macrocontexte</i>	112
5.3) <i>Analyse de la structure des coûts de revient</i>	128
VII. Conclusion	131
1- Exploration des pistes de développement de la filière éthanol et construction des scénarios d'étude	131
2- Evaluation technique des scénarios d'étude	132
3- Rémunération des planteurs selon le débouché de la canne.....	134
4- Evaluation économique des scénarios d'étude	136
Glossaire	142
Sigles et Unités.....	144
Références bibliographiques	146

I. Introduction

1- Contexte général de l'étude

1.1) A l'échelle mondiale, un intérêt croissant pour le développement des énergies renouvelables à faible contenu en carbone

La croissance de la demande énergétique mondiale et la raréfaction des ressources en énergies fossiles justifient le développement des énergies renouvelables¹. Les enjeux sont particulièrement importants dans le secteur des transports routiers qui, en plus de dépendre à 98% de carburants issus du pétrole, représente environ 10% des émissions de gaz à effet de serre (GES) contribuant donc fortement au réchauffement climatique de la planète. Cette situation a généré un regain d'intérêt pour les filières de production de carburant à partir de végétaux, les biocarburants. En effet, ils présentent le double avantage de limiter les rejets de CO₂ dans l'atmosphère² et de participer à la diversification des sources d'énergies.

Le Brésil s'est engagé depuis 30 ans dans la voie de l'éthanol carburant comme substitut de l'essence. Suite aux crises pétrolières des années soixante-dix, le gouvernement a lancé un programme de production de masse d'éthanol, le programme « Proálcool », dans le but de s'affranchir des carburants pétroliers. D'abord utilisé pur dans des véhicules à alcool, puis incorporé en mélange banalisé composé de 20 à 25% d'éthanol, et enfin, depuis l'introduction des véhicules « flex fuel » en 2003, proposé à la pompe en mélange avec l'essence dans n'importe quelle proportion, l'éthanol s'est imposé comme une réelle alternative au pétrole. Le Brésil est considéré comme la référence mondiale en matière de développement de grande ampleur des biocarburants. Ce modèle brésilien est un exemple que cherchent à reproduire d'autres pays d'Asie (Chine, Inde), d'Amérique Latine (Colombie, Argentine, Costa Rica, Guatemala...) et de la Caraïbe (Cuba, République Dominicaine...).

Le marché mondial des biocarburants est dominé par le Brésil (éthanol de canne à sucre) et les Etats-Unis (éthanol de maïs), mais l'Europe, avec un certain retard de production et de consommation, s'efforce de rejoindre ces grands pays producteurs. Cette volonté de diversifier l'approvisionnement énergétique et de réduire les émissions de GES s'est traduite par deux directives validées par l'Europe en 2003³ : la directive sur la promotion des biocarburants, qui fixe des objectifs croissants de consommation de biocarburants dans le domaine des transports, et la directive sur la fiscalité, qui donne la possibilité aux Etats membres d'exonérer partiellement ou totalement d'accises les biocarburants. En France, des objectifs plus ambitieux que les objectifs d'incorporation européens ont été annoncés en septembre 2005, qui proposent de porter la part des biocarburants à 5,75% en 2008, à 7% en

¹ Le marché des biocarburants constitue un marché en plein essor : la production mondiale affiche des taux de croissance de l'ordre de 15% sur les 5 dernières années (F.O. Licht, 2006).

² Durant la phase de croissance végétative, les plantes fixent le carbone pour fabriquer leurs tissus. La quantité de CO₂ émis lors de la combustion de la biomasse correspond à une restitution du carbone préalablement capté par les plantes. Pour les biocarburants utilisés purs, le bilan des émissions de gaz à effet de serre est donc considéré nul à l'étape d'utilisation. De plus, comparativement à leurs équivalents issus du pétrole, les biocarburants sont moins riches en carbone et leur combustion rejette donc moins de CO₂ dans l'atmosphère. Utilisés en substitution aux carburants pétroliers, les biocarburants permettent une réduction des émissions de GES, allant jusqu'à 90% lorsqu'ils sont utilisés purs, pour les filières les plus efficaces (filière agricole à faible niveau de consommation d'intrants telle la canne à sucre) (IFP, 2007).

³ Directives européennes 2003/30/CE et 2003/96/CE.

2010 et à 10% en 2015 (en teneur énergétique). La France a mis en place un double dispositif fiscal pour les biocarburants, avec d'une part l'exonération partielle de la TIPP (Taxe Intérieure sur les Produits Pétroliers) et la réduction de 33 €/hl pour l'éthanol incorporé aux supercarburants (pour des quantités limitées sur l'agrément fiscal des capacités de production), et d'autre part, le prélèvement supplémentaire de TGAP (Taxe Générale sur les Activités Polluantes) payé par les distributeurs qui n'atteignent pas les objectifs d'incorporation.

1.2) En Guadeloupe, la filière canne est menacée par la libéralisation du marché du sucre

La plainte portée par le Brésil devant l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) à l'encontre de l'Union Européenne (UE), accusée de violer les règles de l'OMC, est à l'origine d'une remise en cause des subventions accordées aux producteurs de sucre européens. Adoptée par l'UE en 2006 sous la pression internationale, la réforme de l'Organisation Commune de Marché du Sucre (OCM sucre) prévoit une baisse progressive de 36% du prix du sucre (suppression du prix d'intervention fixé à 557,85 €/t, auquel l'UE achète le sucre roux aux industriels, pour être remplacé par un prix de référence de 357,06 €/t) conjuguée à la réduction de la production européenne de 5 à 6 millions de tonnes de sucre⁴.

Malgré l'obtention par la France du droit d'accorder aux producteurs de canne et de sucre des trois départements d'Outre-mer (DOM) une aide de 90 millions d'euros par an, qui vient s'ajouter aux compensations européennes, l'inquiétude persiste au sein de la filière canne. En effet, les interrogations restent entières quant au devenir des politiques de soutien de la PAC et de l'OCM sucre en 2015, avec le risque de sa disparition au terme de la réforme. En Guadeloupe, la remise en cause de la production sucrière et le peu de perspectives qu'offre le débouché rhum, limité par des quotas sur le marché national, menacent la pérennité de l'ensemble de la filière canne. Or, dans un département d'outre-mer à l'économie fragile, au taux de chômage élevé, le poids de cette filière dans l'économie est prépondérant. La culture de la canne à sucre s'étend sur plus de 14 000 ha, soit 30% de la surface agricole utile et représente environ 20% de la valeur de la production agricole finale (AGRESTE, 2005). Ce secteur, fort de plus de 4 000 planteurs, fournit environ 9 000 emplois agricoles et industriels. Plus de 40% des exploitations agricoles de la Guadeloupe produisent de la canne qui occupe une place centrale dans les systèmes de production (rôle de pilier des exploitations). La culture de cette plante rustique, dont la conduite est relativement simple, garantit un revenu stable (facteur d'équilibre) et nécessite peu de moyens pour l'exploitant : le recours à la prestation de services et l'organisation forte de la filière l'autorisent à se décharger de nombreuses opérations techniques et du financement à court terme. Cette culture possède encore de multiples atouts :

- relativement résistante à la sécheresse et tolérante aux cyclones, elle est particulièrement bien adaptée aux conditions agroclimatiques de la Guadeloupe,

⁴ Le règlement sucre européen a été profondément réformé en 2006 afin de diminuer les exportations (de 6 à 1,4 millions de tonnes de sucre par an) et d'augmenter les importations de sucre dans l'UE en provenance des pays les plus pauvres et pays ACP (Accords de Partenariat Economiques) dans le cadre du dispositif « Tout sauf les armes ». Pour équilibrer le marché et pérenniser la filière sucre européenne, une diminution de la production européenne de sucre est donc inévitable. Afin d'atteindre les objectifs fixés, en France, les entreprises sucrières doivent encore abandonner en partie leur quota de sucre et engager une restructuration importante qui s'accompagnera en 2008 de nouvelles fermetures d'usines (CGB, 2007).

- ses utilisations en complément d'alimentation animale (apport de fourrage, parfois le seul disponible en période de sécheresse) et en rotations de culture bénéfiques pour la structure et l'état sanitaire des sols, font valoir sa complémentarité avec les autres spéculations agricoles,

- sur le plan environnemental, la canne contribue à la préservation des sols (lutte contre l'érosion et entretien de la fertilité par l'apport de biomasse) et ses faibles besoins en intrants lui valent la réputation de culture « propre ».

De plus, la canne à sucre joue un rôle majeur dans l'aménagement et l'entretien des paysages, et la conservation du patrimoine rural de haute valeur culturelle pour la Guadeloupe. La canne à sucre n'a pas d'équivalent⁵ socio-économique et agro-environnemental en milieu tropicale, c'est pourquoi il est nécessaire de la maintenir sur le territoire.

En termes de débouchés, les sucreries absorbent 90% des 800 000 tonnes de canne produites en moyenne par an, les 10% restant étant broyés en distilleries pour la production de rhum agricole. Les autres productions issues de la canne à sucre (production traditionnelle de jus de canne, sirop de batterie, alimentation animale, fertilisants...) ne connaissant qu'un développement marginal et offrant des perspectives limitées⁶, la recherche de nouveaux débouchés est donc cruciale pour maintenir cette culture multifonctionnelle, indispensable maillon du tissu social agricole, au sein du paysage agricole guadeloupéen.

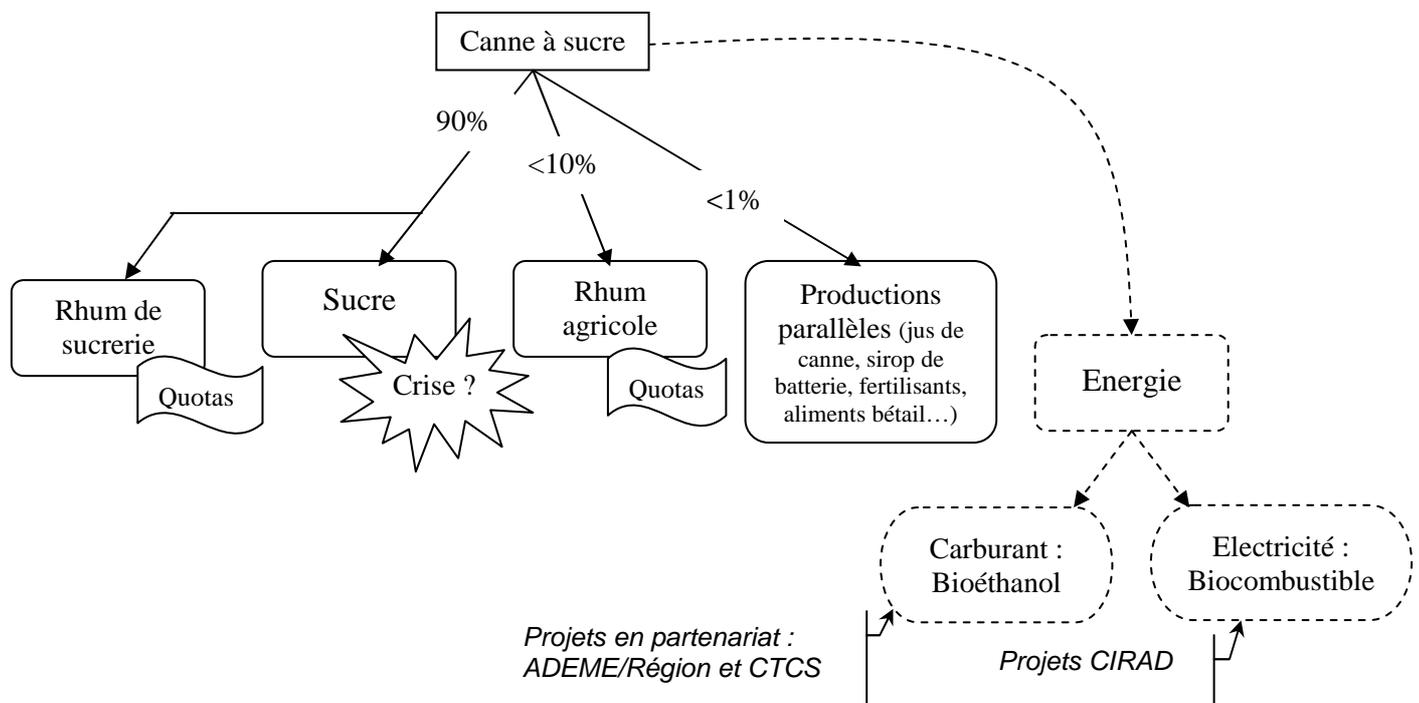


Schéma 1 : Les débouchés actuels de la filière canne et les alternatives futures possibles

1.3) La valorisation énergétique de la canne, une alternative possible pour pérenniser la filière

Bien que la canne à sucre soit connue pour ses multiples utilisations dans les industries de la chimie, de la pharmacie, de la cosmétique, et dans des domaines aussi variés que la

⁵ Dans une perspective de durabilité, il n'est pas concevable que les cultures de diversification, fortement consommatrices d'intrants et aux débouchés instables, puissent être utilisées en substitution de la canne à sucre.

⁶ A l'exception du jus de canne qui pourrait connaître un certain développement avec le lancement du projet Canne 3000.

construction, l'alimentation animale, etc... jusqu'à présent, en Guadeloupe, les tentatives de diversification de la filière en alternative aux débouchés traditionnels (sucre et rhum), n'ont pas abouti. Les raisons de ces échecs sont essentiellement d'origine économique et en grande partie expliquées par le handicap de la « masse critique ». En effet, faute de marchés intérieurs de grande taille, aucune économie d'échelle n'est réalisable afin d'amortir les coûts inhérents au démarrage d'une nouvelle activité de marché.

Néanmoins, la valorisation énergétique de la canne en biocarburant ou en électricité apparaît comme une voie intéressante à envisager.

D'une part, la demande en production d'électricité de la Guadeloupe est forte et sa consommation en croissance rapide. Le principe de la cogénération permet de valoriser efficacement la bagasse de la canne à sucre en vapeur et en électricité pour le fonctionnement de sucreries et, en outre, de dégager des excédents pour alimenter le réseau électrique (30% de la consommation du département pendant la campagne sucrière). De nouvelles perspectives de valorisation de la canne sous forme de biocombustible pourraient être envisagées, notamment avec l'introduction de variétés riches en fibres, dites « canne à combustible ». Un projet pilote, encadré par le CIRAD, devrait voir le jour prochainement afin d'explorer cette voie.

D'autre part, la politique de promotion des biocarburants adoptée par l'Europe et déclinée de manière ambitieuse au niveau national, associée au contexte actuel de renchérissement des énergies fossiles et de préoccupations environnementales croissantes, constituent autant de facteurs favorables au développement des filières des biocarburants en Guadeloupe. Et pourtant, ni la consommation ni la production de biocarburants n'a encore décollé dans aucun des DOM. Une réflexion générale sur l'utilisation des biocarburants a donc été lancée par la Région Guadeloupe et l'ADEME. Elle est constituée de deux volets : l'un portant sur les huiles et leurs dérivés comme substitut du gazole et l'autre sur l'éthanol utilisé comme substitut de l'essence. La présente étude s'inscrit dans le cadre de ce programme et propose d'évaluer les conditions de développement d'une filière de production et de consommation locales d'éthanol de canne à sucre.

1.4) Les enjeux du développement d'une filière éthanol de canne à sucre en Guadeloupe

Les enjeux du développement de la filière éthanol carburant en Guadeloupe sont nombreux. Rappelons que cette production présenterait des avantages d'ordre environnemental, économique, énergétique, social et culturel.

▪ Avantages environnementaux et énergétiques :

- Diminuer l'impact environnemental des rejets de gaz à effet de serre de la Guadeloupe, en agissant sur le secteur des transports⁷.
- Permettre une application de la directive européenne sur la promotion des biocarburants et la loi d'orientation sur l'énergie⁸.
- Diminuer la dépendance énergétique au pétrole de la Guadeloupe, contrainte exacerbée par l'insularité, en diversifiant les sources d'énergie.
- Proposer une solution aux problèmes environnementaux et de santé publique liés à la contamination des sols au chlordécone (INRA-CIRAD, 2005) : valoriser les sols

⁷ Le secteur des transports est le plus consommateur d'énergie : il représente 59% des consommations totales d'énergie de la Guadeloupe en 2006 (PRERURE, 2007).

⁸ Référence à la directive européenne 2003/30/CE et à l'annonce du gouvernement français le 13/09/05 d'une accélération du plan biocarburants avec objectifs anticipés en 2008.

actuellement contaminés tout en les maintenant en culture grâce à un débouché agricole non alimentaire.

- Contribuer au maintien voire à l'accroissement des surfaces en culture en Guadeloupe, via la sole cannière, et limiter l'expansion urbaine.

▪ **Avantages économiques et sociaux :**

- Intérêts à l'échelle de la région, avec la création de valeur et le développement d'activités en zones rurales autour de la production cannière, des unités industrielles de transformation et du réseau de distribution des biocarburants. Maintien et création d'emplois dans le département français où le taux de chômage est le plus élevé (27,3 % en 2006, INSEE).
- Intérêts à l'échelle de la filière canne⁹, le développement d'un nouveau débouché pouvant contribuer à sa pérennité et au maintien de la canne, une culture sans équivalent socio-économique et environnemental en Guadeloupe.

▪ **Avantages pour la promotion du territoire :**

- Faire de la Guadeloupe une région pionnière en matière d'innovations environnementales et ainsi valoriser son image touristique, d'une région propre, innovante et plus attractive.
- Développer des méthodes et techniques autour de la production de biocarburants, qui pourraient s'inscrire dans le cadre du pôle de compétitivité régional Sinergîle et justifier de nouveaux programmes de Recherche et Développement en Guadeloupe.
- Profiter de l'impact régional de ces recherches pour participer au développement de pays caribéens voisins (exportation de procédés et savoir-faire, valorisation de productions locales) et limiter les entrées de travailleurs illégaux sur le territoire.

1.5) Les spécificités de la filière canne en Guadeloupe

Par rapport à la Martinique et à la Réunion, la Guadeloupe est dans une situation privilégiée pour la production d'éthanol. En effet, en Martinique, la production de canne est beaucoup moins importante qu'en Guadeloupe¹⁰ et principalement orientée vers la production de rhum agricole (55% à 65% de la production cannière) afin d'assurer la fabrication des 80 000 HAP de rhum agricole (quota environ 15 fois supérieur à celui de la Guadeloupe). Dans ce cadre, il reste donc peu de marges pour le développement d'une filière éthanol. A l'inverse, à la Réunion, la canne est exclusivement destinée aux sucreries, qui transforment en moyenne 1 850 000 tonnes de canne par an (issues des 26 500 ha cultivés par environ 4 000 planteurs). Avec environ 200 000 tonnes de sucre par an, la Réunion est le premier producteur de sucre de canne de l'UE. La puissance de l'industrie sucrière assure à la filière canne réunionnaise un fort pouvoir de lobbying dans les négociations à Bruxelles qui fait défaut en Guadeloupe, desservie par le manque d'unité et de consensus au sein de la filière¹¹ dans ses revendications au niveau européen et la défense de ses intérêts. De plus, les industriels du sucre de la Réunion ont su se placer sur les marchés des sucres spéciaux à haute valeur ajoutée qui occupent une part croissante de la production réunionnaise, et valorisent avantageusement les

⁹ L'importance de relancer la filière canne a été mise en évidence précédemment, compte tenu de ses multiples fonctions sur le plan économique, social et environnemental, sans alternative étant données les contraintes territoriales de l'île.

¹⁰ La production s'élève à 220 000 tonnes de canne en moyenne, assurée par 260 à 280 planteurs pour une surface cultivée de 3 600 ha (CTCS Martinique, 2007).

¹¹ Grâce à la création de l'interprofession cannière de la Guadeloupe, Iguacanne, la situation est en train d'évoluer et la filière canne guadeloupéenne amenée à renforcer sa position.

mélasses en alcool commercialisé sous différentes formes (rhum de sucrerie consommé et exporté sous contingent, rhum léger et flegme exportés). En revanche, en Guadeloupe, les mélasses des sucreries ne peuvent être valorisées en totalité sous forme de rhum, car les quotas sont insuffisants pour écouler la production potentielle sur le marché national, et au niveau international, les marchés de plus en plus concurrentiels limitent les possibilités d'exportation. C'est pourquoi les excédents de mélasse sont actuellement vendus sur le marché mondial de la mélasse.

La filière canne guadeloupéenne se trouve donc dans une situation intermédiaire, en cumulant la production de sucre, de rhum agricole et de rhum de sucrerie et en dégageant des excédents de mélasse. Cette situation semble propice à l'émergence d'une production d'éthanol, dans le cadre bien structuré d'une filière diversifiée, disposant de la matière première (mélasse, canne à sucre), de l'outil industriel opérationnel (distillerie industrielle disponible hors campagne rhumière) et d'un distributeur de produits pétroliers favorable à l'incorporation de biocarburants dans les carburants classiques. Par ailleurs, des véhicules « flex fuel » sont déjà utilisés dans la Caraïbe ce qui pourrait en faciliter l'importation. Face à ce constat, une première étude a été commanditée par la Région Guadeloupe et l'ADEME pour évaluer la faisabilité d'une filière éthanol carburant à partir des excédents de mélasse.

Ce projet, premier pas de la filière éthanol carburant en Guadeloupe, présente les atouts d'une faisabilité à court terme en valorisant, à faible coût, un co-produit de l'industrie sucrière. Mais si l'on en restait là, l'expérience se limiterait à une petite échelle de production, de l'ordre de 4 000 tonnes d'éthanol par an, qui ne permettrait d'alimenter qu'un parc automobile restreint (3% à 4% de la consommation annuelle d'essence de la Guadeloupe). Après avoir mesuré l'impact de l'entrée de ce nouveau produit sur le marché local, il paraît intéressant d'envisager une filière éthanol de plus grande ampleur. La présente étude s'inscrit dans le prolongement de l'étude de la valorisation locale des excédents de mélasse en éthanol, en proposant une réflexion sur l'avenir de cette filière émergente qui, à plus long terme, pourrait contribuer à pérenniser la filière canne.

Bien que dans de multiples régions du monde, des filières de production d'éthanol se développent dans des contextes paraissant parfois analogues à celui de la Guadeloupe, cette étude n'est pas redondante. Par exemple, il est difficile de se référer à la situation d'autres producteurs d'éthanol de la Caraïbe, tel Cuba, ou géographiquement proche, tel le Brésil qui fait figure de référence. En effet, ce pays possède une surface cultivée en canne de l'ordre de 6 millions d'hectares avec encore de vastes possibilités d'expansion, de grandes exploitations avec des domaines de plusieurs milliers d'hectares, des centaines d'unités de production et un savoir-faire de plus de 30 ans. De plus, le Brésil continue de déployer des moyens très importants pour développer une filière d'excellence à tous les niveaux (production agronomique, technologie industrielle, réseau de distribution), et affiche les coûts de production les plus concurrentiels du monde, à force de gains de compétitivité mais aussi en profitant d'une main d'œuvre à bas coût, employée dans des conditions rappelant l'esclavage¹². Rien de comparable en Guadeloupe...

Il convient de rappeler que la surface agricole utile de la Guadeloupe s'étend à peine sur 43 700 ha (AGRESTE, 2005) et ne cesse de diminuer sous la pression de l'urbanisation. La sole cannière est divisée en quatre bassins qui se répartissent sur trois îles aux conditions de milieu contrastées (climat, relief, pédologie). Le poids de l'histoire est très présent dans cette filière issue d'une culture coloniale, héritage des « économies de plantation » (Zébus, 1999), qui a évolué au fil des restructurations industrielles et des réformes foncières. La concentration industrielle a abouti à la dissociation des unités de production avec une sucrerie

¹² Source : « Biocarburants : L'arnaque », Courrier International n°864, 24 mai 2007.

excentrée à une extrémité de la Grande-Terre et qui ne distille pas sa production de mélasse, une distillerie industrielle située en Basse-Terre et une sucrerie/distillerie qui ne doit son maintien sur Marie-Galante qu'à l'impossibilité de transporter la canne en Guadeloupe « continentale ». La disparition des faire-valoir directs des usines conjuguée à l'action des réformes foncières, sont à l'origine du morcellement des exploitations, dont la taille moyenne est aujourd'hui de 3,8 ha (AGRESTE, 2005). Avec une majorité d'exploitations de moins de 5 ha de canne (moyenne de la sole cannière par exploitation de 2,8 ha en 2005), la culture de la canne présente les caractéristiques d'une activité de pluriactif : la canne valorise bien la main d'œuvre mais procure un faible revenu à l'hectare. L'augmentation de la part de pluriactifs chez les canniers peut conduire à une baisse de la professionnalisation des exploitations cannières¹³ avec des répercussions négatives sur les moyennes de productivité.

Par ailleurs, l'agriculture guadeloupéenne se démarque de l'agriculture pratiquée dans les autres départements français. Zone de cultures tropicales, la Guadeloupe se place sur les mêmes marchés agricoles que les pays « du Sud » de la zone intertropicale, face auxquels il n'est pas possible de soutenir la concurrence. De plus, le type d'agriculture pratiqué en Guadeloupe se rapproche plus de celui de pays en voie de développement (avec de petites structures d'exploitation, une forte propension d'agriculture de type familial, des écarts de productivité importants, la prépondérance de cultures d'exportation, etc.) que des modèles productivistes, parfaitement illustrés par l'exemple des exploitations betteravières ou céréalières françaises, vers lesquels s'orientent toutes les exploitations européennes pour répondre aux exigences de compétitivité et s'assurer le soutien de la PAC. Pourtant, les règles communautaires valent aussi pour la Guadeloupe (sauf dans le cas de dispositions propres aux Régions Ultra-périphériques (RUP) qui peuvent alors bénéficier d'un traitement spécial¹⁴).

Les filières biocarburants développées en France sont issues de cultures tempérées (principalement betterave et blé pour l'éthanol) aux rendements de production et aux bilans énergétiques et environnementaux généralement moins intéressants que ceux obtenus avec la canne à sucre. Là encore, on ne peut pas assimiler les performances des filières nationales aux résultats qui peuvent être obtenus en Guadeloupe.

La mise en perspective de la situation de la Guadeloupe avec celle des autres DOM, de la France métropolitaine, et d'autres pays producteurs de canne à sucre et d'éthanol, a permis de mettre en exergue les spécificités de ce territoire, de son agriculture et de sa filière canne.

Dans le domaine des biocarburants et des possibilités de développement d'une filière éthanol de canne à sucre en Guadeloupe, les spécificités et les contraintes locales pèsent sur le potentiel de production agricole (pression foncière, types d'exploitations, rendements, système d'activité des producteurs, etc), les voies de transformation industrielle (localisation des structures, technologie, disponibilité, performances, etc), les coûts de revient, les aides financières accordées à la filière éthanol (aides aux cultures énergétiques, à la restructuration, etc.), le taux d'incorporation d'éthanol à l'essence (influence du climat) et la fiscalité des biocarburants (cadre réglementaire régional spécifique).

Force est de constater qu'il n'est donc pas possible de comparer ou de transposer simplement à la Guadeloupe les résultats d'autres études de filière de production d'éthanol. Mener une étude de cas spécifique à la Guadeloupe est d'autant plus justifiée que les biocarburants font actuellement l'objet de nombreuses controverses qui mettent en cause les bénéfices réels de ces filières, selon que l'on privilégie les aspects économiques, environnementaux ou énergétiques. La présente étude est une contribution à ce projet.

¹³ Dans le secteur cannier, seules 25% des exploitations sont classées professionnelles (selon la méthodologie AGRESTE) et cultivent environ 60% de la sole cannière (AGRESTE, 2005).

¹⁴ Exemple de la dérogation au régime sucrier avec l'engagement pris envers les DOM de compensation intégrale de la filière sucre pour la période 2006-2015.

Des éléments de conclusion seront apportés qui nécessiteraient d'être complétés et approfondis selon différents axes, avant de pouvoir discerner la solution la plus favorable pour la Région et d'en envisager la réalisation. Dans la perspective du développement d'un territoire, une étude intégrant le bilan environnemental, énergétique, économique et social, doit précéder pour l'étayer, toute décision relative à la mise en œuvre d'une filière de biocarburants, afin d'évaluer la viabilité et la durabilité d'un système complexe.

2- Objectifs, cadre et postulats de l'étude

Cette étude analyse les possibilités et les conditions de développement d'une filière de production locale d'éthanol de canne à sucre destinée à l'utilisation insulaire d'éthanol carburant.

2.1) Objectifs

Cette étude vise à déterminer les modalités de développement d'une filière de production d'éthanol envisageables en Guadeloupe. Pour cela, il faut caractériser les sources de matière première à exploiter, les voies de production locale, le type de carburant à produire et la demande locale.

Les principales modalités de production d'éthanol possibles en Guadeloupe sont résumées dans le schéma suivant :

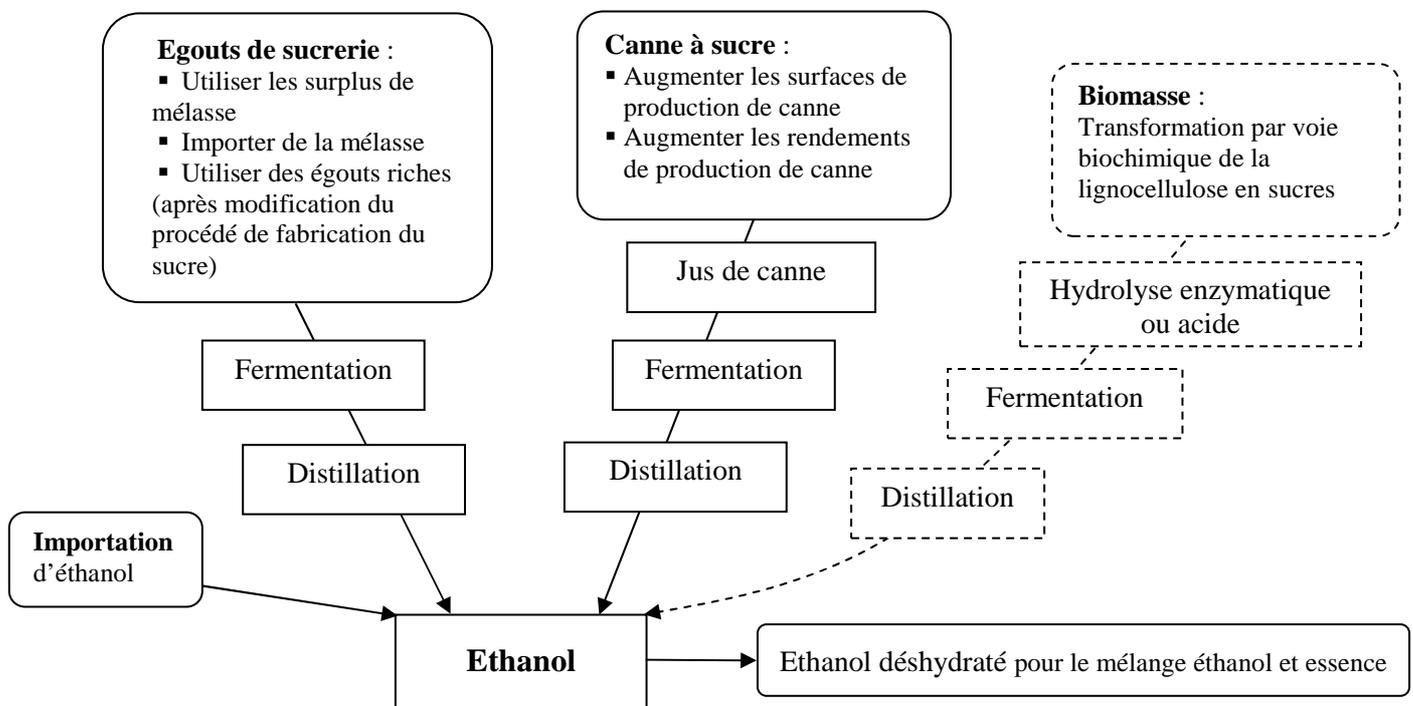


Schéma 2 : Ensemble des modalités possibles de production d'éthanol en Guadeloupe

Ce schéma décrit le champ des modalités et des possibilités de production d'éthanol.

A partir de ce constat, on isole les projets qui sortent du cadre de l'étude. Ainsi, l'importation d'éthanol pour alimenter la filière et la valorisation des excédents de mélasse des sucreries, étudiées par ailleurs¹⁵, ne sont pas abordées ici.

Il existe actuellement en Guadeloupe deux sources de matière première pour la production d'éthanol : la mélasse et le jus de canne. La recherche s'oriente aussi vers de nouvelles filières de production de biocarburants, notamment à partir de la biomasse issue de cultures dédiées (plantes entières à croissance rapide telle la canne à sucre ou l'herbe à éléphant, *miscanthus giganteus*, ou taillis à rotation courte) et des résidus agricoles et forestiers (pailles, résidus de récolte, résidus de bois, etc.). Ces filières de biocarburants dits de deuxième génération, en sont encore au stade de la recherche mais pourraient déboucher sur des applications industrielles d'ici une dizaine d'années. Leur étude ne sera pas non plus abordée ici.

Les pistes de développement de la filière éthanol approfondies au cours de l'étude, sont fondées sur l'identification des sources d'approvisionnement locales. Selon les caractéristiques de la ressource mobilisable, les étapes de la transformation de la canne en éthanol, et plus particulièrement le type de substrat fermentescible utilisé, permettent de distinguer différents projets. Pour chacun de ces projets, on procède à une évaluation de la faisabilité technique et de la rentabilité économique des acteurs de la filière.

La question de la mise en place d'une filière éthanol en Guadeloupe se posera avec plus d'acuité à la fin de la réforme de l'OCM sucre. C'est pourquoi on se projette à l'horizon 2015 pour envisager différentes évolutions possibles de l'environnement de la filière canne et évaluer la pertinence des projets étudiés dans les scénarios de contexte possibles.

La finalité de l'étude est de déterminer, dans des situations de contexte contrastées, les scénarios de développement possibles de la filière éthanol et les conditions nécessaires à leur mise en œuvre. On peut ainsi envisager dans quelle mesure la production d'éthanol, comme voie de diversification de la filière canne, peut faciliter le maintien des structures existantes et contribuer à la pérennité de la filière.

2.2) Définition du champ de l'étude

Les aspects abordés dans l'étude sont délimités, en amont, par la production de matière première (canne à sucre) et en aval, par la production d'éthanol sortie usine.

Les questions relatives à la déshydratation de l'éthanol¹⁶, aux caractéristiques requises pour l'utilisation de l'éthanol produit dans le respect des normes européennes sur les carburants, au choix du produit final selon la proportion d'incorporation d'éthanol à l'essence, aux préconisations en matière de motorisation, aux modalités de stockage et de mélange de l'éthanol à l'essence, aux conditions de distribution dans les stations services et de mise sur le marché du produit, etc. sont en dehors du cadre de l'étude. Ces questions sont traitées dans l'étude de faisabilité relative à l'utilisation d'éthanol carburant en Guadeloupe, à laquelle nous nous rapporterons si besoin.

L'horizon de l'étude est 2015, qui marque la fin de la réforme de l'OCM sucre. On se projette dans un avenir relativement proche mais ouvert à de multiples possibilités d'évolution du contexte socio-économique et politique.

¹⁵ Voir « Etude de faisabilité relative à l'utilisation d'éthanol carburant en Guadeloupe » (Delta AIC, 2007).

¹⁶ Au Brésil, l'éthanol utilisé pur comme carburant sans mélange à l'essence n'est pas déshydraté. En revanche, pour l'incorporer à l'essence et quelle que soit la proportion du mélange, la déshydratation de l'éthanol est une étape supplémentaire incontournable du procédé de fabrication (S. Kartha, E.D. Larson, 2000).

2.3) Choix préalables : postulats de l'étude

L'étude est conduite sur l'ensemble du territoire de la Guadeloupe dite « continentale ». Les dépendances de la Guadeloupe, en particulier Marie-Galante, ne font donc pas partie du périmètre d'étude. Ce choix purement technique repose sur l'examen des spécificités de ce bassin cannier.

Du point de vue agronomique, bien que la géomorphologie de Marie-Galante soit proche de celle de la Grande-Terre, les pratiques culturales y sont sensiblement différentes, notamment du fait de l'atomisation des exploitations agricoles, du relief vallonné, des contraintes de la double insularité, des limites à l'irrigation et parfois à l'accès aux intrants. La structure foncière (taille moyenne des parcelles inférieure à 1 ha), les exigences de qualité de l'usine (cannes effeuillées) et l'attachement au maintien de pratiques traditionnelles, expliquent la faible proportion de récolte mécanique (5% des cannes récoltées) et la persistance de la récolte manuelle. Par conséquent, les coûts de production moyens des planteurs sont plus élevés que dans les autres bassins, les rendements à l'hectare inférieurs à la moyenne régionale (moyenne 2000-2007 de 60 t/ha sur Marie-Galante contre une moyenne de 63 t/ha sur l'ensemble de la Guadeloupe¹⁷) mais les richesses en sucre sont supérieures (9,6 en moyenne contre une moyenne pondérée de 9,2 sur le département entre 2000 et 2007¹⁸).

Au niveau industriel, Marie-Galante possède sa propre sucrerie équipée d'une distillerie industrielle. Le fonctionnement et les performances de cette usine ne sont pas comparables aux caractéristiques de celle de la Guadeloupe continentale. De plus, l'usine a connu de graves difficultés financières dans un environnement social tendu et souffre d'un important déficit structurel.

Aux vues des spécificités marie-galantaises, il convient de traiter à part l'éventuel développement d'une filière éthanol sur Marie-Galante, ce qui pourrait faire l'objet d'une étude complémentaire.

Une valorisation de l'existant (utilisation de la canne à sucre comme source de matière première, des outils industriels en place, de l'organisation générale d'une filière bien structurée) est privilégiée par rapport à l'implantation de nouvelles structures. Cette valorisation est considérée comme un facteur de réussite de l'intégration de la filière dans le système existant, en proposant le maintien des agro-industries cannières par leur diversification ou leur reconversion progressive, sans introduire de concurrence ni de compétition sur la ressource.

La possibilité d'implanter une nouvelle installation dédiée à la production d'éthanol n'est pas développée dans la présente étude. Cette option est seulement évoquée dans un scénario de développement de la filière éthanol et utilisée alors à titre de comparaison comme référence méthodologique. En effet, si l'implantation d'une nouvelle unité peut sembler techniquement plus simple voire plus efficace que la reconversion des unités existantes, en revanche, l'évaluation de l'impact d'un tel projet sur la filière canne s'avère nettement plus complexe. Ce projet touche à des sujets délicats en remettant en cause l'organisation actuelle de la filière et le découpage des bassins cannières, au risque de déstabiliser la filière canne. Il soulève donc des questions qui relèvent plus de choix d'orientation future de l'agriculture en Guadeloupe et d'une étude du redéploiement des activités de la filière canne, que de l'évaluation des possibilités de production d'éthanol telle qu'elle est envisagée ici.

¹⁷ Source : Bilan de la campagne sucrière 2007, Chambre d'Agriculture de la Guadeloupe.

¹⁸ Source : Rapport de campagne, volet Réception Saccharimétrique, CTCS Guadeloupe, 2007.

II. Démarche générale de l'étude

Cette étude a été conduite selon une démarche de type exploratoire. Le projet a beaucoup évolué depuis sa conception, au fur et à mesure de l'avancement de l'étude.

1- Principe de la démarche

La démarche adoptée procède par étapes :

1. Diagnostic du système étudié : description de la filière canne et analyse de son fonctionnement.
2. Identification des sources d'approvisionnement locales disponibles pour alimenter la filière éthanol de canne à sucre : définition des pistes de développement de cette filière. L'étude de chacune d'elles constitue un scénario de travail, utilisé ensuite comme une base de travail pour l'élaboration des scénarios d'étude.
3. Caractérisation quantitative et qualitative de la ressource mobilisable pour approvisionner la filière et détermination des schémas logistiques possibles pour la transformation en éthanol. Cette étape permet de distinguer différents projets de production d'éthanol.
4. Construction de scénarios de contexte de la filière canne en Guadeloupe, au regard de l'identification des variables et des processus dont les évolutions peuvent influencer le système à l'horizon 2015. Ces scénarios de contexte décrivent les situations initiales possibles des scénarios d'étude.
5. Construction des scénarios d'étude : à partir de situations initiales contrastées, envisager le déroulement de scénarios de développement de la filière éthanol.
6. Evaluation de la faisabilité technique des scénarios d'étude à l'aide d'un modèle logistique de déroulement de la campagne prenant en compte différentes modalités de production agricole, d'organisation de la récolte et de transformation industrielle. A l'issue des simulations, on ne retient que les schémas de déroulement de la campagne « éthanolière » techniquement réalisables.
7. Evaluation économique par acteur, et pour chaque projet : elle repose sur le calcul de la rentabilité pour les agriculteurs, les transformateurs et la Région. Les seuils de rentabilité que l'on déduira des calculs par acteur, permettront de calibrer les rémunérations aux différents intermédiaires et, si nécessaire, le niveau d'intervention de la Région et de l'Etat pour parvenir à équilibrer l'économie du système (fiscalité des carburants et des biocarburants, éventuelles politiques de soutien).
8. Discussion des possibilités de mise en œuvre des différents projets dans chaque scénario d'étude, selon l'évolution du contexte, les attentes de la Région et les moyens déployés.

Modifications de la démarche initiale :

Il était prévu de distinguer deux voies de développement de la filière éthanol selon le type de matière première utilisé : canne à sucre ou égout de sucrerie. Il est apparu que l'organisation de la filière de transformation ne permettait pas d'utiliser directement la canne à sucre qui doit subir une première transformation en un substrat fermentescible avant de pouvoir être traitée en distillerie pour la fabrication d'éthanol. Par conséquent, il est plus judicieux d'étudier des projets de développement de la filière éthanol différenciés par le type de substrat fermentescible utilisé en distillerie, qui dépend des caractéristiques de la ressource mobilisable et du schéma de transformation industrielle employée.

La notion de scénario a aussi évolué au cours de l'étude. Ce terme désignait une voie d'approvisionnement en matière première de la filière éthanol, alors qu'il est plus opportun de parler dans ce cas d'une piste de développement. En effet, un scénario se caractérise par l'écriture des hypothèses et probabilités envisageables entre l'actuel état des lieux et la situation finale retenue.

Dans notre démarche, il faut bien distinguer les scénarios de travail, des scénarios de contexte et des scénarios d'étude. Les scénarios de travail sont utilisés pour établir le déroulement des scénarios d'étude. Les scénarios de contexte sont des combinaisons d'hypothèses d'évolution des variables du système et de son environnement, qui définissent les situations initiales des scénarios d'étude. Les scénarios d'étude correspondent à des scénarios de développement graduel de la filière éthanol dont le déroulement dépend des situations initiales retenues.

Dans la démarche première, une place importante était accordée aux règles de décision des planteurs et à leur choix dans l'orientation de leur production. Il était prévu d'utiliser MICA¹⁹, outil d'aide à la décision qui reproduit le processus décisionnel de l'agriculteur, pour déterminer ses choix stratégiques en fonction de ses objectifs, de ses contraintes et de ses marges de manœuvre. L'adaptation de MICA aurait ainsi permis de simuler l'impact du nouveau débouché éthanol au sein des systèmes de production cannières. Malheureusement, le projet MICA n'a pas abouti et l'outil est inutilisable en l'état.

De plus, considérer le planteur comme l'unique agent de décision responsable de l'orientation de la production de canne entre les débouchés proposés, est susceptible de désorganiser la filière si les bassins d'approvisionnement des unités, non préalablement définis, se superposent. Le choix du débouché de sa production est laissé au planteur, là où les unités de transformation sont bien distinctes, condition non réalisée dans les projets étudiés. Les industriels seraient amenés, dans ce cas, à contractualiser la production de canne pour éviter les aléas de livraisons risquant de perturber la régularité de leur approvisionnement. Ce phénomène pourrait se manifester si une concurrence s'instaurait entre les débouchés (livraison au plus offrant, car la rationalité économique régit les règles de décision des planteurs).

2- Moyens

Les méthodes utilisées pour réaliser ces différentes étapes sont présentées dans le tableau ci-dessous.

¹⁹ Modèle intégré pour les agricultures caribéennes (Zébus, 2004).

Tableau 1 : méthode et état d'avancement des différentes étapes du projet

Étapes de travail	Méthodes / Outils
Diagnostic de la filière canne (cf. Annexe 1) Représentation du système d'étude	Analyse systémique de filière
Caractérisation de la ressource disponible	Résultats du diagnostic et collecte de données (entretiens, bibliographie)
Construction de scénarios de contexte à l'horizon 2015	Formulation d'hypothèses d'évolution des variables et des processus du système
Définition des modalités de production agricole, de récolte et de transformation industrielle	Résultats du diagnostic et collecte de données (entretiens, bibliographie)
Evaluation technique	Modèle logistique de déroulement de la campagne éthanol
Evaluation économique	Evaluation de projet et calculs de rentabilité par acteur
Evaluation dans les différents scénarios de contexte du système	Analyse de sensibilité

2.1) Analyse systémique de filière

L'approche par filière permet de donner une vision globale de l'élaboration d'un produit et des relations entre l'amont et l'aval. Elle offre une représentation de la réalité accessible, concrète et bien définie car fondée sur des flux matériels. En y intégrant une dimension systémique²⁰, on replace chacun des segments de la filière dans son environnement, on repère les contraintes subies et les effets induits, et on fait apparaître les interactions entre les filières et avec les autres systèmes.

L'objectif de l'analyse de filière est de comprendre comment en optimiser le fonctionnement. Elle est conduite selon différents aspects complémentaires : technique, économique et sociologique, qui éclairent le fonctionnement de la filière.

D'une part, l'approche technique porte sur les processus d'optimisation technico-économique et les décisions qui en découlent. L'analyse technique s'intéresse aussi aux modalités d'échange des produits et des informations, et donc au contrôle global de la filière ou de chacun de ses segments.

D'autre part, l'approche des sciences sociales privilégie les acteurs, leurs stratégies, leur efficacité d'utilisation des ressources (calcul économique) ainsi que leur organisation. L'analyse socio-économique consiste à situer l'utilisation des ressources dans le système des contraintes et des atouts (état des techniques, organisation et coordination des acteurs). Elle nous conduit à faire la synthèse, pour chaque acteur, des déterminants qui s'exercent sur lui et le conduisent à agir d'une certaine façon.

²⁰ La démarche de l'analyse systémique est fondée sur la représentation de la réalité à partir de systèmes, c'est-à-dire d'ensemble d'éléments en interaction dynamique et organisés en fonction d'un but (selon la définition donnée par De Rosnay J., 1975. Le macroscopie : vers une vision globale, Paris, France, Edition du Seuil).

En croisant ainsi les disciplines dans l'analyse de filière, on parvient à identifier les contraintes techniques, économiques ou sociales et les potentialités non exploitées, à l'échelle du système et de ses acteurs.

2.2) Approche prospective

Une partie de l'étude est menée sous l'angle de la prospective. Il s'agit de faire évoluer les scénarios retenus dans différents contextes et environnements envisageables à l'horizon 2015. A cette fin, nous devons mesurer l'impact des modifications de certains éléments de la conjoncture sur les facteurs clés du déroulement des scénarios. Les seuils d'adoption estimés au préalable pour le débouché éthanol, nous permettront de déterminer le potentiel de production d'éthanol selon la conjoncture.

2.3) Outils de simulation

Pour mener cette étude exploratoire, il est nécessaire d'envisager le déroulement des scénarios de développement de la filière éthanol dans différentes situations de contexte possibles, selon les évolutions des composantes de l'environnement du système étudié. Il est donc intéressant de recourir à des outils permettant de réitérer les simulations pour se projeter dans diverses situations de contexte.

Nous avons donc construit des outils informatisés adaptés à nos besoins pour obtenir les résultats souhaités, permettant de les ajuster aux évolutions des différents facteurs et d'en faciliter l'analyse. Effectuer une simulation permet d'envisager un des déroulements possibles d'un scénario d'étude dans un scénario de contexte donné.

2.4) Consultation d'acteurs et d'experts de la filière

Enfin, tout au long de la démarche, on accorde une importance particulière à la consultation des acteurs et des experts de la filière. Les avis émis doivent retenir toute notre attention et l'on s'attache à valider les résultats de manière consensuelle afin de pouvoir poursuivre l'étude sous l'égide de la filière.

3- Grille d'analyse : cadenas de l'évaluation des scénarios de travail

L'étude des scénarios de travail s'articule autour des questions suivantes :

Du point de vue technique

- Quelle ressource est mobilisable ? Quantification et caractérisation de la matière première
- Quels sont les schémas de transformation à envisager ? Déroulement et logistique de la campagne de production d'éthanol
- Quelles sont les contraintes engendrées et les répercussions possibles de la production d'éthanol sur l'organisation de la production agricole et sur l'organisation des industriels ?

Du point de vue économique

- Quel est le coût du transport en fonction du schéma logistique envisagé ?
- Quel impact peut avoir la production d'éthanol sur les coûts de production des planteurs et sur la rentabilité de leur production ?
- Quel est le coût de revient de la production d'éthanol en fonction du schéma de transformation envisagé et de sa rentabilité pour les industriels ?
- Quel est l'impact économique de la production d'éthanol sur la Région ?
- Quelles sont les politiques et les mesures de soutien à déployer pour équilibrer la filière éthanol et à quel niveau de la filière peut-on envisager d'injecter des subventions ?

III. Identification des pistes de développement de la filière éthanol de canne à sucre

Les pistes de développement de la filière éthanol abordées dans la présente étude sont fondées sur l'identification des sources d'approvisionnement locales de la filière éthanol carburant. Trois pistes sont ainsi reconnues :

Piste 1	Utiliser les cannes à sucre laissées sur pied en fin de campagne sucrière
Piste 2	Exploiter les sols fortement contaminés à la chlordécone en y cultivant de la canne à sucre pour la production d'éthanol
Piste 3	Dynamiser le potentiel d'expansion de la production cannière limitée par le contingentement des débouchés traditionnels, en introduisant le débouché éthanol

- La première piste explore la possibilité de valoriser en éthanol les cannes laissées sur pied en fin de campagne sucrière. La non-récolte de cannes résulte d'un concours de circonstances défavorables survenu au cours de la campagne : parcelles inaccessibles par excès de pluviométrie, parcelles non récoltées à cause de difficultés d'organisation de la récolte, parcelles envahies de ligneux jugées non récoltables et de ce fait non usinables... Ces cannes, qui actuellement sont reportées à la campagne suivante ou envoyées éventuellement en distillerie, constituent un potentiel approvisionnement d'appoint d'une filière éthanol alimentée par ailleurs par une source sûre de matière première.
- La seconde piste étudie le cas des sols contaminés à la chlordécone sur lesquels la production agricole à débouché alimentaire est aujourd'hui soumise à des contraintes et risque d'être interdite, à terme, par la législation. Environ 5 000 ha de terres agricoles du Sud de la Basse-Terre sont concernés par ce problème. La production de canne à sucre pour la fabrication d'éthanol peut être envisagée sur les terres mécanisables de cette zone à risque élevé de contamination. Une voie de reconversion serait alors offerte à ces exploitations avec la production de canne à sucre à destination énergétique.
- La troisième piste concerne l'ensemble des planteurs pour qui les limites des utilisations actuelles de la canne, imposées par les quotas de sucre et rhum, peuvent freiner le développement de la production cannière. En effet, la mise en culture de terres en friches, l'introduction de la canne dans les rotations culturales et la reconversion d'exploitations bananières mises en difficultés par la crise de la banane des Antilles, offrent un potentiel d'expansion de la sole cannière à court et moyen terme. Dans la perspective d'un accroissement des surfaces en canne, accompagné de gains de rendements (objectif de la profession de 5 à 10 t/ha supplémentaires dès 2010), les débouchés traditionnels sucre et rhum pourraient s'avérer insuffisants pour permettre d'absorber la totalité de la production cannière de la Guadeloupe, du fait des contingentements de la production de sucre et de rhum et donc du plafonnement des aides à la production de canne. L'introduction du débouché éthanol garantirait aux planteurs la possibilité d'écouler leur production.

La description de ces pistes de développement est détaillée dans les paragraphes suivants.

1- Piste 1 : valoriser en éthanol les cannes laissées sur pied

Les cannes laissées sur pied en fin de campagne sucrière, sont des cannes qui ne peuvent être traitées en sucrerie pendant la campagne. Leur récolte est reportée à l'année suivante, sauf si le planteur parvient à écouler sa production en distillerie, mises à part les cannes jugées non récoltables²¹ dès la fin de la campagne. Les planteurs dont les cannes sont dites « reportées » entrent donc dans un cycle de grande culture qu'ils n'avaient pas choisi au départ.

Diverses raisons permettent d'expliquer que des cannes puissent parfois rester sur pied :

- Les cannes sont jugées trop jeunes et non usinables pendant la campagne en année n+1 (plantations tardives).
- La parcelle est inaccessible à la date prévue pour sa récolte et malgré les reports de coupe, celle-ci ne peut avoir lieu pendant la campagne (conditions climatiques défavorables et retards de coupe accumulés en fin de campagne, problèmes d'organisation de la récolte liés à la mauvaise répartition des quotas de coupe notamment sur la base d'estimations de récolte erronées, difficulté à faire respecter la priorité aux parcelles inondables).

Différentes actions sont engagées par les producteurs (plantation plus précoce, aménagement des parcelles), les opérateurs de récolte (meilleure organisation de la récolte), les transformateurs (augmentation de la capacité de broyage pour raccourcir la durée de la campagne) afin de limiter ces reports qui, à terme, devraient disparaître.

Actuellement, le planteur confronté à cette situation doit attendre la campagne suivante pour voir ses cannes récoltées. Les cannes reportées en année n+1 sont prioritaires pour la récolte en année n+2. Cependant, il arrive qu'elles ne soient plus récoltables (appréciation de l'état de la parcelle : verse et prolifération de ligneux, réalisée au cas par cas par le prestataire et selon la pression exercée par le planteur) ou qu'elles ne soient toujours pas accessibles à la date de coupe prévue. Dans ce cas, il est rare de voir la parcelle récoltée en année n+3 (cannes de plus de 28 mois).

Dans le meilleur des cas (récolte en année n+2), le planteur doit supporter une année sans revenu. Dans le cas où ses cannes ne sont pas récoltées, il peut parfois recevoir des dédommagements si la procédure de demande d'indemnisation est entreprise et acceptée par la DAF. Les estimations des cannes usinables restées sur pied ne sont faites que l'année suivante et les montants compensatoires délivrés ne peuvent couvrir que 25 à 30% des pertes.

Les cannes laissées sur pied sont donc candidates à la transformation en éthanol en fin ou en dehors de la campagne sucrière.

La valorisation de ces cannes en éthanol peut s'avérer avantageuse pour le planteur qui serait assuré d'obtenir un revenu en année n+1 (gestion de trésorerie et répercussion pour les SICA qui ne recouvrent pas leurs avances de frais si la parcelle n'est pas récoltée). Selon l'état de la

²¹ Une parcelle est jugée non récoltable lorsqu'elle est envahie de ligneux, que les cannes couvertes de lianes s'affaissent sous ce poids et que la proportion de cannes versées est trop importante. Les machines ont alors beaucoup de difficultés à progresser au milieu de la végétation adventice et écrasent les cannes versées qui restent au sol. L'état d'abandon de la parcelle et l'ampleur des pertes estimées au champ peut alors décourager le prestataire d'intervenir (voir au cas par cas et avec le planteur). De plus ce type de chargement, s'il est malgré tout livré à l'usine, ne procurera qu'un revenu faible au planteur (répercussion de l'état de la parcelle et de la qualité des cannes sur la richesse de la livraison) et, puisqu'on ne peut faire le tri entre la canne et le « non canne », cela risque de poser des problèmes d'extraction du sucre au cours du procédé de transformation industrielle.

parcelle de cannes reportées, il peut également espérer toucher un revenu supérieur à celui qu'il obtiendrait à la sucrerie en année n+2.

Cependant, la quantité de cannes reportées est variable car elle dépend du « tas de cannes » de l'année, du déroulement de la récolte et de la campagne, des conditions climatiques de l'année. L'évaluation de la quantité de cannes laissées sur pied à valoriser ne peut être faite qu'en fin de campagne, et pose le problème de la maîtrise de la production en terme quantitatif (potentiel de production variable et absence de prévisionnels établis avant la fin de la campagne) et qualitatif (état des cannes). De plus, la programmation de la récolte de ces cannes est soumise à l'aléa climatique qui conditionne l'accès aux parcelles.

Les incertitudes quant à l'importance du gisement de cannes exploitable, à sa localisation et à la période de récolte, limitent ce scénario de travail à une contribution marginale d'approvisionnement d'une filière de production d'éthanol déjà active et alimentée par d'autres sources.

2- Piste 2 : produire de la canne à sucre pour l'éthanol sur les sols contaminés à la chlordécone

Rappel du contexte : la crise du chlordécone aux Antilles

Les Antilles françaises se trouvent dans une situation de pollution chronique des sols par la chlordécone, molécule organochlorée utilisée comme insecticide et abondamment appliquée sur bananeraies pour lutter contre le charançon entre 1972 et 1993. Les organochlorés présentent de graves risques pour la santé humaine, d'où l'interdiction de l'usage de pesticides à base de chlordécone. Malgré tout, l'exposition perdure par le biais de la consommation d'aliments contaminés car cultivés sur des sols dans lesquels la molécule s'est accumulée. En effet, à partir de 1999, des contrôles sanitaires ont montré l'importance de la pollution des eaux et, depuis 2002, les contrôles effectués sur les tubercules ont révélé que la contamination des sols peut s'accompagner de la contamination d'organes souterrains végétaux récoltés pour la commercialisation alimentaire.

Face à l'urgence de la crise environnementale, agricole et sanitaire, et faute de référentiels toxicologiques pour l'homme, les autorités ont adopté le principe de précaution. Ainsi les arrêtés préfectoraux de 2003 imposent aux agriculteurs de la Guadeloupe et de la Martinique, décidant de mettre en place des cultures à organes souterrains récoltés, l'analyse préalable de la teneur en chlordécone de leur sol, prise en charge par des fonds publics. Si cette analyse s'avère positive, les agriculteurs souhaitant développer leur culture sont tenus de faire la preuve, à leur frais, de la non contamination des organes récoltés pour être autorisés à les commercialiser (seuil de contamination égal au seuil de détection analytique européen de 0,01 mg/kg). Dans l'attente de résultats des recherches médicales, l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA) a été chargée en 2005 de définir des limites maximales de résidus (LMR) admissibles pour la chlordécone dans les denrées. A l'heure actuelle, tous les produits alimentaires sont soumis au respect de ces teneurs maximales provisoires²².

Ces mesures mettent en péril les exploitations dont l'activité est basée sur la diversification vivrière. On peut aussi citer le cas d'exploitations bananières en reconversion vers une

²² Les LMR provisoires s'élèvent à 50 µg/kg de poids frais pour les produits qui contribuent fortement au régime alimentaire des populations (« légumes racines », tomates, concombres, melons et chair de poulet) et à 200 µg/kg de poids frais pour les autres denrées (norme AFSSA nationale modifiant les arrêtés préfectoraux de 2003).

production de « légumes racines ». Mais les risques de refus sur le marché de produits dont la commercialisation est soumise à condition d'une analyse « négative », ont détourné les exploitants de cette voie de reconversion. Quelle alternative leur proposer aujourd'hui pour la poursuite d'une activité agricole ?

En 2006, la législation applicable à la production agricole à destination alimentaire sur les sols contaminés au chlordécone est provisoire. Nous nous plaçons dans l'hypothèse la plus restrictive et la plus contraignante pour le monde agricole : on suppose la parution d'une loi sur la chlordécone, qui classerait les sols fortement contaminés impropres à la culture de produits agricoles à destination alimentaire (tolérance zéro). Une telle interdiction concernerait entre 4 900 et 5 200 ha estimés pollués (présence de chlordécone supérieure à 0,25 mg/kg de sol sec) soit plus de 10% de la SAU de la Guadeloupe, alors sans autre devenir agricole que des débouchés non alimentaires.

Dans le cas d'une tolérance zéro, la valorisation énergétique des cannes cultivées sur ces terres serait une issue. Nous nous intéressons dans ce scénario de travail aux possibilités de production d'éthanol, bien que des cannes à vocation énergétique puissent être valorisées à travers la production d'électricité.

La probabilité de cultiver de la canne à sucre sur sols contaminés pour alimenter la filière éthanol dépend de l'évolution de la crise de la chlordécone, des résultats des recherches engagées et des réglementations sanitaires qui seront appliquées. Les décisions en matière de politiques agricoles et environnementales qui en découleront, valideront ou non l'hypothèse de départ de ce scénario.

Si aucune loi limitant l'utilisation agricole des terres potentiellement contaminées n'est publiée, ce scénario peut toutefois être mis en œuvre si la filière canne traditionnelle, soucieuse de son image et de la confiance inspirée aux consommateurs, choisit de ne pas destiner à un quelconque usage alimentaire les cannes cultivées sur sols contaminés²³, restreignant l'utilisation de ces cannes à un usage non alimentaire.

La culture de canne à vocation énergétique sur les sols contaminés présenterait l'avantage d'offrir une voie de reconversion aux agriculteurs souhaitant poursuivre leur activité agricole. Tout en contribuant à la préservation de l'intégrité de la SAU, les risques de spéculation foncière seraient limités (conservation du paysage et impact bénéfique sur l'environnement). De plus, la zone de sols fortement contaminés correspond à une ancienne aire de culture de canne à sucre, où depuis 1998, la pratique de la rotation canne-banane s'est répandue sur bon nombre d'exploitations. Les agriculteurs ayant déjà une expérience de la culture de la canne devraient se montrer plus enclins à une reconversion vers une filière leur étant familière.

Selon l'hypothèse de départ de ce scénario, pour mettre en place une filière éthanol, la législation imposerait de dissocier les cannes cultivées sur sols contaminés de celles destinées à l'industrie agroalimentaire. La coexistence de deux filières de production l'une alimentaire, l'autre non alimentaire, mais qui mobilisent le même type de matière première, nécessite d'instaurer un système de traçabilité rigoureuse, avec une séparation matérielle des outils de production ou un traitement différé dans le temps des deux productions. La mise en œuvre de ce scénario risque donc de générer des contraintes logistiques et des difficultés d'organisation de la production agricole et de la transformation industrielle.

²³ Pour illustrer ce propos, on peut rappeler que Gardel s'est engagé à ne pas utiliser de cannes à sucre OGM pour la production de sucre, ni de cannes produites sur des parcelles ayant reçu des épandages de boues de STEP.

3- Piste 3 : l'éthanol comme débouché complémentaire des productions traditionnelles de la filière canne

3.1) Les perspectives de développement de la production cannière

Malgré un contexte agricole de pression foncière et de diminution de la SAU, il existe un potentiel de développement de la production de canne à sucre en Guadeloupe. En effet, on peut envisager d'une part, une expansion de la sole cannière sur certaines zones et, d'autre part, des gains de rendements à l'hectare.

On identifie dans un premier temps les zones de possible expansion de la sole cannière sous l'impulsion de facteurs favorisant le développement de cette culture. Il convient ensuite de quantifier précisément le potentiel de production agricole par zone.

- Les terres en friches : on considère le potentiel de production à valoriser avec la mise en culture des terres en friches (extension d'exploitations cannières et/ou installations de nouveaux planteurs). Ces friches sont dans le Nord Grande-Terre et appartiennent aux collectivités territoriales.
- Les terres de la SAFER : la SAFER possède encore des surfaces à disposition à intégrer dans les GFA existants, principalement situées en Grande-Terre.
- La reconversion d'exploitations bananières en difficulté : la production guadeloupéenne de banane d'exportation subit actuellement une crise grave. En témoignent la diminution du nombre d'exploitations et des surfaces cultivées en banane, passées de 443 sur 4 350 ha en 2001 à 243 sur 2 350 ha en 2005, ainsi que la chute de la production commercialisée tombée de 90 500 t environ en 2001 à 50 400 t à peine en 2005 (sources : IEDOM). Les producteurs sont confrontés à d'importants problèmes de production avec une diminution des rendements (due en partie à la pression parasitaire) et une intensification croissante des apports d'intrants. La faiblesse de leur compétitivité est aggravée par le coût de la main d'œuvre locale, dix fois plus élevé que dans les pays d'Amérique Latine et d'Afrique. Dans un contexte international de plus en plus concurrentiel avec l'entrée de l'Europe dans un marché libre (affaiblissement des protections communautaires imposé par les réformes de l'OCM banane), la banane de Guadeloupe ne peut faire face à la « banane dollar » et de nombreuses exploitations sont aujourd'hui sérieusement menacées de disparition. Même si un plan de restructuration de la filière banane a été établi en 2007 avec une relance des plantations, on peut proposer la production de canne à sucre comme voie de reconversion aux exploitations bananières en difficulté.
- L'introduction de la canne dans les rotations culturales : l'utilisation de la canne à sucre en cycle court dans des systèmes de rotation avec la banane, le melon ou l'ananas..., présente des résultats agronomiques (qualités assainissantes et amélioration de la structure et de la fertilité des sols) et économiques (par rapport à une jachère simple) intéressants. Cette pratique, qui tend à se répandre, contribue à l'augmentation de la production de canne à sucre.

Les gains de rendements à l'hectare qui participent aux possibilités d'accroissement de la production cannière, sont estimés par la profession de 5 à 10 t/ha en moyenne d'ici 2010 (Plan Sectoriel, 2007). Ces objectifs peuvent être revus à la hausse dans des perspectives plus optimistes de développement et au-delà de 2010.

La progression des rendements est à rattacher à une intensification raisonnée de la culture de la canne. En effet, les potentiels gains de rendements sont étroitement liés au développement de l'irrigation, à la diffusion de conseils techniques et à l'adoption par les planteurs de « bonnes pratiques » agricoles (travail du sol et implantation en conditions climatiques

favorables, amélioration variétale, fertilisation raisonnée et valorisation des coproduits de la filière canne, gestion de l'enherbement et maîtrise des adventices, boutures issues du schéma de pépinières,... entre autres leviers d'action agronomiques).

3.2) Emergence du débouché éthanol dans un contexte peu favorable aux débouchés traditionnels sucre et rhum

Avec la réforme de l'OCM sucre, les aides à la production de canne pour la production de sucre dans les DOM sont dès aujourd'hui revues à la baisse. Les négociations actuellement en cours laissent prévoir que le montant des aides accordées à la Guadeloupe ne permettra de couvrir qu'une production de sucre limitée à une quantité fixée en fonction des niveaux de production de sucre des années précédentes. Or les perspectives d'évolution de la production cannière sont à la hausse. A terme, bien que l'on puisse envisager de négocier un déplafonnement de la production²⁴, il est néanmoins important de chercher des solutions alternatives complémentaires à une production encadrée de canne pour le sucre, offrant des garanties de débouché pour toutes les cannes du territoire, en évitant le risque d'éventuels surplus de cannes qui n'entreraient pas dans les quotas avec garantie de prix.

A l'instar de l'OCM banane, le régime de l'OCM sucre n'étant établi que jusqu'en 2014, une nouvelle baisse du prix du sucre en 2015 risquerait de compromettre l'avenir de la production guadeloupéenne. Le système de contingent et de réduction de la fiscalité dont bénéficient les rhums traditionnels des DOM²⁵ pourrait être remis en cause par les restrictions à la protection des productions nationales. La menace pèse donc sur l'ensemble de la filière canne qui serait alors confrontée à des difficultés croissantes vis-à-vis des débouchés sucre et rhum.

Dans un tel contexte, l'éthanol carburant serait un débouché alternatif pour la filière et permettrait d'absorber le surplus du « tas de cannes » déduction faite des quantités de cannes destinées aux usages alimentaires. Ainsi au niveau national, malgré la réforme sucrière et la diminution des surfaces plantées en betterave pour le sucre, on constate que l'emblavement total en betterave se maintient grâce au débouché éthanol²⁶. La production d'éthanol pourrait donc contribuer à pérenniser les filières actuelles de production de sucre et de rhum par leur diversification progressive, sans créer de concurrence sur la ressource au sein de la filière canne. Elle serait considérée comme une technologie améliorante pour l'industrie du sucre et constituerait un facteur de revenu complémentaire pour les distilleries de rhum qui ne fonctionnent qu'une partie de l'année.

Cependant, cette piste de développement de la filière éthanol suppose une approche différente de l'organisation de la production agricole (organisation du territoire, découpage spatial en

²⁴ Négocier des quotas supplémentaires ne va pas forcément à l'encontre de la politique nationale. Dès la campagne 2007, on assiste à un dépassement du quota avec 80 210 t de sucre produit. Or après la visite du secrétaire d'Etat chargé de l'Outre-Mer début 2007, il a été évoqué la possibilité de fixer à 80 000 t le quota maximum de production de sucre avec renégociations possibles tous les 2 ans, à la hausse comme à la baisse. De même, on ne peut écarter la possibilité que les quotas de rhum soient finalement renégociés à la hausse en faveur du rhum agricole produit en Guadeloupe.

²⁵ Les rhums traditionnels des DOM obéissent à des règles de contingentement édictées dans la loi de finances et bénéficient d'une fiscalité spécifique (réduction du droit d'accise) pour leur écoulement sur le marché national. A ce titre, la Guadeloupe bénéficie d'un contingent de 31 000 HAP dont 5 350 HAP pour le rhum agricole. Cependant une négociation est actuellement en cours pour obtenir une augmentation du contingent.

²⁶ Malgré l'abandon de 13,5% de leurs quotas par la plupart des fabricants français de sucre, ce qui en termes de surfaces est équivalent au retrait préventif de 13,5% de la sole betteravière en 2007, la surface globale en betterave devrait se maintenir en 2008 autour de 400 000 ha grâce au développement de l'éthanol (Le betteravier français, 2007).

bassins dédiés ou temporel avec des cycles distincts) et industrielle (schémas de transformation et procédés) dont il faudra tester les différentes modalités applicables.

Pour envisager le déroulement de ce scénario, une approche prospective est nécessaire, non seulement pour simuler l'évolution de la conjoncture (cours des marchés, orientations politiques, aspects réglementaires...) mais aussi pour prendre en compte les leviers d'action agronomiques et techniques (impact sur les coûts de production et les rendements au niveau des agriculteurs et des industriels).

IV. Collecte de données relatives à l'analyse des pistes de développement identifiées

Abréviations utilisées pour désigner les zones répertoriées du territoire de la Guadeloupe :

- NBT : Nord Basse-Terre
- CBT : Centre Basse-Terre (zone de Petit-Bourg)
- SBT : Sud Basse-Terre (zone de Capesterre et Goyave)
- NGT : Nord Grande-Terre (Petit Canal et Sud de Port-Louis)
- NNGT : zone Nord du Nord Grande-Terre (Nord de Port-Louis et Anse-Bertrand)
- CGT : Centre Grande-Terre (plaine des Abymes et Morne-à-l'Eau)
- SGT : Sud Grande-Terre

A/ FAISABILITE TECHNIQUE

1- Données transversales utilisées dans l'étude de chaque scénario

1.1) Critères de qualité des cannes pour l'éthanol

La qualité technologique des cannes destinées à la production d'alcool peut être définie par rapport à l'aptitude de leur jus à la fermentation. Afin de favoriser la fermentation, il convient de garantir les conditions les plus propices à la culture des levures responsables de la fermentation, c'est-à-dire :

- un milieu riche en éléments nutritifs : jus riche en sucres (pas seulement en saccharose) et en non-sucre (en particulier en composés azotés),
- des conditions de pH suffisamment acides pour limiter la compétition des levures avec les bactéries (elles survivent moins bien que les levures en milieu plus acide), avec éventuelle correction par un apport d'acide.

Il est recommandé de disposer de cannes :

- mures (richesse en sucre),
- récoltées avec les bouts blancs (teneur en azote),
- fraîches (pH entre 5,2 et 5,4).

1.2) Schéma de transformation industrielle

La technologie industrielle de production d'éthanol est très proche de celle de la production rhumière, c'est pourquoi l'on peut mettre à profit l'outil industriel déjà opérationnel. Néanmoins il faut évaluer les différentes combinaisons d'unités industrielles en place. Reste la question de la déshydratation de l'éthanol, nécessaire pour l'utiliser comme carburant en mélange avec de l'essence.

Tableau 2 : Les différents schémas de transformation industrielle possibles

Matière première	<i>Canne à sucre</i>			
Récolte et transport	CUMA et ETA, transporteurs			
Unité de réception-transformation	Distillerie agricole ¹	Gardel ²	Gardel ²	Gardel ³
1^{ère} étape de transformation	Broyage des cannes Fermentation du jus Distillation du vin	Broyage des cannes	Broyage des cannes Evaporation-condensation du jus	Broyage des cannes Procédé de fabrication du sucre
Produit intermédiaire	<i>Alcool</i>	<i>Jus de canne</i>	<i>Sirop</i>	<i>Egout</i>
Unité de transformation	SIS Bonne-Mère			
2^{ème} étape de transformation	Rectification Déshydratation	Fermentation du jus Distillation Déshydratation	Dilution du sirop Fermentation Distillation Déshydratation	Dilution de l'égout Fermentation Distillation Déshydratation
Produit final	<i>Ethanol à plus de 99° d'alcool</i>			

¹Une fois que la production de rhum est achevée et le quota réalisé.

²Une fois que la production de sucre est achevée et le quota réalisé.

³Production simultanée de sucre et d'éthanol (à partir des égouts riches), une fois le quota de sucre réalisé on passe à la fabrication de sirop pour l'éthanol s'il reste encore des cannes.

Le périmètre de l'étude s'arrête à la production d'éthanol déshydraté sortie usine. Nous ne traitons pas les aspects relatifs à la distribution de l'éthanol après sa fabrication à la SIS ni aux modalités d'incorporation à l'essence qu'ils soient réalisés à la SARA ou en station service²⁷.

La possibilité de broyer les cannes à Gardel et de transporter du jus est évoquée, mais la faisabilité technique de cette hypothèse est faible. Le premier obstacle à sa réalisation est le temps de conservation du jus de canne. Ce produit se dégradant très rapidement, il nécessite un transport immédiat sur le site de fabrication de l'alcool et obligatoirement dans des conditions réfrigérées. Le second obstacle est l'importance du volume de matière qui risque d'entraîner des coûts de transport trop lourds. Une possibilité de rationalisation du transport, consisterait à adapter des remorques de livraison de canne au transport du jus (cuves fermées), afin d'éviter les retours à vide des transporteurs au cours des rotations entre les parcelles, le site de broyage et le site de transformation en éthanol.

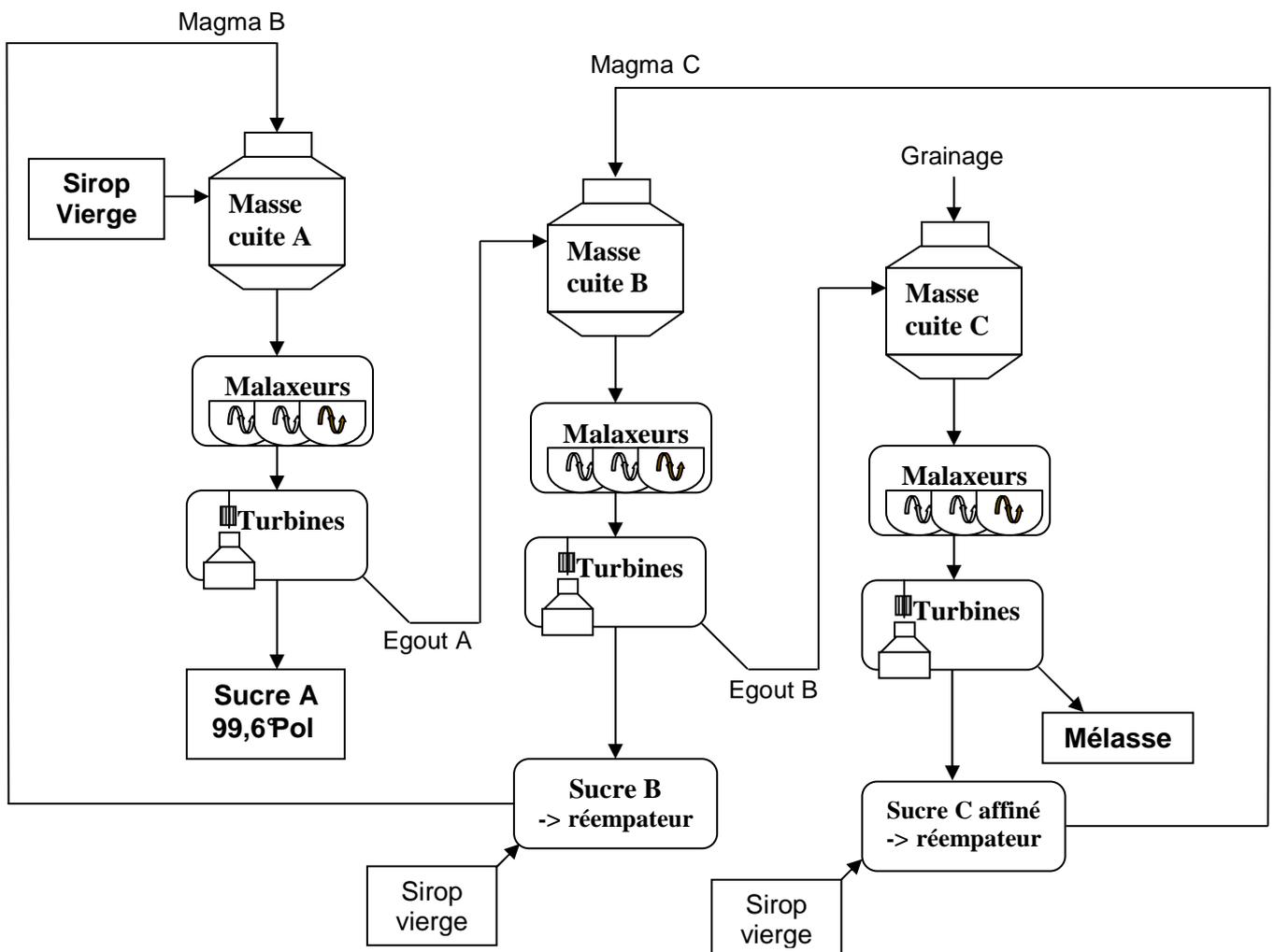
L'étape intermédiaire de production de sirop se présente comme une voie plus intéressante et réaliste. Elle permet, d'une part, de limiter les volumes à transporter jusqu'au site de finalisation du produit en éthanol, et d'autre part, de passer par un produit stable qui supporte un certain délai avant transformation. Le sirop peut être transporté avec le même matériel que celui utilisé pour la mélasse. Si le stockage du sirop s'avère nécessaire, selon les périodes de disponibilité de la SIS, on peut utiliser les mêmes cuves que pour le stockage de la mélasse (sous réserve qu'elles soient vides, la capacité de stockage de la SIS étant limitée).

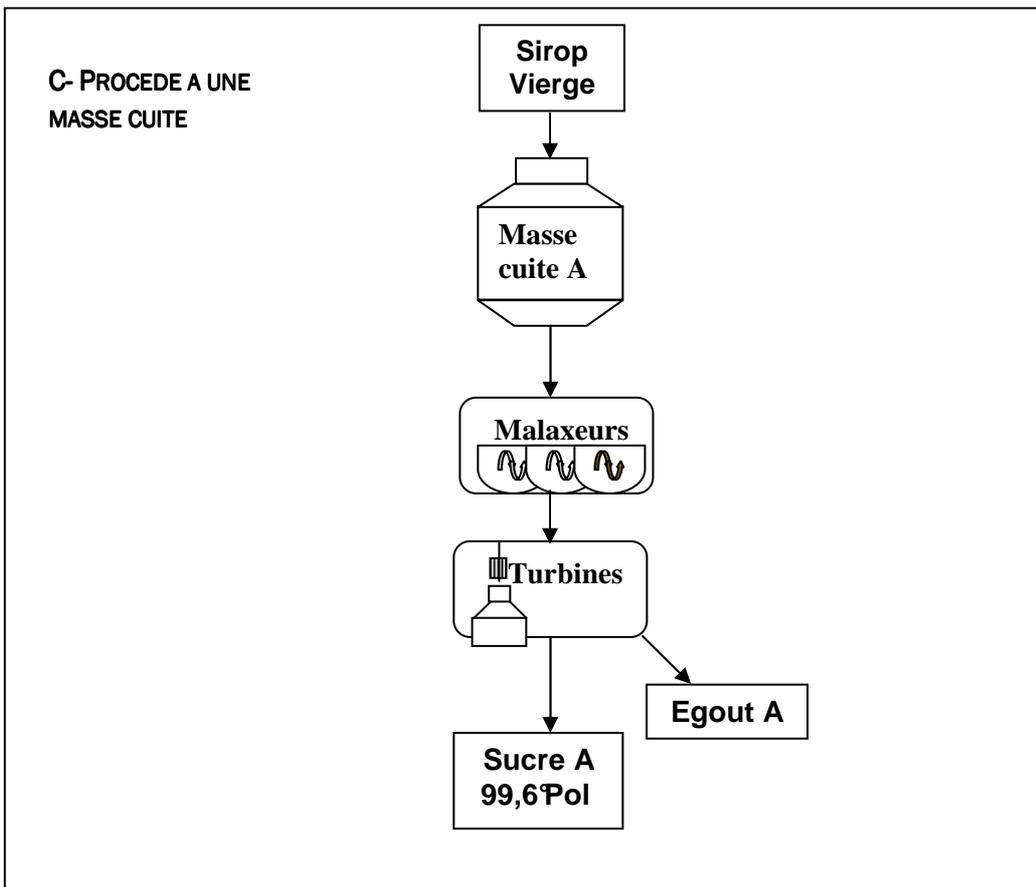
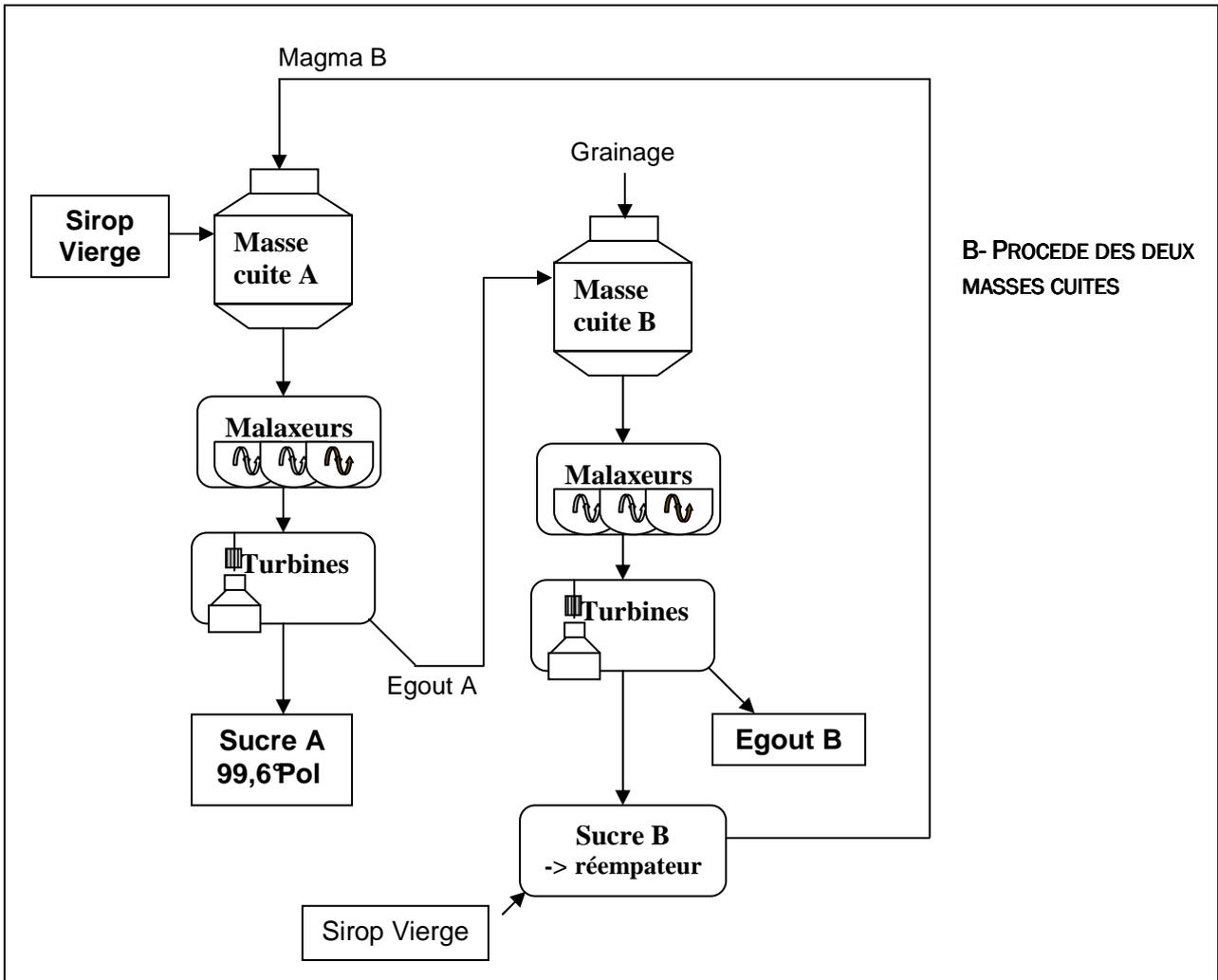
Le dernier schéma de transformation industrielle proposée (cf. Tableau 2) évoque la possibilité de modifier le procédé de fabrication du sucre. La production d'éthanol est alors associée à la production de sucre : une extraction du sucre moins poussée fournit, en plus du sucre, des égouts riches ayant un rendement en éthanol plus élevé que celui des mélasses. Cette modification du procédé de fabrication du sucre qui consiste à diminuer le nombre de cuissons, permet de dégager une production complémentaire d'éthanol (les différents procédés à 1, 2 et 3 jets d'extraction sont présentés dans l'Encadré 1).

²⁷ Ces questions sont abordées dans l'étude de faisabilité de la production d'éthanol à partir des excédents de mélasse de Gardel (Delta AIC, 2007).

Encadré 1 : SCHEMA DES PROCEDES DE CRISTALLISATION POUVANT ETRE UTILISES EN SUCRERIE

A- PROCEDE DES TROIS MASSES CUITES





Les variantes des schémas de transformation proposés peuvent être résumées ainsi :

- 1) Projet « mélasse-sirop » (projet C) : production de sucre par Gardel (procédé actuel à 3 jets d'extraction) jusqu'à atteindre le quota de l'usine, puis fabrication de sirop vendu à la SIS pour la production d'éthanol.
- 2) Projet « égout B-sirop » (projet B) : production de sucre par Gardel en se limitant au 1^{er} et au 2nd jet d'extraction et valorisation de l'égout riche (égout B) vendu à la SIS pour l'éthanol, jusqu'à atteindre le quota de sucre de l'usine, puis, s'il y a des cannes résiduelles, fabrication de sirop vendu à la SIS pour l'éthanol.
- 3) Projet « égout A-sirop » (projet A) : production de sucre par Gardel en se limitant au 1^{er} jet d'extraction de sucre et valorisation de l'égout riche (égout A) vendu à la SIS pour l'éthanol, jusqu'à atteindre le quota de sucre de l'usine, puis, s'il y a des cannes résiduelles, fabrication de sirop vendu à la SIS pour l'éthanol.
- 4) Dans tous ces cas de figure, la production d'éthanol à partir de différents types de coproduits de l'industrie sucrière peut être accompagnée par une production d'éthanol à partir d'alcool produit dans les distilleries de rhum agricole : elles pourraient contribuer à alimenter la filière éthanol en vendant à la SIS une partie de leur production d'alcool.

1.3) Critères de choix des unités de transformation

En première approche, le choix des unités de transformation à mobiliser est conditionné par :

- la capacité de l'unité de réception-transformation des cannes qu'il faut confronter à la quantité de canne à transformer (gestion des besoins en approvisionnement),
- la disponibilité de l'unité pour un fonctionnement supplémentaire à une période donnée (en dehors de son activité traditionnelle et de la période d'entretien de l'outil industriel),
- la localisation de l'unité par rapport à la localisation du gisement de canne (logistique).

1.3.1) Capacité de transformation des unités

Nous nous intéressons en premier lieu aux capacités de transformation et aux performances techniques des unités susceptibles d'intervenir dans les différents schémas de transformation industrielle. Avec ce critère, on cherche le schéma technique le plus adapté en fonction de l'offre en canne et des besoins d'approvisionnement des unités de broyage.

Pour chaque unité, il faut bien distinguer la capacité actuelle de transformation du potentiel existant. En effet, les unités de transformation de la filière canne, qu'il s'agisse de la sucrerie ou des distilleries agricoles, ne suivent pas le même rythme de fonctionnement journalier (nombre d'heures par jour) ni mensuel (nombre de jours ouvrés par mois). Ensuite les distilleries agricoles n'ont pas les mêmes rendements de conversion et ne montent pas au même degré d'alcool en distillation. Il faut donc en tenir compte pour calculer les volumes réels d'alcool produits. Enfin, les rendements de conversion pourraient évoluer, notamment avec d'éventuels investissements permettant d'accroître les performances des distilleries. Il faut distinguer dans l'amélioration des rendements, la part liée à la qualité des cannes (aptitude à la fermentation) de celle liée aux capacités techniques de la distillerie, améliorables par l'industriel.

Pour la sucrerie, la cadence minimum en adéquation au dimensionnement de l'atelier d'évaporation est d'environ 100 t/heure, soit 2 400 t/jour.

Les données concernant la capacité actuelle de la SIS et la possibilité d'optimiser ses rendements de production d'éthanol sont détaillées par la suite.

Les capacités de transformation des différentes unités sont résumées dans le tableau ci-contre (cf. Encadré 2).

Encadré 2 : CAPACITES DE TRANSFORMATION ET DE PRODUCTION DES UNITES INDUSTRIELLES SUSCEPTIBLES D'INTERVENIR DANS LA FABRICATION DE L'ETHANOL

Distilleries agricoles	Produit final	Capacité de broyage	Capacité journalière	Capacité mensuelle	Production journalière	Production mensuelle
<i>Situation actuelle : rythme actuel de fonctionnement journalier et mensuel et performances techniques actuelles</i>						
Bologne	Alcool	25 tc/heure	200 tc/jour	4 000 tc/mois	90 HAP/jour	1 800 HAP/mois
Damoiseau	Alcool	20 tc/heure	200 tc/jour	4 000 tc/mois	110 HAP/jour	2 200 HAP/mois
Longueteau	Alcool	8 tc/heure	40 tc/jour	1 000 tc/mois	16 HAP/jour	400 HAP/mois
Montebello	Alcool	15 tc/heure	120 tc/jour	2 400 tc/mois	42 HAP/jour	840 HAP/mois
Reimonenq	Alcool	20 tc/heure	120 tc/jour	2 400 tc/mois	48 HAP/jour	960 HAP/mois
Séverin	Alcool	2,5 tc/heure	15 tc/jour	300 tc/mois	7,5 HAP/jour	150 HAP/mois
<i>1) Production potentielle : rythme de fonctionnement poussé (10 heures/jour et 25 jours/mois) et performances techniques actuelles</i>						
Bologne	Alcool	25 tc/heure	250 tc/jour	6 250 tc/mois	112,5 HAP/jour	2 812,5 HAP/mois
Damoiseau	Alcool	20 tc/heure	200 tc/jour	5 000 tc/mois	110 HAP/jour	2 750 HAP/mois
Longueteau	Alcool	8 tc/heure	80 tc/jour	2 000 tc/mois	32 HAP/jour	800 HAP/mois
Montebello	Alcool	15 tc/heure	150 tc/jour	3 750 tc/mois	52,5 HAP/jour	1 312,5 HAP/mois
Reimonenq	Alcool	20 tc/heure	200 tc/jour	5 000 tc/mois	80 HAP/jour	2 000 HAP/mois
Séverin	Alcool	2,5 tc/heure	25 tc/jour	625 tc/mois	12,5 HAP/jour	312,5 HAP/mois
<i>2) Production potentielle : rythme de fonctionnement poussé et amélioration des performances techniques (55 l a.p./t canne)</i>						
Bologne	Alcool	25 tc/heure	250 tc/jour	6 250 tc/mois	137,5 HAP/jour	3437,5 HAP/mois
Damoiseau	Alcool	20 tc/heure	200 tc/jour	5 000 tc/mois	110 HAP/jour	2 750 HAP/mois
Longueteau	Alcool	8 tc/heure	80 tc/jour	2 000 tc/mois	44 HAP/jour	1 100 HAP/mois
Montebello	Alcool	15 tc/heure	150 tc/jour	3 750 tc/mois	82,5 HAP/jour	2 062,5 HAP/mois
Reimonenq	Alcool	20 tc/heure	200 tc/jour	5 000 tc/mois	110 HAP/jour	2 750 HAP/mois
Séverin	Alcool	2,5 tc/heure	25 tc/jour	625 tc/mois	13,75 HAP/jour	343,75 HAP/mois
Sucrerie	Produit final	Capacité de broyage	Capacité journalière minimum	Capacité journalière maximum	Production journalière minimum	Production journalière maximum
Gardel	jus de canne	100 t/h/moulin à 250 t/h/moulin	2 400 tc/jour	6 000 tc/jour	2 375 t/jour (imbibition)	5 940 t/jour
	sirop de canne		2 400 tc/jour	6 000 tc/jour	530 t/jour (environ 80% d'eau évaporée)	1 320 t/jour (environ 80% d'eau évaporée)
Distillerie industrielle	Produit final	Rendements actuels en alcool	Capacité de production actuelle	Rendements améliorés en alcool	Capacité de production améliorée	
SIS	éthanol	40% à 45% du rendement théorique maximal	430 HAP/jour	80% du rendement théorique maximal	688 HAP/jour	

tc : tonne de canne ; HAP : hectolitre d'alcool pur

L'augmentation de l'activité de ces unités de production entraîne nécessairement une augmentation des quantités d'effluents rejetés. Quel que soit le schéma de transformation, les sites de production doivent assurer le traitement des vinasses dans le respect des normes environnementales en vigueur. Il existe plusieurs solutions : la méthanisation, le lagunage, la concentration, etc., qui permettent de valoriser plus ou moins efficacement les sous-produits obtenus (méthane, vapeur et électricité, fertilisants potassiques).

Tableau 3 : Capacités d'épuration des différentes unités en considérant le traitement des vinasses pratiqué actuellement dans les distilleries

Distillerie	Mode de traitement des vinasses et de valorisation des sous-produits
Bologne	Méthanisation des vinasses dans deux cuves (1 000 m ³ et 2 000 m ³) reliées à un bassin de décantation d'une capacité de 10 000 m ³ permettant le stockage d'une semaine de production, avec récupération de l'eau pour la ferti-irrigation des parcelles du domaine et des boues épandues comme fertilisant.
Damoiseau	Collecte des vinasses dans un bassin afin de les transformer ensuite en compost (en mélange avec de la bagasse), l'eau récupérée en sortie est utilisée en irrigation.
Longueteau	Traitement par lagunage aéré dans deux bassins équipés d'hydrojets et dimensionnés de manière à pouvoir absorber la production sur plusieurs jours, puis rejet des vinasses traitées dans la rivière.
Montebello	Refroidissement, filtrage et réoxygénation des vinasses qui sont collectées dans une conduite fermée puis rejetées à la mer.
Reimonenq	Traitement par lagunage aéré dans deux bassins équipés d'hydrojets et permettant une autonomie de stockage d'une semaine pour la production de 70 m ³ /jour (capacité de stockage de 650 m ³), les vinasses traitées sont ensuite récupérées pour la ferti-irrigation des parcelles adjacentes au domaine (conduction dans des micro-tubes).
Séverin	Traitement par lagunage aéré dans trois bassins (refroidissement, oxygénation, repos) dimensionnés pour absorber 150 m ³ /jour de vinasses, ce qui correspond à une fabrication de 1 500 l/jour de rhum.
SIS	Méthanisation des vinasses dans deux méthaniseurs et plan d'épandage des vinasses méthanisées.

Sources : entretiens avec les professionnels (décembre 2006) ; dossier Contrat de rivière de la Grande Rivière à Goyave (2000)

1.3.2) Période de disponibilité des unités

Il faut à présent identifier les périodes de disponibilité des unités de transformation durant lesquelles elles pourraient être sollicitées pour participer à la production d'éthanol.

Pour cela, on établit le calendrier de fonctionnement de chaque unité en distinguant la campagne de production traditionnelle (sucre, rhum agricole ou rhum industriel) et les périodes d'immobilisation pour l'entretien de leur outil industriel. Pour les distilleries, la campagne éthanolière aurait lieu en dehors du calendrier de fonctionnement, ce qui n'est pas toujours le cas pour la sucrerie (selon le schéma technique et le type de procédé d'extraction du sucre retenus).

Calendrier de fonctionnement des distilleries (cf. Encadré 3) :

Il faut souligner que les dates de début et de fin de campagne dans les distilleries agricoles peuvent varier à 15 jours près (en fonction des stocks de rhum et de l'approvisionnement en canne) et que les périodes d'entretien peuvent être aménagées (pas de dates fixes, l'entretien est étalé pendant l'inter-campagne). A noter également que certaines distilleries fonctionnent sans interruption alors que d'autres s'arrêtent en cours de campagne (arrêt pour révision ou en raison de la gestion des stocks et de l'approvisionnement en canne parfois difficile pendant la campagne sucrière) et programment deux périodes de campagne.

Encadré 3 : CALENDRIER DES UNITES DE PRODUCTION SUSCEPTIBLES D'INTERVENIR DANS LA FABRICATION D'ETHANOL

Unités	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
Damoiseau	CAMPAGNE			ARRET	CAMPAGNE (7 mois 1/2 en tout)			ARRET				
Bologne	CAMPAGNE (5 mois et 1/2 en tout)		ARRET									
Montebello	CAMPAGNE 1 (sur 3 à 4 mois)			ARRET					CAMPAGNE 2 (1 à 2 mois)			
Reimonenq	CAMPAGNE 1		ARRET	CAMPAGNE 2 (5 mois en tout)			ARRET					
Longueteau	ARRET	CAMPAGNE 1		ARRET		CAMPAGNE 2 (5 mois en tout)			ARRET			
Séverin	CAMPAGNE (8 mois en tout)							ARRET			CAMPAGNE	
Gardel	ARRET	CAMPAGNE (5 mois)				ARRET						

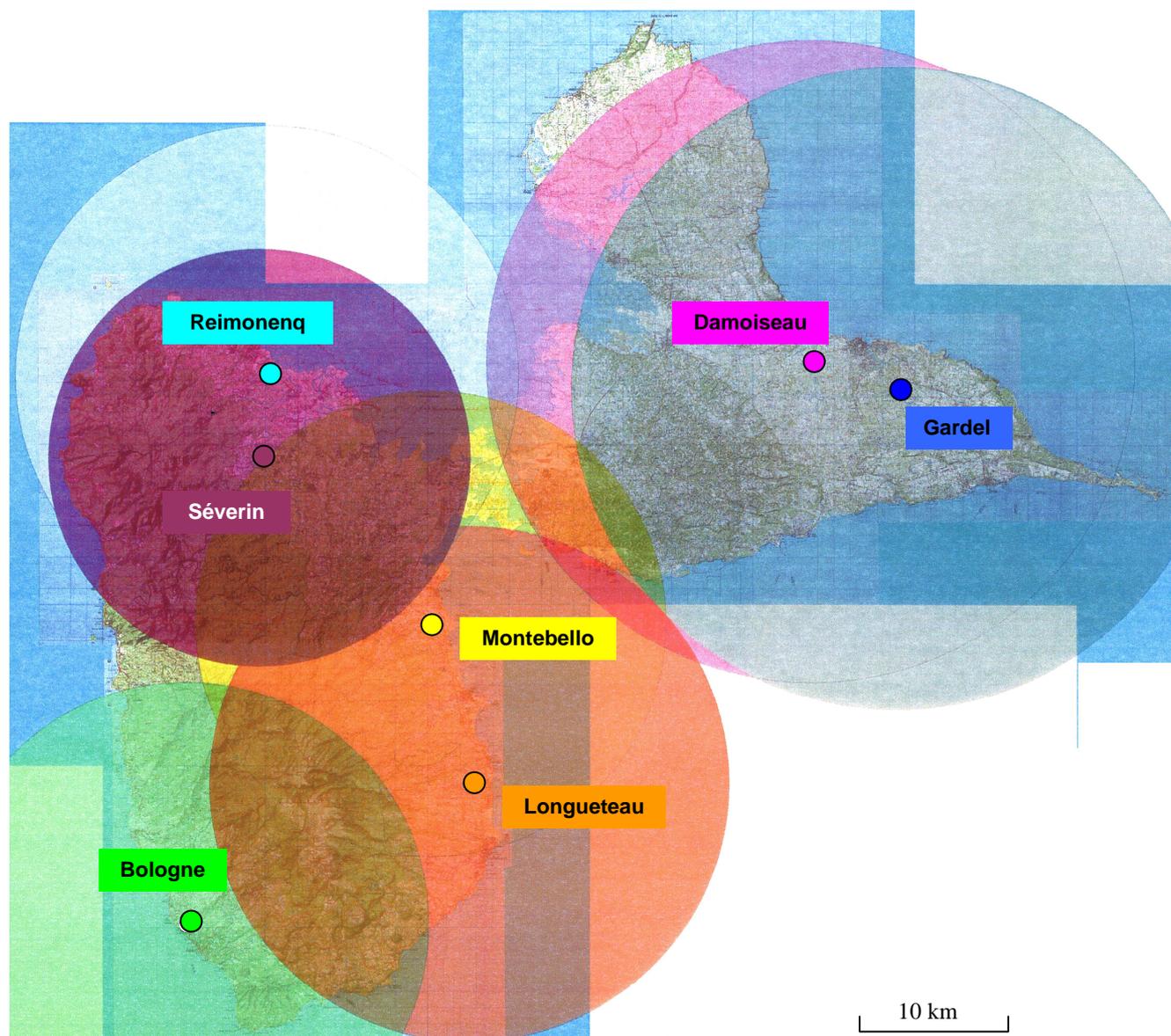
 Période de marche de l'unité

 Durée de la période d'entretien

 Variation des dates de début et de fin de campagne

 Disponibilité, arrêt hors entretien

Encadré 4 : LOCALISATION DES UNITES DE TRANSFORMATION ET PERIMETRE D'INTERVENTION POUR UN RAYON D'ACTION DE 20 KM



CartoExploreur 3 - Copyright IGN - Projection UTM 20 / WGS84

Calendrier de fonctionnement de Gardel au cours des 6 dernières campagnes :

Campagne	Durée (jours de rouaison*)	Date de début	Date de fin
2000	105	17 février (jour 48)	20 juin (jour 172)
2001	98	22 février (jour 53)	18 juin (jour 169)
2002	106	22 mars (jour 81)	27 juillet (jour 208)
2003	89	13 mars (jour 72)	30 juin (jour 181)
2004	128	8 mars (jour 68)	10 août (jour 223)
2005	127	4 mars (jour 63)	7 août (jour 219)
2006	119	10 février (jour 41)	1 juillet (jour 182)
<i>moyenne</i>	<i>110</i>	<i>jour 61 (2 mars)</i>	<i>jour 193 (12 juillet)</i>

*Ne sont comptabilisés ici que les jours où l'usine a effectivement travaillé, hors dimanches et jours fériés.

La campagne peut durer 110 à 160 jours (de 90 à 130 jours de rouaison) avec une tendance à se rallonger ces dernières années (augmentation du tas de canne des dernières années alors que les investissements dans la capacité de broyage tardent). Elle s'étend de février jusqu'à début août en année exceptionnelle. Les arrêts pendant la campagne (pannes mécaniques ou autres) représentent environ 10% du temps d'activité sur la campagne, soit 8 à 10 jours.

L'objectif de la filière est de parvenir à une campagne de 110 jours centrée autour du pic de richesse saccharine des cannes.

Calendrier de fonctionnement de la SIS :

D'après une étude de l'ODEADOM (Delta AIC, 2006)²⁸, la durée moyenne de fonctionnement de la SIS est de 105 jours dans l'année, ce qui correspond à environ 5 mois de campagne.

1.3.3) Localisation des unités et distance au bassin d'approvisionnement

La localisation des unités par rapport au bassin d'approvisionnement est un critère crucial en termes de logistique et de gestion des transports. Quel que soit le schéma technique (mise à part l'hypothèse de remise en marche de la distillerie de Gardel sur son site), deux sites de transformation sont nécessaires pour la production d'éthanol. Il faut prendre en compte le transport des cannes jusqu'au site de réception et de première transformation, puis le transport du produit intermédiaire jusqu'au site de seconde transformation en produit final, l'éthanol.

La question du transport se pose en termes logistique (organisation) et économique. En vue de minimiser les coûts, on recherche le schéma technique permettant de limiter les distances à parcourir pour relier le bassin d'approvisionnement et les différentes unités de transformation, mais aussi permettant de limiter les volumes de produits à transporter.

On mesure les distances séparant chaque zone d'approvisionnement en canne des unités de transformation (réception et broyage). La carte (cf. Encadré 4) permet de localiser ces unités et de représenter leur périmètre d'intervention selon le rayon d'action envisagé.

Tableau 4 : Zones d'intervention de chaque unité en fonction de trois modalités d'action

Unités	Périmètre d'intervention		
	rayon d'action <20 km	rayon d'action 20 à 30 km	rayon d'action 30 à 40 km
Bologne	SBT Limite : Sud de	SBT Limite : Nord de Capesterre	SBT et CBT Limite : Capesterre à Goyave

²⁸ Faute d'informations transmises par la SIS, nous devons nous référer à des sources indirectes pour obtenir des données sur l'unité et son fonctionnement.

	Capesterre (Banancier)	(Sud de Sainte-Marie)	
Damoiseau	SGT et CGT Limites : Abymes, Sud de Petit-Canal, les Mangles	SGT, CGT, NGT Limites : Sud de Port-Louis, étang de Gachet, Campêche	SGT, CGT, NGT Limites : Anse-Bertrand ; Nord BT La Boucan, Nord de Petit-Bourg
Longueteau	SBT et CBT Limites : Capesterre, Petit-Bourg	SBT et CBT Limites : Capesterre, Lamentin	SBT, CBT et NBT Limites : Capesterre, Sainte-Rose
Montebello	SBT, CBT et NBT Limites : Capesterre, La Boucan	SBT, CBT et NBT Limites : Capesterre, Sainte-Rose	SBT, CBT et NBT Limites : Capesterre, Sainte-Rose, CGT Limites : plaine des Abymes
Reimonenq	NBT Limites : Sainte-Rose, Versailles	NBT et CBT Limites : Nord de Goyave ; CGT Limites : plaine des Abymes	NBT et CBT Limites : Nord de Capesterre ; CGT Limites : plaine de Morne à l'Eau
Séverin	NBT et CBT Limites : Sainte-Rose, Nord de Petit-Bourg	NBT et CBT Limite : Goyave ; CGT Limites : plaine des Abymes	NBT et CBT Limites : Nord de Capesterre ; CGT Limites : plaine de Morne à l'Eau
Gardel	SGT et CGT Limite : Morne à l'Eau	SGT, CGT et NGT Limite : Petit-Canal	SGT, CGT et NGT Limites : Sud d'Anse-Bertrand ; NBT Limites : Baie-Mahault, Lamentin

Le tableau suivant donne un aperçu des distances à parcourir et des volumes à transporter pour réaliser le procédé complet de fabrication de l'éthanol, dans différentes situations (les simulations 1 et 2 correspondent aux perspectives de production des industriels présentées dans l'Encadré 2 p.7).

Tableau 5 : Distances entre unités de transformation et volumes de produit à transporter

<i>Unité 1</i>	<i>Unité 2</i>	<i>Distance entre les unités 1 et 2</i>	<i>Production de l'unité 1 (alcool en HAP)</i>	<i>Volumes réels à transporter (l)²⁹</i>
Bologne : situation actuelle	SIS	64 km	90 HAP/jour à 68°	11 880 l/jour
Bologne : simulation 1	SIS	64 km	112,5 HAP/jour à 86°	12 825 l/jour
Bologne : simulation 2	SIS	64 km	137,5 HAP/jour à 86°	15 675 l/jour
Damoiseau : situation actuelle	SIS	41 km	110 HAP/jour à 89°	12 210 l/jour
Damoiseau : simulation 1	SIS	41 km	110 HAP/jour à 96°	11 440 l/jour
Damoiseau : simulation 2	SIS	41 km	110 HAP/jour à 96°	11 440 l/jour
Longueteau : situation actuelle	SIS	33 km	16 HAP/jour à 72°	2 048 l/jour
Longueteau : simulation 1	SIS	33 km	32 HAP/jour à 90°	3 520 l/jour
Longueteau : simulation 2	SIS	33 km	44 HAP/jour à 90°	4 840 l/jour
Montebello : situation actuelle	SIS	22 km	42 HAP/jour à 83°	4 914 l/jour
Montebello : simulation 1	SIS	22 km	52,5 HAP/jour à 86°	5 985 l/jour
Montebello : simulation 2	SIS	22 km	82,5 HAP/jour à 86°	1 155 l/jour
Reimonenq : situation actuelle	SIS	7 km	48 HAP/jour à 80°	5 760 l/jour
Reimonenq : simulation 1	SIS	7 km	80 HAP/jour à 96°	8 320 l/jour
Reimonenq : simulation 2	SIS	7 km	110 HAP/jour à 96°	11 440 l/jour
Séverin : situation actuelle	SIS	2 km	7,5 HAP/jour à 70°	975 l/jour

²⁹ Les volumes d'alcool produits par les distilleries agricoles sont d'abord donnés en hectolitre d'alcool pur (HAP) mais les volumes d'alcool qu'il faut réellement transporter, donnés en litres, sont supérieurs car l'on tient compte du titre réel de l'alcool produit en sortie de colonne.

Séverin : simulation 1	SIS	2 km	12,5 HAP/jour à 86°	1 425 l/jour
Séverin : simulation 2	SIS	2 km	13,75 HAP/jour à 86°	1 567,5 l/jour
Gardel (jus) : production minimum	SIS	49 km	2 460 l/jour	2 460 l/jour
Gardel (jus) : production maximum	SIS	49 km	6 140 l/jour	6 140 l/jour
Gardel (sirop) : production min.	SIS	49 km	environ 1 200 l/jour	environ 1 200 l/jour
Gardel (sirop) : production max.	SIS	49 km	environ 3 000 l/jour	environ 3 000 l/jour

La mise en œuvre de schémas techniques faisant intervenir les distilleries agricoles et la SIS suppose de préciser les modalités de transport de l'alcool entre les distilleries agricoles et la SIS et les types de cuves à utiliser. Les distillateurs de rhum agricole n'ont pas de matériel de transport d'alcool en vrac mais la SIS devrait en être équipée (à moins que cette activité ne soit sous-traitée). Du point de vue de la réglementation, il faudra vérifier la possibilité légale pour une distillerie de rhum agricole de produire à la fois du rhum et de l'éthanol.

2- Données utilisées dans le scénario de valorisation des cannes reportées

2.1) Caractérisation de la ressource mobilisable

Les données statistiques des dernières années offrent des exemples variés des situations auxquelles la filière a été confrontée concernant la localisation, la quantité de cannes restées sur pied et les causes des reports.

Tableau 6 : Données relatives aux cannes reportées des campagnes 2000 à 2006

Campagne	Cannes reportées	Localisation	Conditions climatiques	Indemnités
2000	0	–	Sécheresse (juin, juillet, août)	Compensation pour les replantations
2001	0	–	Sécheresse	Indemnité des structures de récolte
2002	48 700 t	BT, NGT, SCGT	Excès de pluie	Non
2003	0	–	Sécheresse	Non
2004	70 000 t	NGT, BT, SCGT	Excès de pluie	Indemnités de l'Etat, subventions de la Région
2005	61 000 t	NGT, SCGT, BT	Excès de pluie	Indemnité à la pluviométrie exceptionnelle
2006	6 000 t	BT	Normale saisonnière	Non

Sources : Bilans de récolte de la Chambre d'Agriculture ; Rapports de réception saccharimétrique du CTCS.

Les campagnes 2002, 2004 et 2005 ont été marquées par des pluviométries exceptionnelles causant des inondations dans de nombreuses parcelles et entraînant des reports massifs de cannes. Le Nord Grande-Terre, zone de vertisols (argiles gonflantes), est particulièrement touché par les problèmes de reports. Les déficiences du système de drainage, les problèmes d'organisation de la récolte et la fermeture du centre de Beauport fin 2001 n'ont fait qu'aggraver la situation dans cette zone. L'ampleur des pertes durant ces trois campagnes se compte en millions d'euros. L'indemnité des planteurs n'est pas systématique et quand elles sont accordées, la faiblesse des dispositifs ne permet pas de couvrir le manque à gagner

pour les planteurs (indemnisation de 25% du montant des pertes estimées). Les difficultés financières sont d'autant plus ressenties par les planteurs du Nord Grande-Terre qu'il s'agit majoritairement de petites exploitations agricoles.

2.2) Marges de manœuvre du planteur et règles de décision du planteur

Le planteur, dont une partie de la production reste sur pied, peut soit :

- ⇒ faire passer ces cannes en distillerie après la campagne,
- ⇒ envoyer ces cannes à la sucrerie lors de la campagne suivante (grande culture),
- ⇒ se résoudre à la perte de sa production avec, éventuellement, une indemnisation accordée par la DAF sur demande de la SICA et touchée par le planteur l'année suivante si son cas répond à certains critères (surface de plus de 1 ha, vérification des causes du report, enquête sur un échantillon de parcelles touchées).

Avec un débouché éthanol, les planteurs concernés auraient une opportunité supplémentaire d'écouler leur production de cannes sur pied.

Le processus de décision du planteur dépend avant tout de la situation de sa trésorerie. Les facteurs économiques sont les principaux déterminants du choix d'orientation des cannes sur pied en fin de campagne sucrière :

1) La priorité du planteur est de récolter sa parcelle l'année suivant la plantation. Il préfère toujours voir sa parcelle coupée en année n+1 plutôt que de la laisser sur pied, pour toucher un revenu dans l'année et limiter les risques de pertes à la récolte en année n+2 (pertes en tonnage et/ou qualité à la récolte suivante, ou de toute la parcelle si elle n'est pas non plus récoltable).

2) La rationalité économique dictant le choix décisionnel du planteur, il faut effectuer un calcul afin d'évaluer son intérêt ou non à récolter ses cannes hors campagne selon les débouchés offerts :

- soit le planteur essaie de vendre en distillerie pour la filière rhum (en fonction de la gestion de l'approvisionnement des distilleries) : les cannes immatures peuvent être acceptées et de nombreuses distilleries achètent des cannes hors campagne sucrière.
- soit le planteur s'oriente vers la filière éthanol : différents cas de figure peuvent se présenter selon les quantités reportées ladite année, la localisation de sa parcelle et les conditions climatiques.
- soit le planteur ne récolte pas sa parcelle en année n+1 et la garde en attente de récolte pour la campagne sucrière en année n+2.

Dans le cas de la récolte des cannes restant sur pied pour la filière éthanol, dont la faisabilité est fortement conditionnée par l'accessibilité aux parcelles pendant l'inter-campagne, le planteur bénéficiera des avantages suivants :

- cannes récoltées en année n+1,
- revenu assuré comme prévu l'année n+1, évitant ainsi les risques de manque de trésorerie.

En contrepartie, une récolte tardive engendre certaines contraintes pour le planteur en prévision de la récolte suivante (n+2). En effet la récolte sucrière de l'année n+2 sera terminée avant que ses cannes aient la maturité suffisante pour être usinables (12 mois). Le planteur pourra alors :

- soit recycler ses cannes (s'il s'agit de rejets) en grande culture l'année suivante,
- soit recycler ses cannes (s'il s'agit de cannes à replanter) en pépinière l'année suivante,
- soit vendre hors campagne en passant contrat avec une distillerie l'année suivante (possibilité à l'exemple de Bologne) ou en passant de nouveau par la filière éthanol.

2.3) Caractéristiques des cannes reportées et qualité technologique

Les cannes reportées étant plantées en année n, elles atteignent la maturité en fin de campagne en année n+1 et ont plus de 12 mois si elles sont récoltées après la campagne sucrière. Cependant on prend le risque d'un redémarrage de la croissance végétative due à l'arrivée des pluies ce qui peut jouer en défaveur du taux de sucres. En effet, la reprise de la croissance passe par une mobilisation de sucres et d'énergie pour la fabrication de fibres. Si pour le saccharose cette diminution est avérée, il faudrait vérifier s'il en est de même pour les sucres totaux.

La fraîcheur des cannes dépend du temps écoulé entre la coupe et la livraison à l'usine. En-dehors du pic d'activités de la campagne sucrière, les opérateurs de récolte devraient pouvoir disposer d'une plus grande flexibilité pour effectuer leurs travaux dans les temps et éviter les pertes de qualité au champ.

La charge en boue des livraisons pourrait poser problème si les conditions climatiques s'avéraient mauvaises à la récolte, plus l'on s'avance dans la saison des pluies. L'influence de ce facteur sur la transformation des cannes en éthanol est à préciser.

2.4) Organisation de la récolte des cannes reportées pour la production d'éthanol

Les contraintes pesant sur l'organisation de la valorisation des cannes sur pied portent d'une part sur la période de récolte de ces cannes et d'autre part sur le choix du matériel de récolte et de transport. Il faut aussi prendre en compte la capacité de mobilisation des prestataires dès que le climat est favorable. Même si la mobilisation des opérateurs est moindre après la campagne sucrière, ils sont responsables, pendant l'inter-campagne, des travaux de préparation du sol, de plantation et d'entretien de la canne. La disponibilité d'un prestataire pour récolter des cannes sur pied dépend de ses engagements vis-à-vis de ses clients pour d'autres travaux d'inter-campagne.

Une éventuelle récolte des cannes laissées sur pied se déroulerait entre la fin de la campagne sucrière (juillet à août) et le mois de janvier de l'année suivante, c'est-à-dire pendant la saison cyclonique. Les conditions climatiques sont déterminantes puisqu'elles régissent les possibilités d'accès aux parcelles. Des indicateurs d'accessibilité aux parcelles sont utilisés pour déterminer les jours disponibles pour la coupe mécanique des cannes sur pied et l'approvisionnement des unités mobilisées pour leur transformation en éthanol (cf. Annexe 2).

Par ailleurs, il faut déterminer les moyens à mettre en œuvre, en termes de type d'équipement et de parc de matériel mobilisé, pour couper et sortir les cannes du champ puis les transporter de la parcelle à l'unité de transformation requise. Ces moyens sont à définir en fonction du schéma de transformation envisagé. En effet, on s'efforcera d'adapter le choix du matériel de coupe et de transport (capacité d'approvisionnement en canne) aux besoins d'approvisionnement de l'unité de transformation mobilisée et à la distance entre la parcelle et l'unité. A noter que les cannes laissées sur pied peuvent être d'accès difficile (parcelles inondables et (ou) éloignées de l'usine).

Le recensement du parc agricole qui est en cours de réalisation (programmation du CIRAD) permettra de préciser le type d'équipement et le parc de matériel agricole des prestataires des différentes zones :

- machines à couper à roues ou à chenilles
- tracteur agricole
- remorque conventionnelle agricole (8 t, 10 t, 20 t)
- remorque spéciale champ type « VL8 » ou « Semi-élevatrice »
- transbordeur et localisation de l'aire de transbordement
- tracteur routier
- remorque routière (20 t, 24 t, « Titan »).

Le type de matériel devra être choisi en fonction de l'offre et de la disponibilité des prestataires de la zone, des conditions de récolte dans la parcelle, des distances à parcourir (nécessité ou non du transport routier) et des besoins d'approvisionnement en canne de l'unité de transformation (dimensionnement du parc et nombre de rotations). Nous n'approfondirons pas plus ces aspects de machinerie agricole dans cette étude.

3- Données relatives au scénario de valorisation des sols contaminés

3.1) Caractérisation du gisement de canne à exploiter

On s'intéresse à la possibilité de valoriser les terres agricoles à risque élevé de contamination forte à la chlordécone (0,25 mg/kg de sol sec) par une culture énergétique : la canne à sucre destinée à la production d'éthanol.

Les exploitations agricoles implantées sur la zone de sols fortement contaminés sont situées sur le « croissant bananier » de la Basse-Terre, c'est-à-dire la zone qui, globalement, s'étend de Goyave à Baillif (cf. Encadré 5).

La zone étudiée dans ce scénario correspond à la zone de recoupement entre les exploitations agricoles localisées sur sols contaminés et les terres mécanisables dont le degré des pentes autorise le passage des récolteuses et des tracteurs chargés de canne à sucre.

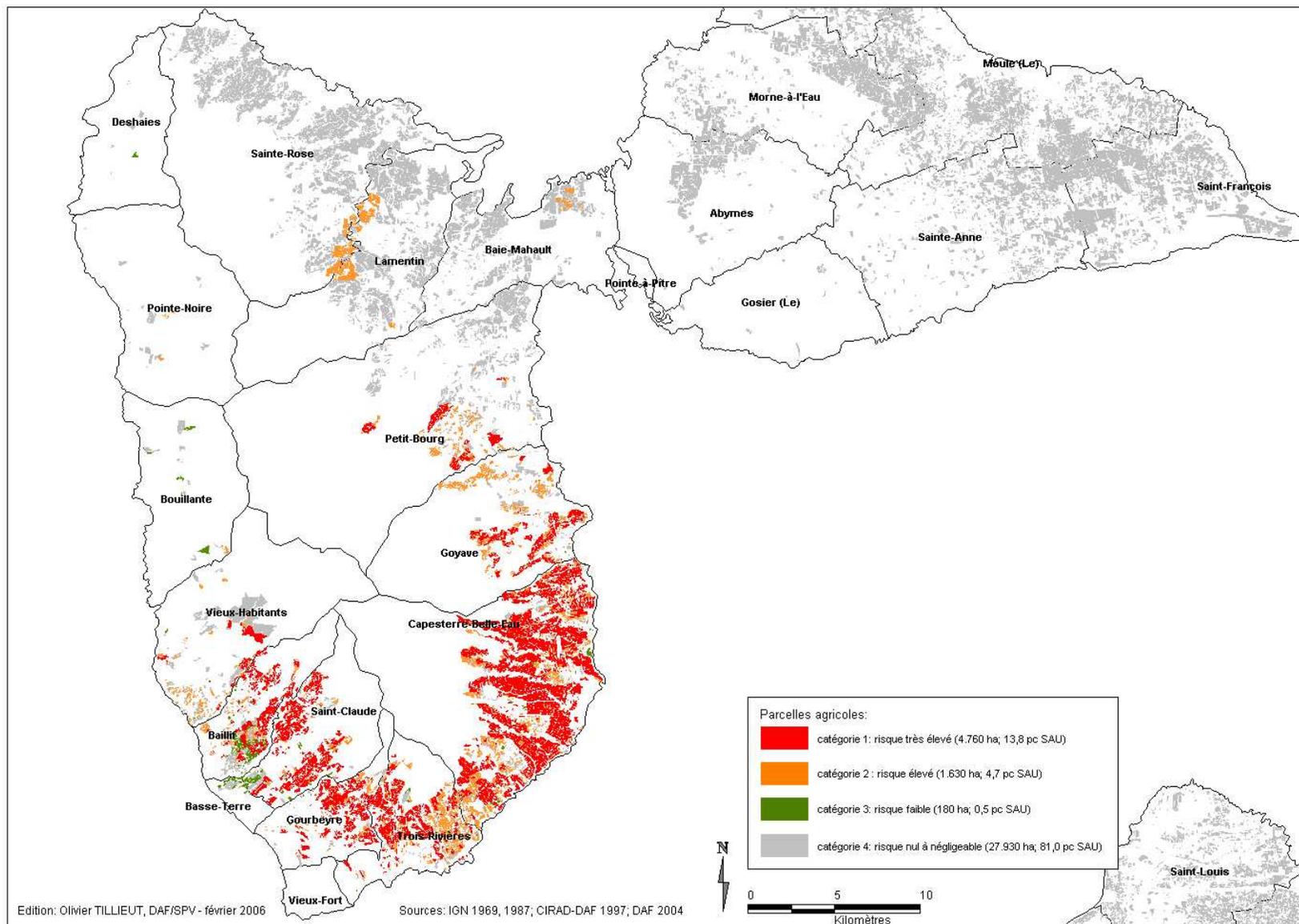
En première approche, on se contentera de ces critères « terres agricoles fortement contaminées » et « terres mécanisables » pour délimiter la zone d'étude et estimer le gisement de cannes. On obtient ainsi une estimation grossière de la surface potentiellement reconvertible en canne pour l'éthanol.

Cependant en considérant que la totalité de cette zone peut se reconvertir en canne à sucre, on maximise le potentiel agricole de production de canne pour l'éthanol et on risque de le surestimer. Il serait donc intéressant par la suite, d'affiner l'estimation en tenant compte de critères supplémentaires afin d'intégrer la capacité et la motivation des agriculteurs concernés à se reconvertir dans le débouché éthanol. En effet, de nombreux déterminants interviennent dans les décisions stratégiques des agriculteurs qu'il est nécessaire de prendre en considération pour comprendre leur comportement et leur choix, et afin de préciser in fine le potentiel de production de canne-éthanol.

On peut d'ores et déjà avancer certaines hypothèses sur les motifs pouvant conduire un agriculteur à la décision de se convertir à la culture de la canne pour l'éthanol ou, au contraire, l'en détourner :

- Motifs structurels relatifs à l'exploitation : milieu (pente, altitude, pierrosité et conditions agropédoclimatiques), surface, équipement, etc. constituant un ensemble de conditions plus ou moins propices à la culture de la canne.

ENCADRE 5 : CARTE DES RISQUES DE CONTAMINATION DES SOLS A LA CHLORDECONE



- Motifs économiques : santé économique de l'exploitation (compte débiteur ou problème de surendettement), activités parallèles à la production agricole (pluriactivité), marges espérées avec la culture de la canne pour l'éthanol probablement inférieures à celles de la banane ou d'autres spéculations mais offrant la sécurité du débouché (garantie de prix et écoulement de la production), investissements financiers relativement faibles pour la mise en culture et l'entretien de la canne (estimés à cinq fois inférieurs à ceux de la banane), avances de frais par les SICA et aides consenties par l'Etat, gestion simple des parcelles, diminution des charges de main d'œuvre et des quantités d'intrants,...
- Impact de facteurs sociologiques et psychologiques : hésitations et risques à se lancer dans une nouvelle filière, et bien qu'il ne s'agisse pas d'une pratique nouvelle (le « croissant bananier » étant une ancienne zone de culture de la canne et certains producteurs ayant réintroduit la canne dans leurs systèmes de culture en particulier avec la rotation banane-canne), un temps d'adaptation est nécessaire pour le retour de cette activité dans la région ; attachement à la terre et au maintien des activités agricoles ; dynamisme de l'exploitation et niveau de technicité (plutôt caractéristique des exploitations en cultures de diversification) ; attachement porté par le chef d'exploitation à ses ouvriers et inquiétude quant à l'évolution de la main d'œuvre qu'il ne va plus pouvoir employer,...

En fonction des règles de décision régissant les stratégies des agriculteurs d'une part, et des caractéristiques agropédologiques des zones qui pourraient être consacrées à cette production d'autre part, on pourrait avancer une estimation plus précise du potentiel de production de canne pour l'éthanol.

L'accès à des données classées confidentielles (couche de données des risques de contamination de la carte des sols pollués à la chlordécone, sans références cadastrales) nous ayant été refusé, le travail ne peut donc pas être réalisé en toute rigueur. Les estimations des surfaces potentielles pouvant être mises en culture pour l'éthanol restent donc très approximatives. On retient une surface de l'ordre de 2 000 ha mécanisables.

Dans les conditions actuelles de production, avec un rendement moyen de 120 t/ha de canne dans la zone, on peut considérer que le potentiel de production de canne pour l'éthanol s'élève à environ 240 000 t.

3.2) Qualité technologique des cannes cultivées sur sols contaminés

Jusqu'à présent, aucune étude scientifique n'a montré une quelconque incidence de l'utilisation de cannes issues de sols contaminés sur la fabrication d'alcool ou de sucre, et si la présence de chlordécone dans les cannes a un impact significatif sur l'efficacité des procédés de transformation utilisés dans l'industrie du sucre et(ou) du rhum, a fortiori pour la fabrication d'éthanol. Cette question n'est pas développée davantage dans la présente étude.

3.3) Traçabilité et organisation de la production

La première contrainte dans la mise en œuvre de cette piste de développement est de parvenir à gérer une production à destination non alimentaire, en parallèle avec des filières de productions alimentaires, qui mobilisent la même matière première, la canne à sucre, mais doivent s'approvisionner dans des bassins bien distincts, afin d'éviter tout risque de contamination des filières alimentaires par des cannes destinées à la filière énergétique. L'obligation de garantir la qualité sanitaire des productions à destination alimentaire impose la mise en place d'un système de traçabilité des filières.

Deux cas de figures sont évoqués :

- séparer dans l'espace toutes les étapes de la transformation des cannes à débouché énergétique de celles des cannes à débouchés alimentaires,
- séparer dans le temps les périodes de production en dissociant dans l'année les campagnes sucrière et rhumière de la campagne éthanolière.

Dans les deux cas, l'impératif de traçabilité nécessite des modifications de la production avec des répercussions pour les industriels et pour la production agricole.

3.3.1) Organisation de la production industrielle

Séparation spatiale des filières canne à vocation alimentaire et canne à vocation énergétique :

Une séparation matérielle des filières alimentaires et non alimentaire suppose l'installation d'un nouveau site de production spécialement dédié à la production d'éthanol. Cette hypothèse présente les avantages de pouvoir dimensionner l'unité industrielle sur un bassin d'approvisionnement délimité, de simplifier l'organisation de la production tout en garantissant la traçabilité des produits et d'optimiser les rendements en investissant dans du matériel spécialement conçu pour la production d'éthanol issu de canne à sucre. Toutefois, la mise en œuvre d'un tel projet soulève de nombreuses questions en termes d'investissement, de rentabilité et de viabilité, et d'impacts sur la filière canne existante. Ce projet n'est donc pas seulement un projet industriel mais nécessiterait une évaluation à l'échelle de l'économie du territoire.

Cette possibilité ne sera pas plus approfondie dans notre étude. Nous l'évoquerons de nouveau dans l'évaluation technico-économique, car nous utiliserons des références économiques à titre comparatif afin d'évaluer, dans ce scénario, la rentabilité et l'intérêt de mobiliser les structures industrielles déjà en place.

Séparation temporelle de la production des filières canne à vocation alimentaire et canne à vocation énergétique :

Une séparation dans le temps des filières alimentaires et non alimentaire nécessite de réorganiser en partie les activités des unités de production de la filière canne. En effet, une unité de transformation ne peut participer à la fabrication d'éthanol que si elle parvient à dissocier ses activités sur deux périodes de l'année. L'unité doit fonctionner en deux temps avec d'abord la campagne de production traditionnelle agro-alimentaire (sucre ou rhum) et ensuite la campagne de production d'éthanol. Cet aspect est à considérer plus précisément dans les distilleries agricoles qui fonctionnent sur plusieurs périodes de l'année. Celles-ci ne peuvent être candidates à la fabrication d'éthanol que si elles consentent à concentrer leur campagne rhumière sur une seule période, de manière à clairement la séparer de la campagne éthanolière.

Contraintes supplémentaires et spécifiques à ce scénario, pesant sur les industriels impliqués dans la production d'éthanol :

- Contraintes techniques : le même outil industriel étant utilisé, les moulins et l'ensemble du matériel des usines qui participent au schéma de production, doivent être soumis à une décontamination stricte entre le broyage des cannes destinées à la production non alimentaire et des cannes à vocation alimentaire ; par ailleurs, les unités susceptibles d'intervenir dans la fabrication d'éthanol doivent posséder une capacité de traitement des effluents suffisantes

pour permettre le traitement du supplément d'effluents lié à un accroissement d'activité de l'unité³⁰.

- Contraintes organisationnelles, en fonction de la priorité accordée par les industriels aux débouchés alimentaires traditionnels à plus forte valeur ajoutée que le débouché éthanol, de leur disponibilité (calendrier de fonctionnement actuel), de la durée et de la période d'une éventuelle mobilisation supplémentaire et de leur capacité à s'organiser différemment pour parvenir à dégager des marges d'accroissement de leur activité.

Détermination des transformateurs susceptibles d'intervenir dans ce scénario :

En rapprochant la capacité de production des unités de transformation et leurs périodes de disponibilité, on peut déterminer dans quelle mesure les unités peuvent s'impliquer dans la fabrication d'éthanol.

D'après le tableau des « Capacités de transformation et de production des unités industrielles susceptibles d'intervenir dans la fabrication de l'éthanol » (cf. Encadré 2 p.7) et en respectant les volumes de production de sucre et de rhum, on établit un nouveau calendrier de production des unités. On se place dans le cas optimal où toutes les conditions de fonctionnement et d'organisation dans les unités de transformation sont rassemblées pour atteindre leur potentiel de production, c'est-à-dire en supposant :

- une marche annuelle de l'unité (si besoin),
- un fonctionnement à capacité maximale,
- une réorganisation du calendrier de campagne et de l'entretien (réduit à 2 mois d'arrêt).

En rationalisant de la sorte l'utilisation des unités de production, on optimise le système ce qui nous permet, dans un premier temps, d'estimer si le projet est techniquement viable et rentable dans cette situation « idéale ». Si c'est le cas, on affinera le calcul dans un second temps, en se replaçant dans la réalité du contexte et en ajoutant les contraintes des transformateurs qui pourraient remettre en cause l'organisation instaurée.

Dans le cas d'un fonctionnement et d'une organisation optimums, on obtient le calendrier de fonctionnement rationalisé de chaque unité (cf. Encadrés 6 et 7) et les résultats suivants :

Tableau 7 : Potentiel de production à capacité maximale et pour une organisation optimale des unités

Distillerie	Capacité maximale de production		Disponibilité	Quantité maximum de cannes transformées	
	journalière	mensuelle (25 jours)			
Bologne	250 tc/jour	6 250 tc/mois	7 mois	43 750 tc	
Damoiseau	200 tc/jour	5 000 tc/mois	5 mois	25 000 tc	
Longueueau	80 tc/jour	2 000 tc/mois	8 mois	16 000 tc	
Montebello	150 tc/jour	3 750 tc/jour	7 mois	26 250 tc	
Reimonenq	200 tc/jour	5 000 tc/mois	9 mois	45 000 tc	
Séverin	25 tc/jour	625 tc/mois	6,5 mois	4 062 tc	
<i>Total</i>				<i>160 062 tc</i>	
Sucrierie	Capacité journalière de broyage		Disponibilité	Quantité transformée	
	minimum	maximum		minimum	maximum
Gardel (jus)	2 400 tc/jours	6 000 tc/jour	3 mois	180 000 tc	450 000 tc
Gardel (sirop)	2 400 tc/jours	6 000 tc/jour	3 mois	180 000 tc	450 000 tc

³⁰ Dans le cas où les distilleries participent au schéma de production, une gestion particulière des vinasses issues de la transformation des cannes contaminées serait sans doute à mettre en place. Si l'on ne trouve pas de solution de gestion pour éliminer cet effluent contaminé, ce problème pourrait être un facteur bloquant.

Encadré 6 : CALENDRIER DE FONCTIONNEMENT OPTIMISE DES UNITES DE PRODUCTION SUSCEPTIBLES D'INTERVENIR DANS LA FABRICATION D'ETHANOL

Distilleries	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
Damoiseau	[Bar chart showing: Jan: entretien; Feb-Jun: campagne (5 mois); Jul-Sep: disponibilité; Oct: disponibilité; Nov: disponibilité; Dec: entretien]											
	entretien	campagne (5 mois)					disponibilité					entretien
Bologne	[Bar chart showing: Jan: entretien; Feb-May: campagne (< 3 mois); Jun-Dec: disponibilité]											
	entretien	campagne (< 3 mois)			disponibilité							
Montebello	[Bar chart showing: Jan: entretien; Feb-May: campagne (< 3 mois); Jun-Dec: disponibilité]											
	entretien	campagne (< 3 mois)			disponibilité							
Reimonenq	[Bar chart showing: Jan: entretien; Feb: campagne; Mar-Dec: disponibilité]											
	entretien	campagne	disponibilité									entretien
Longueveau	[Bar chart showing: Jan: entretien; Feb-Apr: campagne (< 2 mois); Mai-Dec: disponibilité]											
	entretien	campagne (< 2 mois)		disponibilité								
Séverin	[Bar chart showing: Jan: entretien; Feb-May: campagne (< 3,5 mois); Jun-Dec: disponibilité]											
	Entretien	campagne (< 3,5 mois)			disponibilité							
Sucrerie	[Bar chart showing: Jan: entretien; Feb-Jun: campagne (5 mois); Jul-Sep: disponibilité; Oct: disponibilité; Nov: disponibilité; Dec: entretien]											
Gardel	[Bar chart showing: Jan: entretien; Feb-Jun: campagne (5 mois); Jul-Sep: disponibilité; Oct: disponibilité; Nov: disponibilité; Dec: entretien]											
	entretien	campagne (5 mois)					disponibilité			entretien		

 Période de marche de l'unité

 Variation des dates de début et de fin de campagne

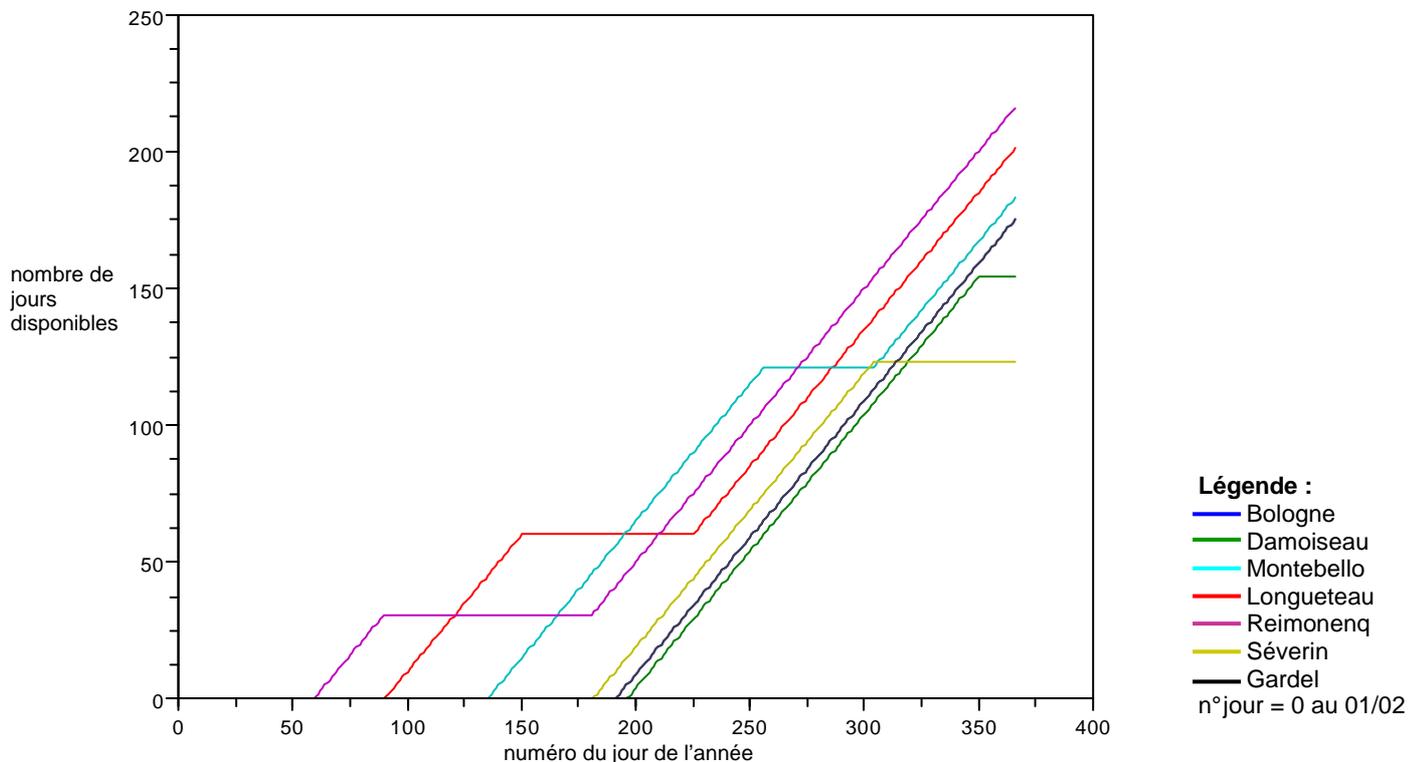
 Durée de la période d'entretien

 Disponibilité, arrêt hors entretien

Encadré 7 : Comparaison des périodes de disponibilité des unités de production dans la situation actuelle de fonctionnement et dans la situation d'organisation optimisée

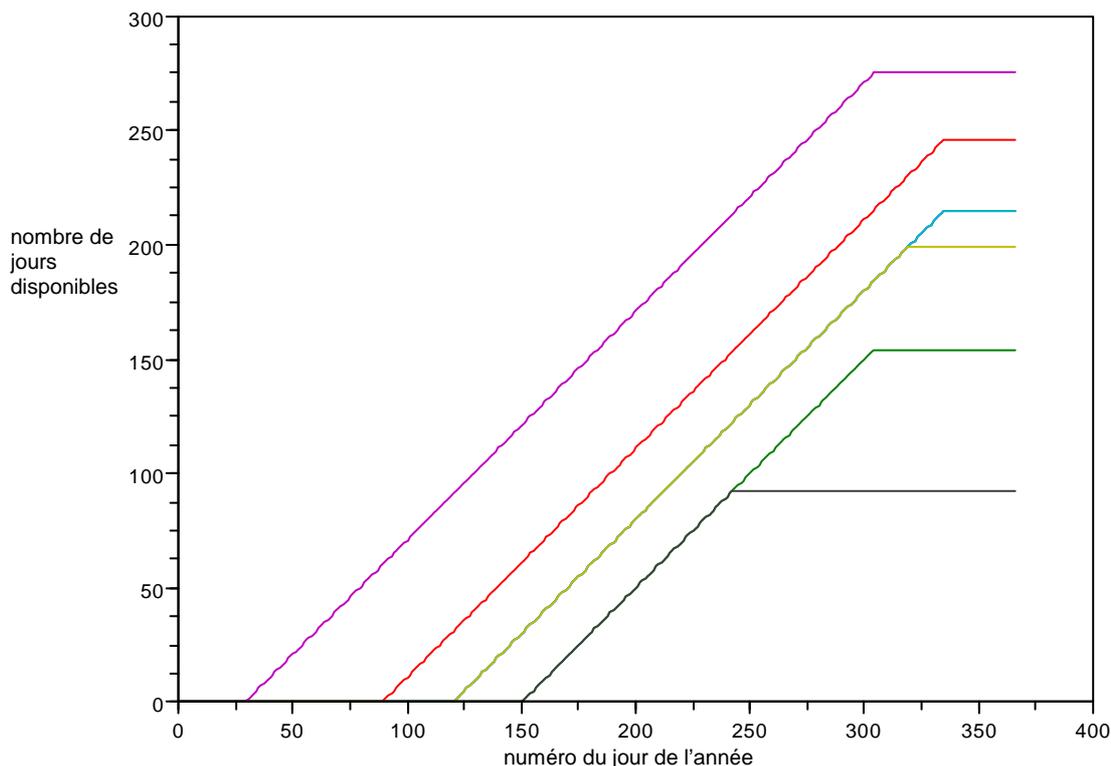
A- Disponibilité des unités susceptibles de participer à la production d'éthanol dans la situation actuelle de fonctionnement

Cumul des jours de disponibilité pour les différentes unités de production



B- Disponibilité des unités susceptibles de participer à la production d'éthanol dans la situation où l'organisation du fonctionnement est optimisée pour dégager un maximum de temps

Cumul des jours de disponibilité pour les différentes unités de production



Le problème qui apparaît immédiatement est l'insuffisance de capacité de broyage des distilleries, chacune poussée à son maximum, avec un total de 160 000 t de canne par an pour alimenter la filière éthanol. Ce réseau de distilleries ne peut donc pas broyer la totalité des cannes produites pour l'éthanol (de l'ordre de 240 000 t en première estimation). Au-delà de 160 000 t de canne produites sur le bassin éthanoler, Gardel doit nécessairement intervenir. Néanmoins il paraît intéressant que les distilleries participent au projet, car cela permettrait de broyer des cannes aussi durant la campagne sucrière³¹ et ainsi de profiter d'une partie du carême et de ses meilleures conditions de récolte pour entamer la campagne éthanolière (exemple de la distillerie Reimonenq qui pourrait débiter dès mars la réception des cannes pour l'éthanol). La question est de déterminer quelles seraient les distilleries à mobiliser et dans quelle mesure elles pourraient participer à la production. Pour cela il faut évaluer pour chaque distillerie son intérêt à s'impliquer dans cette filière en calculant le seuil de rentabilité du projet en fonction de ses disponibilités, sa capacité de production, sa distance au bassin d'approvisionnement, son dynamisme,... En parallèle, il faut évaluer l'intérêt de Gardel à s'investir dans ce projet et estimer à partir de quel volume de cannes broyées l'activité devient rentable (par rapport aux surcoûts liés au redémarrage de l'usine et à la décontamination du matériel, au temps pris sur l'inter-campagne durant laquelle est réalisé l'entretien de l'usine...).

3.3.2) Organisation de la production agricole

Le calage des cycles de culture :

Dans le cas où une installation dédiée est mise en place, les cycles culturels de la canne-éthanol sont calés sur le calendrier culturel classique en privilégiant le carême pour récolter et en limitant la durée des cycles à 11 mois maximum (Poser, 2002). On pourrait même envisager de raccourcir les cycles jusqu'à 8 mois afin d'augmenter la fréquence des coupes et ainsi les rendements de production. La détermination du stade de coupe optimal, favorisant les rendements sans trop porter préjudice à la teneur en sucres totaux des cannes, nécessiterait la mise en place d'essais agronomiques avec suivi de l'évolution du rendement et du Brix.

Dans le cas où l'on suit un schéma de transformation faisant intervenir les industriels déjà en place, il faut caler les cycles des cannes-éthanol sur la période de récolte en fonction des disponibilités des unités de réception et de premières transformations de ces cannes.

Les différents calendriers culturels envisagés vont du calendrier culturel classique de la zone (plantation du mois d'avril à octobre, récolte après 11 à 13 mois) à un calendrier culturel avec une période de plantation étalée sur l'année (excepté pendant les mois les plus pluvieux, généralement les mois d'octobre et de novembre) et, par conséquent, une période de récolte également étendue tout au long de l'année avec des cycles de 8 à 10 mois (cf. Encadré 8).

Quel que soit le schéma technique retenu, certains principes sont incontournables pour caler les cycles culturels des cannes dédiées à l'éthanol :

- définir les périodes de plantation et de récolte en tenant compte des jours disponibles pour réaliser les travaux mécanisés,
- ajuster les cycles au plus près des variations annuelles des conditions climatiques,
- identifier la durée optimale du cycle qui associe les meilleurs rendements aux meilleurs taux de sucres totaux.

³¹ Cependant, il faut souligner que la SIS n'est pas disponible pendant la campagne sucrière pour la rectification d'alcool produit par les distilleries agricoles (production d'éthanol). Il faudrait donc prévoir un stockage de l'alcool soit sur le site des distilleries agricoles soit sur le site de la SIS.

Le Sud de la Basse-Terre enregistre les précipitations les plus importantes de la Guadeloupe, ce qui peut rendre difficiles les opérations de préparation du sol et de récolte. Il semble donc judicieux d'ajuster les cycles de culture au plus près des variations annuelles des conditions climatiques. Les données météorologiques nous permettent de déterminer les mois les plus propices à la préparation du sol (sol ressuyé pour limiter les tassements), à la plantation (arrivée des pluies ou irrigation) et à la récolte (commencer tôt, avant que l'intensité des précipitations ne rende les parcelles impraticables).

Les préconisations pour le calage et la durée des cycles seront à confronter avec l'expérience qu'en ont les planteurs de canne présents sur la zone. Ceux-ci rencontrent déjà certains problèmes, en particulier le risque de verse (d'où une tendance à raccourcir les cycles et à récolter les cannes prématurément) et les pertes à la récolte à cause des cannes versées qui restent au sol.

Les étapes de l'organisation de la production, de la plantation à la récolte :

- Approvisionnement en boutures hors période traditionnelle.
- Production de variétés spécifiques (recherche d'un Brix élevé, résistance à la verse).
- Définition d'itinéraires techniques adaptés aux spécificités de la zone en matière de travail du sol, de techniques de plantation, d'écartement des rangs, d'apport d'engrais et de produits phytosanitaires (systèmes à bas niveau d'intrants),...
- Techniques de coupe et équipement adapté aux difficultés de terrain (machinisme agricole).

Rappelons que les caractéristiques agropédo-climatiques de cette région conduisent à de forts rendements (rendement moyen de 120 t/ha, presque deux fois supérieurs au rendement moyen de la Guadeloupe) et de faibles richesses (carême peu marqué ne favorisant pas la maturation des cannes et coupe parfois trop précoce). Cependant, ces résultats pourraient être améliorés par la conception d'itinéraires techniques adaptés et de nouvelles modalités de récolte mécanique : choix de variétés moins sensibles à la verse, à croissance lente et avec une bonne richesse³², préparation du sol adaptée au type de sol (sols friables qui ne doivent pas être trop travaillés) pour favoriser un bon ancrage des plants, fertilisation ajustée d'après les analyses de sol et limitant les apports d'azote (contre la verse), adaptation des équipements de récolte et réglage des machines. Ces leviers d'action agronomiques sont à mettre au point et à tester, mais en première approche, il est envisageable d'atteindre 300 000 t de canne sur la zone.

Selon la période de plantation retenue, il faudra prévoir l'approvisionnement en boutures avec les variétés souhaitées.

³² La variété B69 566 semble bien adaptée à la zone. La variété R579 est parfois choisie pour son épaillage naturel qui facilite la récolte. Il serait intéressant d'observer sur cette zone les résultats de la variété B80 689, variété à croissance lente qui donne en générale de bonnes richesses.

Encadré 8 : CALENDRIER DE LA PRODUCTION DE CANNE EN CYCLE CULTURAL TRADITIONNEL ET EN CYCLE CULTURAL MODIFIÉ AFIN D'OPTIMISER LA PRODUCTION D'ETHANOL

Calendrier cultural traditionnel (cycles de 11 à 13 mois) et calendriers culturels envisageables en modifiant le calage et la durée des cycles												
janvier	Février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	
			Période de plantation									
Période de récolte : cycle de 9 mois												
Période de récolte : cycle de 10 mois												
Période de récolte : cycle de 11 mois												
Période de récolte : cycle de 12 mois												
Période de récolte : cycle de 13 mois												
janvier	Février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	
Plantations étalées sur l'année												
Récolte à 8, 9 ou 10 mois (toute l'année dès que les parcelles sont accessibles)												

Aspects logistiques de la récolte :

Si la campagne sucrière et la campagne éthanolière se superposent en partie dans le temps, faut-il prévoir une flotte spécialement dédiée à la coupe et au transport des cannes pour l'éthanol ? Afin d'éviter tout risque de contamination des filières alimentaires (souci de traçabilité de la filière canne-éthanol), les transporteurs sollicités pour l'acheminement de cannes produites sur sols pollués vers les sites de transformation pourraient être soumis à des contrôles ou exclusivement assignés au transport des cannes à débouché éthanol.

Outre le risque de contamination au cours des étapes de chargement et transport déjà mentionné, la superposition de la campagne éthanolière avec la campagne sucrière risquerait d'accentuer les difficultés d'organisation rencontrées à cette période. On observe déjà aujourd'hui un pic d'activités chez les prestataires de services et une mobilisation générale des équipements. Dans la perspective d'un accroissement des surfaces à récolter, il faudrait dimensionner le parc de matériel agricole des prestataires en conséquence.

En revanche si la campagne éthanolière est décalée par rapport à la campagne sucrière, l'organisation de la récolte serait facilitée par une meilleure disponibilité des prestataires de services qui pourraient étaler leurs travaux sur une plus longue période.

En conclusion, le choix des dates de campagne paraît décisif pour en prévoir le bon déroulement.

4- Données relatives au scénario d'introduction du débouché éthanol comme complément des productions traditionnelles de la filière canne

4.1) Caractérisation de la ressource : perspectives de développement de la production cannière

Dans cette piste de développement, la ressource mobilisable pour la production d'éthanol correspond au surplus du « tas de cannes » une fois soustrait les usages traditionnels de la canne à sucre, que constituent aujourd'hui les débouchés sucre et rhum agricole, ainsi que les boutures de canne nécessaires au renouvellement des parcelles.

La production moyenne de la Guadeloupe « continentale » s'élève à 630 000 t de cannes (moyenne des campagnes 2000 à 2006 ; Chambre d'Agriculture, 2006). On note, pour les années extrêmes, une production d'à peine 500 000 t en 2001 et de plus de 760 000 t en 2004, avec une tendance générale de la production à la hausse.

Tableau 8 : Répartition de la production cannière sur le territoire en 2006

Bassin cannier	Surface (ha)		Rendement (t/ha)	Production de canne (t)
Nord Grande-Terre	4 500	3 900*	59	230 100
Sud et Centre Grande-Terre	3 153	3 644*	62	225 928
Basse-Terre	4 126	4 133*	70	289 310

Sources : *Plan Sectoriel Canne 2007-2010, Iguacanne, 2007 ; *Assemblées Générales des SICA pour l'exercice 2005/2006*

Le développement de la production cannière est à envisager au regard des possibilités d'accroissement de la sole cannière, avec en particulier :

- la mise en culture des terres en friches appartenant aux collectivités (Conseil Général),
- la mise en culture des terres de la SAFER encore à disposition,
- la reconversion d'exploitations bananières,
- l'introduction de la canne en rotation culturale.

Mise en culture des terres en friches :

Il s'agit de terres du Conseil Général, principalement situées dans le Nord de la Grande-Terre. Leur surface est estimée à 2 000 ha de friches mais, en réalité, elles sont en partie déjà exploitées illégalement par des « squatters ». Il est difficile d'obtenir une estimation précise des surfaces vraiment en friches et non exploitées, car les terres occupées ne sont pas déclarées. La situation devrait évoluer car les procédures de reprise des terres en friches sont entamées pour y favoriser l'installation de jeunes agriculteurs. On peut avancer que la surface à exploiter n'excède pas 800 à 1 000 ha.

Mise en culture de terres de la SAFER :

La SAFER a encore à disposition des surfaces de l'ordre de 1 000 ha à intégrer dans les GFA existants. Ces terres sont principalement situées en Grande-Terre, avec de nombreuses zones de qualité agronomique médiocre avec affleurements calcaires (catégories 3 ou 4). Dans ce cas, l'application de la règle des 60% (obligation de cultiver 60% de la surface totale en canne) n'est pas valable car elle est jugée économiquement non rentable. Par conséquent, on estime que la surface potentielle restante pour la culture de la canne à sucre sur les terres issues de la réforme foncière est réduite à environ 300 ha.

Reconversion d'exploitations bananières :

En 2006, environ 400 ha de canne à sucre sont cultivés dans le Sud de la Basse-Terre (CUMA Côte-au-vent, 2006). Sur ces 400 ha, on distingue 140 ha de culture de canne en rotation dans les systèmes de production bananier et 260 ha de canne issus de la reconversion d'exploitations bananières.

On compte en Guadeloupe 1 800 ha cultivés en banane (Les Producteurs de Guadeloupe, 2007). Dans le cas d'une aggravation de la crise de la banane antillaise, les exploitations en difficulté vont chercher des voies de reconversion, parmi lesquelles la culture de la canne à sucre. Afin d'estimer la surface qui pourrait être cultivée en canne à l'issue du processus de reconversion, on détermine, en première approche, les surfaces cultivées aujourd'hui en banane et mécanisables (c'est-à-dire dont la pente est inférieure ou égale à 15%). Une estimation plus fine nécessiterait de s'intéresser de près à la structure des exploitations concernées et aux règles de décision des planteurs de banane, pour identifier ceux qui seraient vraiment susceptibles de s'orienter vers la canne à sucre. Faut de temps, cet aspect ne sera pas abordé dans cette étude et nous nous contenterons de la première estimation.

En effectuant une requête multicritère sur Géoconcept, (croisement des données de la base de données d'AGRIGUA), on obtient une estimation de la surface mécanisable cultivée en banane : elle s'élève à environ 1 210 ha.

Introduction de la canne dans les rotations culturales :

La rotation banane-canne intercale des cycles de 3 à 7 ans de banane avec des cycles de 2 à 5 ans en canne. Dans le cadre de la rotation, la proportion de la sole bananière plantée en canne est donc de 40% à 50%. Sur les 1 800 ha plantés en canne, on compte environ 1 200 ha de terres mécanisables pour la canne dont 140 ha sont déjà en rotation. Par conséquent, il reste environ 400 ha de canne pouvant être mis en culture dans le cadre de cette rotation.

Pour la rotation melon-canne, la moyenne des cycles est 2 ans de melon pour 2 à 3 ans de canne. La proportion de la sole melonnière plantée en canne est donc 50% à 60%. Sur les 450

ha de melon (DAF, 2005), environ 250 ha de canne peuvent être mis en culture dans le cadre de cette rotation.

Pour la rotation ananas-canne, la moyenne des cycles est 3 ans d'ananas (soit 2 cycles de production) pour 2 à 3 ans de canne, ce qui correspond à mettre en culture en canne 40% à 50% des surfaces de production d'ananas. La sole plantée en ananas étant de 350 ha (AGRESTE, 2005), il reste donc environ 150 ha de canne pouvant être mis en culture dans le cadre de cette rotation.

Il existe d'autres possibilités de rotation faisant entrer la canne à sucre dans les cycles de cultures, notamment des rotations alternant plusieurs cycles de maraîchage avec plusieurs cycles de cultures vivrières et un cycle cultural complet de 5 ans de canne. Mais ces rotations, généralement pratiquées sur de petites exploitations, sont méconnues et le manque d'informations relatives à ces pratiques nous conduit à les écarter de notre propos.

Tableau 9 : Résumé des possibilités d'extension de la sole cannière

	Surface (ha)	Localisation (bassin)
Terres en friches	1000	NGT
Terres de la SAFER	300	NGT
Reconversions d'exploitations bananières	450	SBT
Rotations banane-canne	400	SBT
Rotations melon-canne	250	NGT et SCGT
Rotations ananas-canne	150	NBT
<i>Total</i>	<i>2 550</i>	<i>Guadeloupe continentale</i>

L'accroissement des rendements à l'hectare peut aussi contribuer au développement de la production cannière. La profession envisage des gains de rendement de 5 t/ha à 10 t/ha en moyenne par bassin d'ici à 2010 (IGUACANNE, 2007).

Tableau 10 : Rendements moyens sur les différents bassins canniers de la Guadeloupe « continentale »

Bassin cannier	Rendements moyens en 2006 (t/ha)	Rendements objectifs en 2010 (t/ha)	Rendements objectifs avec irrigation (t/ha)
Nord Grande-Terre	59	64	69
Sud et Centre Grande-Terre	62	67	72
Basse-Terre	70	75	80

Source : Plan Sectoriel Canne 2007-2010, IGUACANNE, 2007

Ces gains de rendements dépendent fortement du développement de l'irrigation, de la diffusion de conseils techniques et de l'application des itinéraires techniques culturaux par les planteurs. Par exemple, la répartition des terres de l'ancienne SCEA Cannes d'Or entre de jeunes agriculteurs et la SICADEG devrait conduire à une gestion plus productive de ces terres. Cette surface de 845 ha devrait permettre de fournir 70 000 t de canne, soit 30 000 t de canne supplémentaires sur le bassin.

Après discussion avec les professionnels, on peut avancer des chiffres réalistes sur les augmentations de rendements envisageables par bassin, en fonction du potentiel de production agronomique de la zone, du développement parallèle ou non de l'irrigation et de l'amélioration des pratiques culturales des planteurs.

Tableau 11 : Résumé des possibilités d'augmentation des rendements en fonction des leviers agronomiques activés

Bassin	Rendements moyens 2006 (t/ha)	Gains de rendement (t/ha)			
		Amélioration des pratiques	20% d'irrigation	40% d'irrigation	60% d'irrigation
NGT	59	5	5	10	15
SCGT	62	5	5	10	15
NBT	68	5	5	10	15
SBT	95	5	5	10	15

Une estimation plus fine de la quantité de cannes disponible nécessiterait de s'intéresser précisément aux exploitations agricoles concernées. Les clés de ce problème résident dans l'identification des déterminants des règles de décision des planteurs afin de comprendre leurs choix stratégiques, et dans l'évolution de l'environnement économique de la filière canne (OCM Sucre et cours mondial du sucre). Faute de temps, cet aspect pourtant important pour la caractérisation de la ressource mobilisable, n'a pas pu être abordé dans l'étude.

En conclusion, on constate que le développement de la production cannière est possible et qu'il est conditionné par de nombreux facteurs techniques, économiques et politiques. Dans le cadre de notre étude, on s'appuiera sur un modèle d'offre en canne pour simuler différentes évolutions possibles de la filière.

4.2) Répartition de la production cannière entre les débouchés de la filière

En Guadeloupe, les principaux débouchés de la canne sont le sucre et le rhum agricole. Par ailleurs, une partie de la production cannière est destinée à la production de boutures pour assurer la replantation des parcelles. Les autres utilisations de la canne, telles la canne de bouche, le sirop de batterie ou le jus de canne traditionnel, sont considérées comme marginales et ne sont pas comptabilisées ici.

Débouché « plants » :

En respectant le cycle de culture de 5 ans et à raison d'une densité moyenne de replantation de 9 t/ha de plants, on considère que 20% des surfaces doivent être replantées chaque année et qu'environ 21 000 t de plants sont nécessaires. Or la quantité de plants réellement utilisés correspond en moyenne à 17 000 t de canne par an (moyenne des campagnes 2000 à 2006, Chambre d'Agriculture) et la surface replantée est en moyenne de 2050 ha par an (bilan des replantations 2000 à 2006 ; CTCS, 2006). On en déduit un taux de renouvellement d'environ 15% et une fréquence de replantation de 6,5 à 7 ans. Cependant, dans le cadre de cette étude, on se réfère aux préconisations délivrées par les conseils en agronomie, avec un taux de renouvellement de 5,5 ans et une densité de replantation de 9 t de canne par ha. Par conséquent, pour une sole de 11 675 ha, il faut compter 19 100 t de canne par an pour respecter le taux de renouvellement des parcelles.

Débouché « rhum agricole » :

Les distilleries agricoles de Guadeloupe « continentale » broient en moyenne 45 000 t de canne par an (moyenne des campagnes 2000 à 2006, Chambre d'Agriculture). Les quantités de cannes broyées en distilleries découlent des quotas de rhum détenus par chaque distillerie

(faible part de la production commercialisée hors contingent pour l'exportation en métropole ou le « grand export » à l'étranger) et de leur poids sur le marché local du rhum. Le marché local étant saturé et le marché international de plus en plus concurrentiel, les distillateurs comptent principalement sur l'octroi de nouveaux quotas pour accroître leur production. Après une longue période de négociations, la France a récemment été autorisée par l'Union Européenne à appliquer un taux d'accise réduit sur le rhum traditionnel des DOM pour un contingent de 108 000 HAP à partir du 1^{er} janvier 2008 et jusqu'à fin 2012. Cette décision étend en durée et en volume (augmentation de 18 000 HAP dont 6 725 HAP pour la Guadeloupe) le dispositif actuel et l'application d'une fiscalité réduite sur la production contingentée. Cependant, l'hypothèse d'une diminution du contingent voire même de la disparition, à terme, de ce dispositif de fiscalité réduite dont bénéficient les rhums traditionnels des DOM, n'est pas exclue.

Il faudra donc tenir compte des différentes évolutions possibles des quotas pour déterminer la part du « tas de cannes » orientée vers les distilleries. De plus, les rendements de conversion des distilleries sont susceptibles d'évoluer, soit d'augmenter dans le cas où, par exemple, l'unité de production investit pour améliorer ses performances techniques, soit au contraire de diminuer, si l'unité ne réalise pas les investissements nécessaires pour maintenir le niveau de performance de son outil de production. Ainsi pour produire une même quantité de rhum, les distilleries utilisent plus ou moins de canne. Pour envisager l'éventuelle amélioration des rendements des distilleries, on retiendra les rendements maximaux obtenus dans les distilleries les plus performantes de Guadeloupe (rendements moyens de 55 l ap/t de canne).

Débouché « sucre » :

Lors de la dernière restructuration industrielle de la filière en 1996, Gardel, unique sucrerie de la Guadeloupe « continentale », a été dimensionnée pour pouvoir absorber la totalité de la production de canne à sucre de l'île. L'unité industrielle est donc dimensionnée sur l'offre en canne, non pas sur la demande en sucre (les investissements de Gardel dans son atelier de broyage vont aussi dans ce sens). Jusqu'à présent, la demande en sucre ne faisait pas défaut, puisque la seule limite à la production était un quota quasiment inaccessible (plus de 100 000 t de sucre pour Gardel). Or, la réforme de l'OCM sucre et le contingentement de la production de sucre accompagné d'un plafonnement des aides, viennent perturber ce système. Ce contingentement risque de porter atteinte au développement de la production cannière, par crainte de surproduction de canne pour une demande limitée en sucre. Le niveau de garanties à la production de canne ne pourrait alors être maintenu. Si la possibilité est évoquée de pouvoir renégocier le plafond imposé à la production de sucre, rien n'assure qu'il en sera toujours ainsi.

Dans ce contexte, l'usine cherche à diversifier sa production en se tournant vers la fabrication de sucres « spéciaux ». Mais bon nombre d'unités sucrières se sont déjà placées sur ce marché de niche des sucres de bouche à haute valeur ajoutée. Pour le moment, la production sous contrats de sucres « spéciaux » ne constitue qu'une part limitée de l'activité de Gardel.

Dans le cadre de notre étude, on envisagera différentes évolutions possibles du plafonnement de la production de sucre afin de déterminer la part du « tas de cannes » destinée à la sucrerie.

En conclusion, diverses tendances de la conjoncture susceptibles de faire évoluer la demande en canne des principaux débouchés de la filière doivent être prises en considération pour avoir un aperçu de la répartition possible de la production cannière entre les usages. L'utilisation d'un modèle de répartition de la production de canne entre les débouchés permet de simuler la ressource mobilisable pour le débouché éthanol dans différentes situations.

Dans le cas où l'activité de production d'éthanol est associée à la production de sucre, on cherche à déterminer les quantités de canne nécessaires pour produire une quantité de sucre donnée selon le procédé de fabrication utilisé. Les prélèvements de la sucrerie sur le « tas de cannes » dépendent donc du choix de procédé retenu et de l'implication de Gardel dans la production d'éthanol. Les éléments de calcul sont donnés dans l'encadré ci-contre (cf. Encadré 9). Les données de rendements en sucre et en égout des différents procédés d'extraction du sucre ont été calculées sur la base de formules de références³³ adaptées aux caractéristiques de production de Gardel³⁴. Pour chaque procédé, on peut ensuite calculer les quantités d'égout obtenues à l'issue du procédé d'extraction du sucre. Selon le type d'égout obtenu, qui est plus ou moins riche (égout A, égout B ou mélasse) en fonction du nombre de jets d'extraction de sucre réalisés, on en déduit la quantité d'égout nécessaire à la fabrication du rhum industriel et la quantité d'égout résiduelle destinée à la fabrication d'éthanol.

L'intérêt de la participation des distilleries agricoles dans la production d'éthanol dépend de l'importance du surplus du « tas de cannes » après prélèvement des différents transformateurs. Les distilleries agricoles, malgré leur capacité de production réduite par rapport à la capacité de broyage de Gardel, présentent l'intérêt de pouvoir dégager des marges d'activités supplémentaires de manière à être largement disponible au cours de l'année, sous réserve d'adopter une organisation adéquate (cf. Encadré 6 p.47).

4.3) Organisation de la production agricole

Les modalités d'organisation de la production agricole sont liées au schéma de transformation choisi. Les variantes envisagées pour la transformation des cannes disponibles en éthanol (cf. p. 32) se répartissent selon deux orientations distinctes :

- ⇒ soit on dissocie les activités de production à débouchés alimentaires (sucre et rhum) et à débouchés non alimentaires (sirop et alcool pour l'éthanol), en conservant le procédé de transformation actuellement mis en œuvre à la sucrerie et en sollicitant une capacité supplémentaire de l'usine pour participer à la production d'éthanol,
- ⇒ soit on associe les activités de production à débouchés alimentaires à la production d'éthanol, en modifiant le procédé de fabrication du sucre ce qui permettrait de dégager, en parallèle, une production complémentaire d'éthanol.

Schéma industriel où l'activité sucre est dissociée de l'activité éthanol :

Si l'on dissocie les activités de production industrielle, on établit une distinction entre la production de canne à débouché sucre et la production de canne à débouché éthanol.

D'une part, la production cannière peut être envisagée dans sa globalité avec une répartition des cannes selon la règle de l'offre et de la demande pour chaque débouché. La finalité est de répondre aux besoins d'approvisionnement des transformateurs selon les objectifs de production prévus et(ou) imposés, en respectant une priorité entre débouchés favorisant les plus rémunérateurs. Selon ce principe, les débouchés sucre et rhum, à haute valeur ajoutée, sont prioritaires sur le débouché éthanol, à moindre valeur ajoutée.

³³ Sources : La sucrerie de cannes, E. Hugot, *Lavoisier Tec & Doc 3^{ème} édition, 1987* ; Cane Sugar Handbook, A manual for cane sugar manufacturers and their chemists, *10th édition, George P. Meade, James C. P. Chem, 1977*

³⁴ Nous n'utilisons pas les mêmes données que dans l'étude de faisabilité d'une filière éthanol carburant (Delta AIC, 2007) : leurs estimations reposent sur les ratios de production de mélasse observés (moyenne sur 15 ans), tandis que nous utilisons des ratios calculés afin de pouvoir comparer les résultats des projets A, B et C. Mais de ce fait, nos résultats de production d'éthanol issu de mélasse ne correspondront pas à ceux avancés par Delta AIC.

Encadré 9 : Calculs des quantités de sucre obtenues à l'issu des procédés de cuisson et de cristallisation proposés et des quantités d'éthanol produites en fonction du type de substrat utilisé

Estimation des quantités de sucre obtenues à l'issu de chaque jet d'extraction

	Masse Cuite A	Masse Cuite B	Masse Cuite C
Quantité de canne (kg)	1000	1000	1000
Proportion de jus de canne	75%	75%	75%
Evaporation (% poids canne)	80%	80%	80%
Quantité de sirop (kg)	220	220	220
Volume Masse cuite (l)	100	70	45
Densité Masse cuite	1.3	1.4	1.5
Quantité Masse cuite (kg)	130	98	67.5
% cristaux Masse cuite (en volume)	65%	59%	49%
Densité égout	1.4 à 1.5	1.4 à 1.5	1.4 à 1.5
Quantité égout estimée (kg)	50	40	30
Densité cristaux	0.8 à 0.95	0.8 à 0.95	0.8 à 0.95
Quantité minimum de sucre extrait masse cuite (kg)	52.0	33.0	17.6
Quantité maximum de sucre extrait masse cuite (kg)	61.8	39.2	20.9
Calculs comprenant les pertes en sucre 6% canne :			
Quantité minimum de sucre extrait masse cuite (kg)	48.9	31.1	16.6
Quantité maximum de sucre extrait masse cuite (kg)	58.0	36.9	19.7

	Procédé à 1 masse cuite	Procédé à 2 masses cuites	Procédé à 3 masses cuites
Production sucre (kg/t canne)	62	85	100
Rendement en sucre (%)	6.2%	8.5%	10%

Source : calculs réalisés à partir de données fournies par Gardel, sur la base de formules de référence issue de La sucrerie de cannes, E. Hugot, Lavoisier Tec & Doc 3^{ème} édition, 1987

Estimation des quantités d'éthanol produit en fonction du substrat utilisé

Type de substrat	Rendement théorique maximum*		Rendements en HAP/t substrat	
	HAP/t substrat	l ap/t cannes	50% rdt max	80% rdt max
Sirop	4.53	99.7	2.27	3.63
Egout A	4.80	24.0	2.40	3.84
Egout B	5.31	21.2	2.66	4.25
Egout C (mélasse)	5.36	16.1	2.68	4.29

*Le rendement théorique maximum est de 0,59 l ap/kg glucose (97% du rendement de Pasteur).

Source : calculs réalisés à partir de données fournies par Gardel, à l'aide de tables de référence de Cane Sugar Handbook, A manual for cane sugar manufacturers and their chemists, 10th edition, George P. Meade, James C. P. Chem, 1977

Cependant, si les décisions d'orientation de la production entre débouchés sont prises uniquement par les planteurs, on risque de déstabiliser la filière. Il semble nécessaire d'établir un prévisionnel pour équilibrer la répartition de la production entre débouchés, avec par exemple, la contractualisation de la production, ce d'autant plus si les modalités de paiement aux planteurs diffèrent selon le débouché de la canne.

D'autre part, on peut proposer d'autres possibilités pour rationaliser l'organisation de la production cannière sur le territoire :

- 1) Le territoire peut être découpé en bassins canniers dédiés à un débouché spécifique de la canne, qui serait choisi sur des critères quantitatifs et qualitatifs (caractéristiques intrinsèques de la canne produite sur les différentes zones agropédoclimatiques, adéquation entre les caractéristiques technologiques de la canne et les critères de qualité requis pour le débouché) ou sur des critères de distance entre le bassin d'approvisionnement et l'unité de transformation (définition d'une aire de collecte par unité pour un usage donné).
- 2) L'organisation du territoire peut être basée non pas sur un découpage spatial figé mais évoluant par cycle dans le temps :
 - soit en établissant des sous-bassins dédiés à un débouché au sein de chaque bassin et en alternant entre les débouchés alimentaires (sucre et rhum) et éthanol. La fréquence de la « rotation » pourrait être calée sur le cycle de production annuel ou sur le cycle cultural.
 - soit en pratiquant dans chaque exploitation cannière, des systèmes de cultures canniers intégrés, basés sur des rotations de canne à débouché alimentaire (variétés sélectionnées pour leur richesse et culture cyclée sur les périodes de maturation) et de canne à débouché énergétique (variétés sélectionnées pour leur Brix, sans critère de pureté, culture cyclée pour favoriser les rendements et augmenter les fréquences de coupe).

Schéma industriel où l'activité sucre est associée à l'activité éthanol :

Dans ces schémas industriels, on n'établit plus de distinction entre les cannes destinées au débouché sucre et celles destinées au débouché éthanol puisque les deux débouchés sont liés par un même processus industriel. On conserve donc le schéma d'organisation de la production cannière actuel. Néanmoins l'augmentation du « tas de cannes » à capacité de broyage constante, entraîne nécessairement une augmentation de la durée de la campagne. Cet allongement de la campagne doit s'accompagner d'un décalage de la période de récolte, de sorte à commencer le plus tôt possible pour ne pas risquer qu'elle soit perturbée par l'arrivée de la saison des pluies.

B/ EVALUATION ECONOMIQUE

1-Coûts de production et intérêt économique des planteurs

L'évaluation de l'intérêt économique du planteur repose sur le calcul de sa marge brute et donc la connaissance de ses coûts de production et de sa rémunération. On compare la marge brute obtenue lorsque la production de canne est destinée à la production d'éthanol à la marge brute calculée lorsqu'elle est destinée au sucre ou au rhum. La marge brute sert d'indicateur pour évaluer l'intérêt du planteur à orienter sa production vers un débouché plutôt qu'un autre

(hors l'état de la trésorerie du planteur à laquelle nous n'avons pas accès³⁵, la rationalité économique prime dans le processus de décision du planteur, qui va s'orienter vers le débouché lui garantissant le meilleur revenu). On prend pour référence la marge brute moyenne calculée sur chaque bassin (rendements et richesses moyens).

Si la production d'éthanol est associée à la production de sucre, le planteur suit l'itinéraire technique actuel pour la production de canne. Les coûts de production correspondent donc aux coûts moyens calculés sur chaque bassin. En revanche, si la production de canne est exclusivement dédiée au débouché éthanol (cannes transformées en sirop pour l'éthanol), le planteur peut adopter un itinéraire technique différent. Les coûts de production pourraient par conséquent s'en trouver modifiés. Cependant, comme nous l'avons noté dans les paragraphes précédents, il n'existe pas à l'heure actuelle d'itinéraire technique spécifique pour la culture de la canne pour l'éthanol. La conception d'itinéraires techniques adaptés reste à mettre au point et la sélection de variétés de cannes pour l'éthanol est en cours³⁶. Ne pouvant approfondir davantage ce point, nous considérons qu'il n'y a pas de différence de coûts de production pour le planteur, qu'il cultive sa canne pour le sucre, le rhum ou l'éthanol.

Si le même système est appliqué pour payer les cannes pour le sucre ou l'éthanol, le niveau de revenu du planteur est identique quel que soit le débouché de sa production. Par souci d'équité et pour ne pas déstabiliser la filière, ce principe peut être adopté au moins dans un premier temps. Ainsi, dans le cas où la production d'éthanol est associée à la production de sucre, il n'y a pas de raison de modifier le système de paiement de la canne à la richesse, puisque l'on valorise la canne pour son sucre extractible, les égouts riches pour le rhum et l'éthanol comme dans la situation actuelle.

En revanche, dans le cas où la production d'éthanol est dissociée de la production de sucre, on peut imaginer que des modalités différentes soient instaurées pour payer les cannes destinées à l'éthanol et les cannes destinées au sucre. En effet, le paiement à la richesse ne se justifie plus si les cannes sont destinées à l'éthanol, car il faut rémunérer la canne pour ses sucres totaux et non plus seulement pour son sucre extractible (saccharose). On peut par exemple envisager d'indexer les modalités de rémunération sur le Brix de la canne. Cependant, l'introduction de différents systèmes de paiement risque d'avoir des incidences négatives sur l'organisation de la production et de complexifier le découpage des bassins d'approvisionnement de chaque débouché. C'est pourquoi on considère, dans un premier temps, que les mêmes modalités de paiement, donc le même niveau de revenu, sont proposés au planteur à la livraison de sa production dans une unité, quelle que soit ensuite l'utilisation de la canne.

Les éléments de calcul de la marge brute dégagée par le planteur en fonction de sa localisation (appartenance à un bassin cannier) et de ses performances de production (rendement et richesse) sont présentés ci-contre (cf. Encadré 10).

A partir de ces données, on peut mesurer l'évolution de la marge brute du planteur en fonction de ses gains de rendement et de son adhésion à des pratiques permettant de réaliser des économies notamment sur les achats d'intrants. Le différentiel de marges brutes (par rapport à la situation de référence) montre dans quelle mesure des gains de productivité et des pratiques moins coûteuses peuvent compenser et permettre d'affronter une diminution du prix industriel.

³⁵ Du fait de l'absence d'observatoire agricole économique en Guadeloupe, de données du Recensement Général Agricole (RGA) et d'articles de référence récents, il faudrait mettre en place des enquêtes pour disposer d'informations économiques précises sur les producteurs de canne.

³⁶ Travaux menés au Brésil par le Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) et le Redes Interuniversitaria para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (RIDESA), travaux du West Indies Central Sugar Cane Breeding Station (WICSCBS) à la Barbade.

Encadré 10 : Eléments de calcul de la marge brute des planteurs en fonction de leurs performances de production et de la rémunération proposée

Bassin	SICA	Coût plantation (€/ha)	Coût entretien (€/ha)	Coût récolte mécanique (€/t)	Coût récolte manuelle (€/t)	Aide replantation (€/ha)	Aide transport (€/t)
NGT	SICADEG	2 736	768	15.25	23.63	1358	2.24
SCGT	SICAGRA	2 283	784	15.25	23.63	1358	2.24
NBT	UDCAG	2 741	1 121	15.24	23.17	1358	2.24
SBT	UDCAG	2 741	1 121	16.77	25.15	1358	3.76

Bassin	Rendement « de base » (t/ha)	Rendement moyen sur 5 ans (t/ha)	Richesse moyenne	Prix « de base » à la RS (€/t)	Prix payé à la RS (€/t)	% récolte mécanique	% récolte manuelle
NGT	64	X	9.6	58.28	X	97%	3%
SCGT	67	X	9.4	58.28	X	75%	25%
NBT	70	X	8.5	54.31	X	65%	35%
SBT	100	X	7	48.92	X	100%	0%

		Prix industriel modifié (€/t)	% prix industriel de base	Economie (€/ha/cycle)	
% irrigation	Gain rdt (t/ha)			Pratique agricole	
0%	0	34.47	X%	Travail minimum	300
20%	5	30.5		Ecumes	300
40%	10	25.11		Vinasses méth.	390
60%	15			Total (€/HA pour 5 ans)	990
80%	20				
100%	25	738.7	X%		

Bassin	Récolte mécanique			Marge brute pondérée par type de récolte (€/ha/an)	Récolte manuelle		
	Charges (€/ha/an)	Revenus (€/ha/an)	Marge brute (€/ha/an)		Charges (€/ha/an)	Revenus (€/ha/an)	Marge brute (€/ha/an)
NGT	X	X	X	X	X	X	X
SCGT	X	X	X	X	X	X	X
NBT	X	X	X	X	X	X	X
SBT	X	X	X	X	X	X	X

Bassin	Production moyenne « de base » - Récolte mécanique			Marge brute « de base » pondérée par type de récolte (€/ha/an)	Production moyenne « de base » - Récolte manuelle		
	Charges (€/ha/an)	Revenus (€/ha/an)	Marge brute « de base » (€/ha/an)		Charges (€/ha/an)	Revenus (€/ha/an)	Marge brute « de base » (€/ha/an)
NGT	2 137.60	4 144.88	2 007.28	1 991.19	2 673.92	4 144.88	1 470.96
SCGT	2 105.55	4 326.44	2 220.89	2 080.53	2 667.01	4 326.44	1 659.43
NBT	2 511.88	4 230.10	1 718.22	1 523.94	3 066.98	4 230.10	1 163.12
SBT	3 122.08	5 539.60	2 417.52	2 417.52	3 960.08	5 539.60	1 579.52

2- Coûts de revient et rentabilité des industriels

Pour des industriels, on s'intéresse au coût de revient du produit transformé. Le calcul porte sur des coûts marginaux, puisque l'on considère la production d'éthanol comme un débouché complémentaire des débouchés traditionnels, les charges fixes étant financées par les productions traditionnelles de l'unité. Ce fonctionnement supplémentaire de l'unité permet de mettre à profit l'outil industriel pendant des périodes de disponibilité (hors immobilisations nécessaires pour la maintenance du matériel), et ainsi utiliser pleinement sa capacité installée. Cette activité est rentable pour l'industriel si le produit transformé est vendu à un prix supérieur ou égal à son coût de revient. L'industriel perçoit un intérêt économique à participer à la production d'éthanol à partir du moment où le revenu qu'il tire de la transformation effectuée lui rapporte au moins sa marge minimum espérée, c'est-à-dire s'il commercialise le produit issu de cette transformation à son coût de revient augmenté de la marge fixée.

Tableau 12 : Produit commercialisé par unité mobilisée dans la production d'éthanol selon la transformation effectuée

Unité industrielle	Matière première	Type de transformation	Produit commercialisé
Gardel	Canne à sucre	Broyage des cannes Evaporation et concentration du jus en sirop	Vente de sirop
SIS	Sirop	Fabrication d'éthanol à partir de sirop	Vente d'éthanol
Gardel	Canne à sucre	Broyage des cannes Procédé de fabrication du sucre à 2 masses cuites	Vente d'égout B
SIS	Egout B	Fabrication d'éthanol à partir d'égout B	Vente d'éthanol
Gardel	Canne à sucre	Broyage des cannes Procédé de fabrication du sucre à 1 masse cuite	Vente d'égout A
SIS	Egout A	Fabrication d'éthanol à partir d'égout A	Vente d'éthanol
Distillerie agricole	Canne à sucre	Fabrication d'alcool de canne (titre <90°)	Vente d'alcool
SIS	Alcool	Rectification et déshydratation d'alcool	Vente d'éthanol

Pour chaque unité, les éléments de coûts à comptabiliser pour déterminer le coût total généré par le fonctionnement supplémentaire dû à la production d'éthanol, ont été répertoriés dans les tableaux suivants.

Tableau 13 : Eléments constitutifs du coût de revient de Gardel

GARDEL		
durée campagne sucre ou sucre/éthanol	nombre de jours de campagne nombre de jours de rouaison	
durée inter-campagne	nombre de mois-équivalent en coût à payer nombre de mois d'entretien réel	

durée campagne sirop/éthanol	nombre de jours de campagne nombre de jours de rouaison		
quantité de canne pour le sucre (t)			
quantité de canne pour le sucre et l'éthanol (t)			
quantité de cannes pour le sirop pour l'éthanol (t)			
prix payé à la tonne de canne pour le sucre (€/t)			
prix payé à la tonne de canne pour le sucre et l'éthanol (€/t)			
prix payé à la tonne de canne pour le sirop pour l'éthanol (€/t)			
prix des intrants à la t de canne (€/t)			
montant des salaires chargés	ATELIER		
	réception et préparation	nombre salaires taux horaire moyen (€/H) total moyen salaires (€/8H) nombre d'équipes	
	broyage	nombre salaires taux horaire moyen (€/H) total moyen salaires (€/8H) nombre d'équipes	
	épuration	nombre salaires taux horaire moyen (€/H) total moyen salaires (€/8H) nombre d'équipes	
	évaporation	nombre salaires taux horaire moyen (€/H) total moyen salaires (€/8H) nombre d'équipes	
	crystallisation (procédé à 3 masses cuites)	nombre salaires taux horaire moyen (€/H) total moyen salaires (€/8H) nombre d'équipes	
	cuisson A et sucres spéciaux	nombre salaires taux horaire moyen (€/H) total moyen salaires (€/8H) nombre de quarts	
	turbinage	nombre salaires taux horaire moyen (€/H) total moyen salaires (€/8H) nombre de quarts	
	séchage	nombre salaires taux horaire moyen (€/H) total moyen salaires (€/8H) nombre de quarts	
	cuisson B	nombre salaires taux horaire moyen (€/H) total moyen salaires (€/8H) nombre de quarts	
	cuisson C	nombre salaires salaire moyen (€/H)	
	arrière-usine	nombre salaires taux horaire moyen (€/H) total moyen salaires (€/8H) nombre de quarts	

montant des salaires chargés	expédition	nombre salaires taux horaire moyen (€/H) total moyen salaires (€/8H) nombre de quarts	
	transport en camion	nombre salaires taux horaire moyen (€/H) total moyen salaires (€/8H) nombre de quarts	
	silo	nombre salaires taux horaire moyen (€/H) total moyen salaires (€/8H) nombre de quarts	
amortissement réel du matériel	cour à cannes (€) cour à cannes (€/jour)		
	broyage (€) broyage (€/jour)		
	épuration (€) épuration (€/jour)		
	évaporation (€) évaporation (€/jour)		
	cristallisation (total) cristallisation (total/jour)		
	cuisson A (€) cuisson A (€/jour)		
	cuisson sucres spéciaux (€) cuisson sucres spéciaux (€/jour)		
	cuisson B (€) cuisson B (€/jour)		
	cuisson C (€) cuisson C (€/jour)		
	turbinage (€) turbinage (€/jour)		
	séchage (€) séchage (€/jour)		
	expédition t€ expédition (€/jour)		
	5 camions 10 chauffeurs		
	silo (Jarry)		
	conso énergie hors campagne	montant facture d'électricité (€/mois)	
salaires chargés hors campagne	entretien usine		
production de sucre brut vrac (t) <i>dont production de sucres spéciaux vrac (t)</i> production de mélasse (t) production d'égout A (t) production d'égout B (t) production de sirop vrac (t)			

Source : Gardel

Toutes les données économiques utilisées ont été directement communiquées par Gardel, elles sont issues de la comptabilité analytique de l'usine traitée à notre demande pour répondre

spécifiquement aux besoins de l'étude. Il manque des données d'amortissement de certains ateliers et le coût du fret pour l'expédition du sucre. Par conséquent, le coût de revient de la production de sucre hors contingent, calculé dans l'évaluation de projet, est minimisé.

Les données relatives aux nombres de jours de campagne et de jours de rouaison sont issues de calculs de moyennes sur les années 2000 à 2006.

Le coût de revient de la mélasse produite à Gardel est considéré comme nul. Cependant, Gardel valorise sa mélasse à 80 €/t auprès de la SS dans le cadre de la production de rhum et au prix qui prévaut sur le marché mondial pour ce qui concerne les excédents de mélasse. Dans le cas de la valorisation de ces excédents de mélasse en éthanol à la SIS (cf. ci-après : projet C), on considère que le prix d'achat de la mélasse pour l'éthanol est le même que celui calculé pour le sirop (coût de revient du sirop produit à Gardel pondéré par la quantité de mélasse destinée à l'éthanol).

Tableau 14 : Estimation des éléments constitutifs du coût de revient de la SIS

SIS		
durée de la campagne rhum	nombre de mois nombre de jours	
durée d'inter-campagne	nombre de mois nombre de jours	
durée de la campagne éthanol	nombre de mois nombre de jours	
<i>COUTS en CAMPAGNE RHUM et ETHANOL</i>		
quantité d'égout pour le rhum (t)		
quantité de sirop pour l'éthanol (t)		
surplus d'égout pour l'éthanol (t)		
prix de l'égout pour le rhum (€/t)		
prix du sirop pour l'éthanol (€/t)		
prix de l'égout pour l'éthanol (€/t)		
prix des intrants à la tonne de mélasse (€/t)		
coût du traitement vinasses supplémentaires (€/HAP)		
prix des intrants à l'HAP produit (€/HAP)		
consommation d'énergie (€/j en marche normale)		
consommation d'énergie (€/j en marche pour l'éthanol)		
montant des salaires chargés	ATELIER	
	production rhum	salaire annuel charges patronales salaire chargé annuel nombre de salariés
	production éthanol	salaire annuel charges patronales salaire chargé annuel nombre de salariés
	traitement vinasses	salaire annuel charges patronales salaire chargé annuel nombre de salariés
amortissements	amortissements rhum amortissements éthanol (€/mois)	

<i>COUTS en INTER-CAMPAGNE</i>	
consommation d'énergie (€/mois)	
<i>PRODUCTION</i>	
Production de rhum vrac sortie colonne (HAP)	
Production d'éthanol vrac sortie colonne (HAP)	
Production de vinasses (m3)	

La SIS ayant refusé de collaborer à cette étude, toutes les données se rapportant à la distillerie et à son fonctionnement nous ont été rapportées au cours d'entretien avec des acteurs de la filière ou sont issues de sources annexes (cf. Références bibliographiques).

Les calculs économiques ont été réalisés avec les données limitées dont nous avons pu disposer. Il se peut, par conséquent, que certains aspects technico-économiques n'aient pas été pris en compte du fait d'une connaissance approximative du fonctionnement de la distillerie et du détail des frais et des charges susceptibles d'augmenter avec l'activité de production. Nos résultats intermédiaires sont utilisés pour les besoins de l'étude, mais ils sont émis sous toute réserve en l'absence de validation par la SIS.

Le dimensionnement de l'unité et sa capacité de production installée sont des aspects importants pour l'étude. Dans les scénarios où la quantité de substrat pour l'éthanol est supérieure à la quantité de matière première que peut transformer la SIS fonctionnant en marche annuelle, on ignore quels investissements seraient nécessaires pour obtenir le dimensionnement adéquat, ni quel impact ces investissements auraient sur les coûts de revient de l'alcool et surtout si le débit de la rivière dans laquelle est rejetée une partie des vinasses méthanisées, serait suffisant pour supporter ce surplus d'activité. Ceci nous a conduit à faire l'hypothèse suivante : le coût de revient de l'éthanol produit dans une distillerie destinée exclusivement à ce débouché et située sur le site de Gardel est proche du coût de revient de l'éthanol produit à la SIS lorsque la distillerie fonctionne en marche annuelle. En effet, en équipant la sucrerie de Gardel d'une unité de distillation, on pourrait profiter de l'approvisionnement en vapeur et électricité générés à partir de bagasse par la CTM en plus de limiter les coûts logistiques (Rapport Delta AIC, 2007).

Dans la perspective de l'amélioration des rendements en alcool obtenus pour les différents types d'égouts utilisés et selon leurs caractéristiques, il est difficile d'avancer une estimation de la capacité de production alors mobilisable à la SIS. Nos calculs reposent sur l'hypothèse suivante : l'augmentation des rendements en alcool (passant de 50% à 80% du rendement théorique maximum³⁷) correspond à une accélération des réactions de fermentation du procédé et s'accompagne donc d'une augmentation proportionnelle de la capacité de production journalière de la SIS (de 430 HAP/jour à 688 HAP/jour).

Enfin on suppose que les procédés de fabrication d'éthanol sont similaires quel que soit le substrat fermentescible utilisé. La densité adéquate pour la fermentation est obtenue par dilution du substrat, il suffit donc d'ajuster la dilution en fonction des caractéristiques de la matière première. On suppose que la complémentation du milieu fermentaire en azote et phosphore est également similaire, ainsi que l'ajustement du pH.

³⁷ On peut obtenir des gains de rendement en alcool en cherchant des améliorations de la matière première (substrat mélangé avec de la mélasse, dilution avec du jus de canne plutôt qu'avec de l'eau, enrichissement en azote par ajout de vinasses,...) et des procédés (optimisation du processus fermentaire, performances du dispositif de distillation,...) (Fahrasmane, Parfait, 2006). Au Brésil, le rendement moyen de production d'éthanol est proche des 90% du rendement théorique maximum (0,53 HAP/kg de glucose) (Fahrasmane, Ganou-Parfait, 1998).

Tableau 15 : Eléments constitutifs du coût de revient de la distillerie Espérance (Longueteau)

Distillerie agricole : Distillerie ESPERANCE (Longueteau)			
durée de la campagne rhum	nombre de mois nombre de jours		
durée d'inter-campagne	nombre de mois nombre de jours		
durée de la campagne éthanol	nombre de mois nombre de jours		
COUTS en CAMPAGNE RHUM et ETHANOL			
quantité de canne pour le rhum (t) quantité de canne pour l'éthanol (t) prix de la canne pour le rhum (€/t) prix de la canne pour l'éthanol (€/t) prix des intrants à la tonne de cannes (€/t) consommation d'énergie (€/t ou €/mois de marche)			
montant des salaires chargés	ATELIER		
	réception et préparation	nombre de salariés salaire moyen (€/H) nombre d'heures/mois	
	broyage	nombre de salariés salaire moyen (€/H) nombre d'heures/mois	
	fermentation	nombre de salariés salaire moyen (€/H) nombre d'heures/mois	
	distillation	nombre de salariés salaire moyen (€/H) nombre d'heures/mois	
	conditionnement et expédition	nombre de salariés salaire moyen (€/H) nombre d'heures/mois	
amortissement réel du matériel (prise en compte de l'usure)	cours à cannes (€) cours à cannes (€/jour)		
	broyage (€) broyage (€/jour)		
	fermentation (€) fermentation (€/jour)		
	distillation (€) distillation (€/jour)		
	traitement effluents (€) traitement effluents (€/jour)		
	chaudière (à bagasse) (€) chaudière (à bagasse) (€/jour)		
	COUTS en INTER-CAMPAGNE		
	consommation d'énergie (€/mois)		
salaires chargés	entretien	nombre de salariés salaire moyen (€/jour ou /mois)	
PRODUCTION			
Production de rhum vrac sortie colonne (l ap) Production d'éthanol vrac sortie colonne (l ap) Production de vinasses (m3)			

Source : Distillerie Longueteau

Les distillateurs de rhum agricole nous ont fourni toutes les informations techniques souhaitées sur leurs unités de production au cours d'entretiens. Par la suite et malgré notre insistance, aucune des données économiques demandées ne nous a été communiquée, exception faite de la contribution de Mr Longueteau. Face à ce constat, nous n'avons pas pu réaliser de simulations économiques les faisant intervenir dans la production d'éthanol, ce qui aurait pourtant pu être intéressant dans certains scénarios.

3- Coûts de transport

Dans tous les schémas de transformation industrielle proposés, il y a deux étapes de transport à prendre en compte, avec :

- d'une part, le transport des cannes de la parcelle récoltée au site de réception et broyage,
- d'autre part, le transport du produit intermédiaire issu de la première à la seconde unité de transformation mobilisée pour achever le procédé de fabrication d'éthanol.

Il faut donc comptabiliser le coût du transport de la matière première, dit « coût du transport agricole » et celui du transport du produit intermédiaire, dit « coût du transport industriel ».

3.1) Coût du transport agricole

Le prix au kilomètre varie selon le type de matériel utilisé :

- équipement routier : 1,5 €/km
- équipement agricole : 2,1 €/km

Ces estimations sont extraites d'une étude du transport agricole en Guadeloupe et de simulations des coûts du transport (Dagallier JC, Bévis-Surprise J, 2006).

La prise en charge du transport de la canne revient au planteur qui est responsable de sa marchandise jusqu'à la réception de sa production. Le transfert de propriété de la canne a lieu soit au centre de transfert soit à l'usine.

Sur le bassin de la Basse-Terre, le planteur prend en charge le transport de sa production de la parcelle au centre de transfert. Les centres de transfert sont situés de sorte à ce que toute parcelle soit comprise dans un rayon d'environ 10 km de distance au premier site de livraison de la canne. A partir des centres de transfert, Gardel supporte le coût du transport des cannes sur les 50 km qui séparent en moyenne les centres de l'usine.

Sur les bassins de Grande-Terre, il n'y a pas de centre de transfert et le planteur doit transporter sa livraison directement à l'usine. Les parcelles du Nord Grande-Terre sont en moyenne à 25 km de distance de l'usine et celle du Sud Grande-Terre à 15 km en moyenne.

Les planteurs utilisent en général des remorques agricoles ou routières d'une capacité de 15 t de canne. Le transport des cannes des centres de transfert à l'usine est assuré par une flotte de semi-remorques, appelés « titans », d'une charge utile de 20 t de canne.

3.2) Coût du transport industriel

Les coûts du transport du sirop, de l'égout ou de l'alcool jusqu'à la SIS, sont estimés selon le schéma de transformation adopté.

Les distances à parcourir entre unités sont mentionnées dans le Tableau 5 (cf p.37).

Les égouts et le sirop peuvent être transportés de Gardel à la SIS dans les camions citerne, d'une charge utile de 25 t, utilisés actuellement pour le transport des mélasses. On estime le prix au kilomètre de ce type de matériel à 1,5 €/km soit à 6 € par tonne de substrat pour l'éthanol transportée sur les 50 km qui séparent Gardel de la SIS.

Nous n'avons pas d'informations concernant le matériel à utiliser pour un éventuel transport de l'alcool des distilleries agricoles à la SIS et le prix du transport au kilomètre avec ce type d'équipement.

3.3) Prise en charge du transport et rentabilité des opérateurs

Le transport agricole est en partie pris en charge par les planteurs, Gardel en payant aussi une part dans le cas de la livraison des cannes au centre de transfert.

Le coût du transport du produit intermédiaire peut être partagé entre les deux transformateurs impliqués ou entièrement pris en charge par le 1^{er} ou le 2nd transformateur.

Dans l'hypothèse de l'installation d'une distillerie sur le site de Gardel, le coût global du transport serait inférieur au total calculé dans la situation actuelle où deux sites de production distincts sont nécessaires pour produire de l'éthanol. L'intégration de la filière éthanol, en limitant le nombre d'intermédiaires, permettrait d'en améliorer la rentabilité.

Il faudra par la suite discuter d'éventuelles subventions au transport qui pourraient être accordées aux acteurs supportant cette charge (intervention de la Région ou aides de l'Etat). Cette question n'est pas approfondie dans la présente étude.

4- Calcul économique pour la Région

Dans l'évaluation économique menée à l'échelle de la Région, on ne prend en compte que les effets directs de la mise en œuvre de la filière éthanol. Les retombées économiques indirectes, des impacts sociaux de ce projet et des externalités positives en terme environnemental et énergétique, ne sont pas évaluées dans cette étude, faute de moyens et de temps.

L'impact de la réalisation du projet pour la Région est ressenti en particulier au niveau des entrées fiscales liées à l'importation de carburant pétrolier. L'utilisation d'éthanol en substitution à l'essence entraîne une perte de revenus pour la Région puisque la taxe spéciale sur les carburants (TSC), qui s'élève à 56,76 €/hlde carburant, n'est applicable dans le cas de l'utilisation de biocarburants que sur la part d'essence que comprend le mélange. Du point de vue des effets économiques directs, la mise en place d'une filière éthanol en Guadeloupe crée donc un manque-à-gagner chiffrable pour la Région mais permet, en contrepartie, de limiter les importations de pétrole et d'accroître l'indépendance énergétique de l'île.

C/ CONSTRUCTION D'OUTILS D'EVALUATION DE LA FILIERE ETHANOL

1- Modèle d'accessibilité aux parcelles

Une des premières difficultés rencontrées pour l'évaluation de la faisabilité technique de la filière porte sur la détermination des jours où les parcelles sont accessibles pour récolter les cannes et les transformer en éthanol. On insiste particulièrement sur ce problème dans le scénario de valorisation des cannes reportées, car la récolte se déroulerait obligatoirement pendant la saison des pluies (entre la fin de la campagne sucrière, juillet à août, et le mois de janvier de l'année suivante). L'accessibilité aux parcelles est une contrainte forte qui pèse sur les possibilités d'approvisionnement des unités mobilisées pour la production d'éthanol.

Pour déterminer les jours disponibles pour la coupe mécanique des cannes, il faut tenir compte du type d'équipement utilisé, des conditions climatiques et des caractéristiques du sol. Ces paramètres et variables sont intégrés dans un modèle d'accessibilité aux parcelles, dont la structure et le fonctionnement sont présentés dans le détail en annexe (cf. Annexe 2) ainsi que quelques sorties graphiques.

2- Modèle logistique d'approvisionnement des unités pour la production d'éthanol

L'évaluation de la faisabilité technique de la filière éthanol requiert la définition des modalités de déroulement de la campagne « éthanolière » : production agricole (choix des variétés, des dates de plantation et de récolte, les plus appropriées pour le débouché éthanol), organisation de la récolte et transformation industrielle. Les principaux déterminants de l'organisation de la récolte des cannes pour l'éthanol sont l'accessibilité aux parcelles, la disponibilité des opérateurs de récolte et de transport (elle-même fonction du type d'équipement à disposition), et les contraintes de durée minimum et de régularité de fonctionnement des usines. Enfin, l'organisation de la transformation industrielle dépend de la capacité de production des unités, de leur disponibilité (par rapport à leur activité traditionnelle de production de sucre ou de rhum) et de leur rayon d'action qui est fonction de la distance séparant l'unité du bassin d'approvisionnement.

On construit un modèle logistique d'approvisionnement des unités candidates à la production d'éthanol permettant d'intégrer ces multiples contraintes agricoles et industrielles, afin de ne retenir que les schémas de déroulement de la campagne cohérents et techniquement réalisables (cf. Annexe 3).

3- Modèle de simulation de l'offre en canne et de la répartition de la ressource entre débouchés

Ce modèle de simulation couple l'offre en canne à la répartition de la production cannière entre les débouchés de la filière. Cet outil permet d'envisager différents scénarios d'évolution

de la production cannière et leurs répercussions sur l'équilibre et l'organisation de la filière selon les débouchés proposés (cf. Encadré 11). Il est essentiellement utilisé dans les scénarios où le débouché éthanol est introduit dans la filière canne en complément des productions de sucre et rhum.

L'offre en canne dépend des surfaces de production et des rendements observés par zone (fonction des conditions du milieu et des pratiques culturales). La répartition de la production cannière dépend de l'offre en canne et de la distribution géographique des plantations de canne, de la demande (fonction des besoins d'approvisionnement des usines et des objectifs quantitatifs de production) et des performances techniques des unités (rendements de conversion). Le modèle nous donne en sortie la quantité de cannes mobilisable pour le débouché éthanol et leur distribution entre les zones de production cannière.

4- Calculateur économique : évaluation économique de projet par acteur

L'évaluation économique de projet est faite pour chaque acteur : agriculteurs, transformateurs impliqués et Région. Elle repose sur le calcul du différentiel de rentabilité pour l'acteur mettant en œuvre le projet, par rapport à la situation de référence sans projet. Ce choix de méthode limite la quantité d'informations à collecter auprès des acteurs généralement réticents à détailler leurs coûts de production. On ne considère que les données de fonctionnement afin d'estimer le coût de revient d'une production basée sur un accroissement d'activité des unités de transformation. On s'intéresse donc à des coûts marginaux. Le détail de la méthode suivie pour évaluer chacun des projets envisagés dans les différents scénarios de l'étude, est présenté en annexe (cf. Annexe 4).

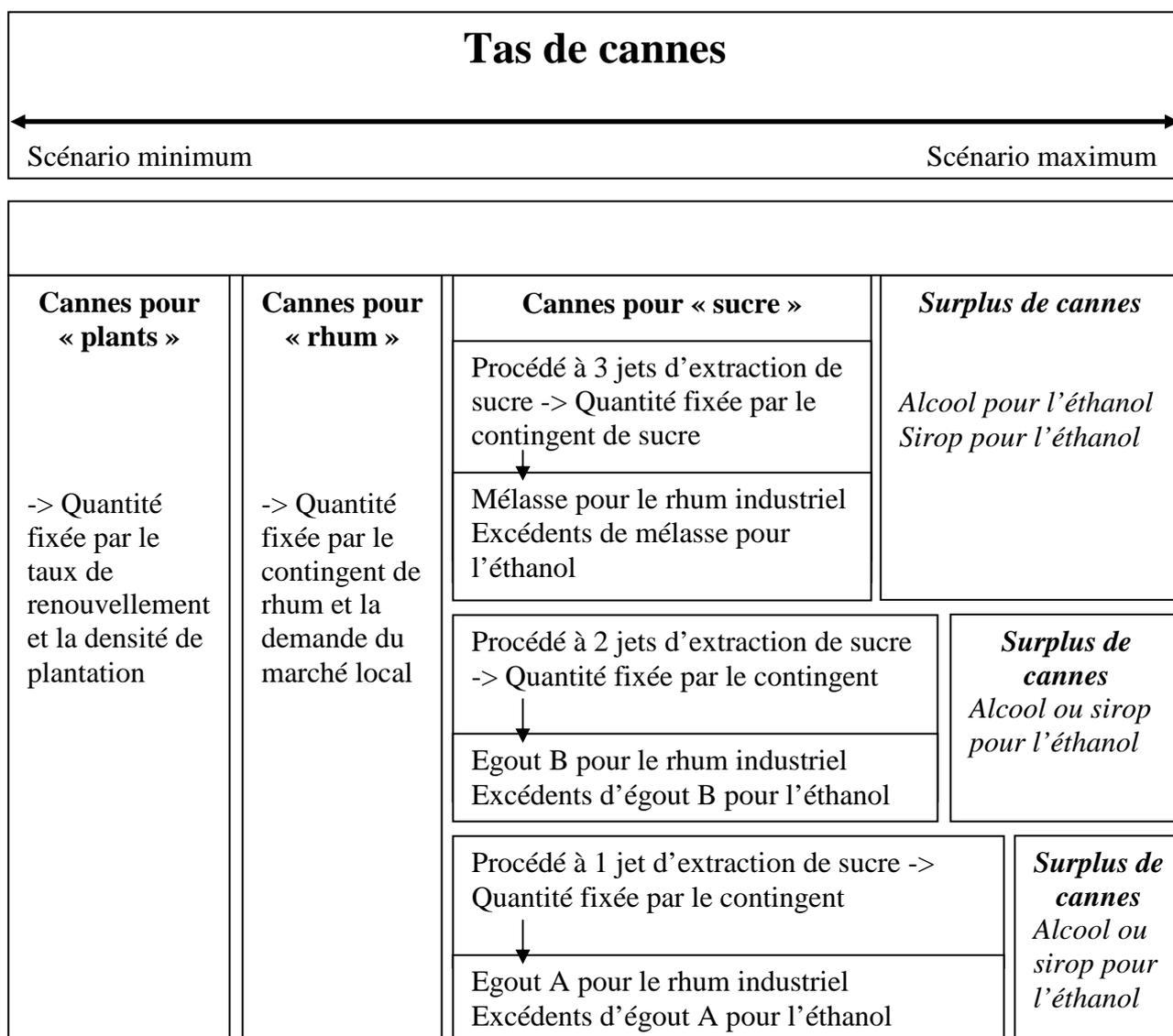
Le calculateur économique, composé d'un fichier de données et de tableaux de résultats, permet de simuler l'impact de variations de l'offre en canne ou de changements de prix des intrants sur les coûts de revient des producteurs. Cet outil permet de calculer les seuils de rentabilité du projet par acteur et donc d'ajuster les prix d'achats en fonction des coûts de revient de chacun des intermédiaires. L'analyse économique a pour but de proposer des modalités de calibration des rémunérations et d'éventuelles politiques de soutien aux différents acteurs.

Rappelons que des hypothèses et estimations technico-économiques ont dû être faites pour mener à bien les calculs économiques (concernant Gardel et la SIS), et que les simulations faisant intervenir les distilleries agricoles n'ont pas pu être menées, en l'absence de communication de leurs données économiques.

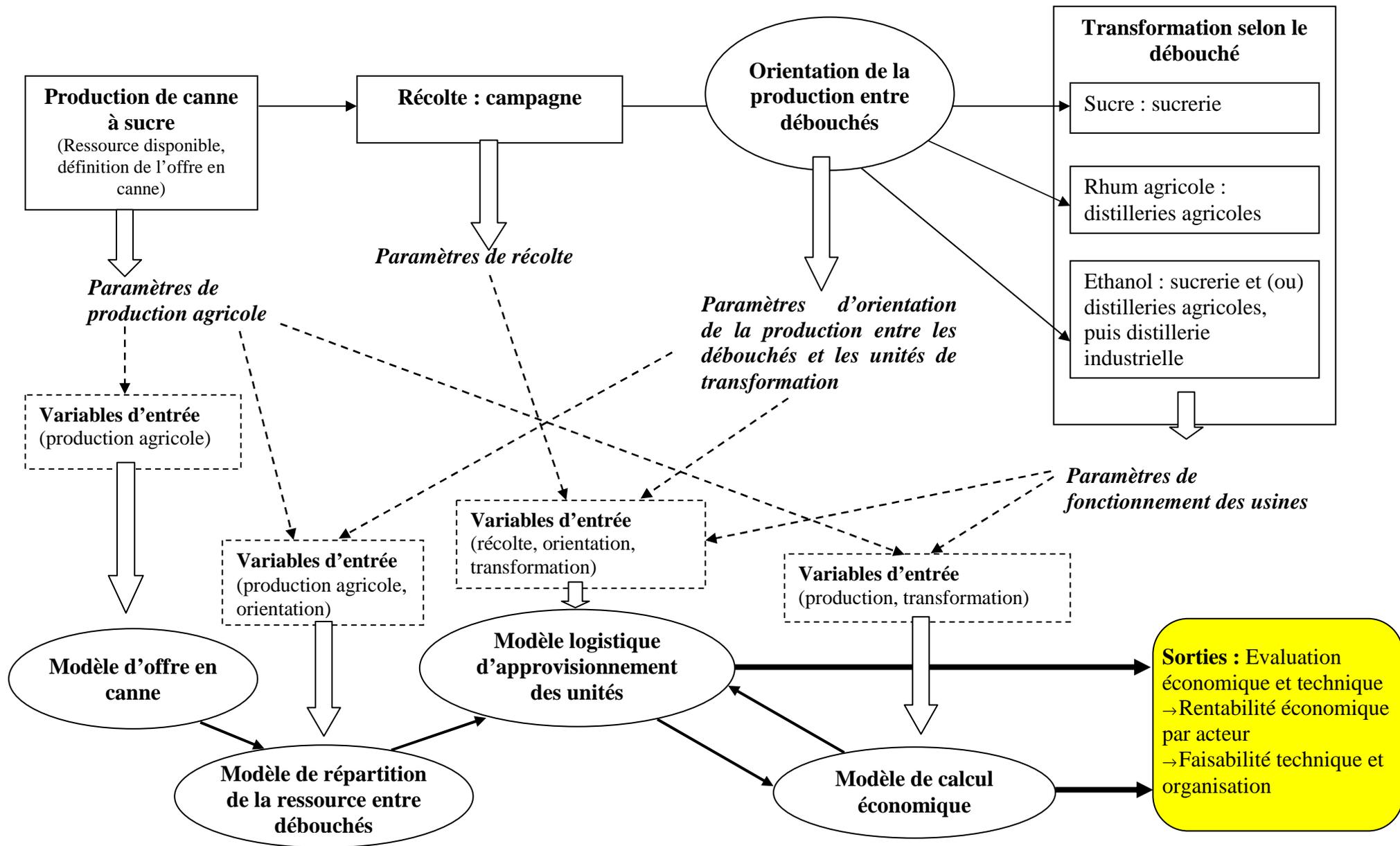
Représentation des différents outils utilisés et de leur articulation :

Les figures suivantes (Encadrés 12 et 13) représentent les différents outils construits et utilisés pour répondre aux problèmes posés dans l'étude, ainsi que leur articulation dans la démarche.

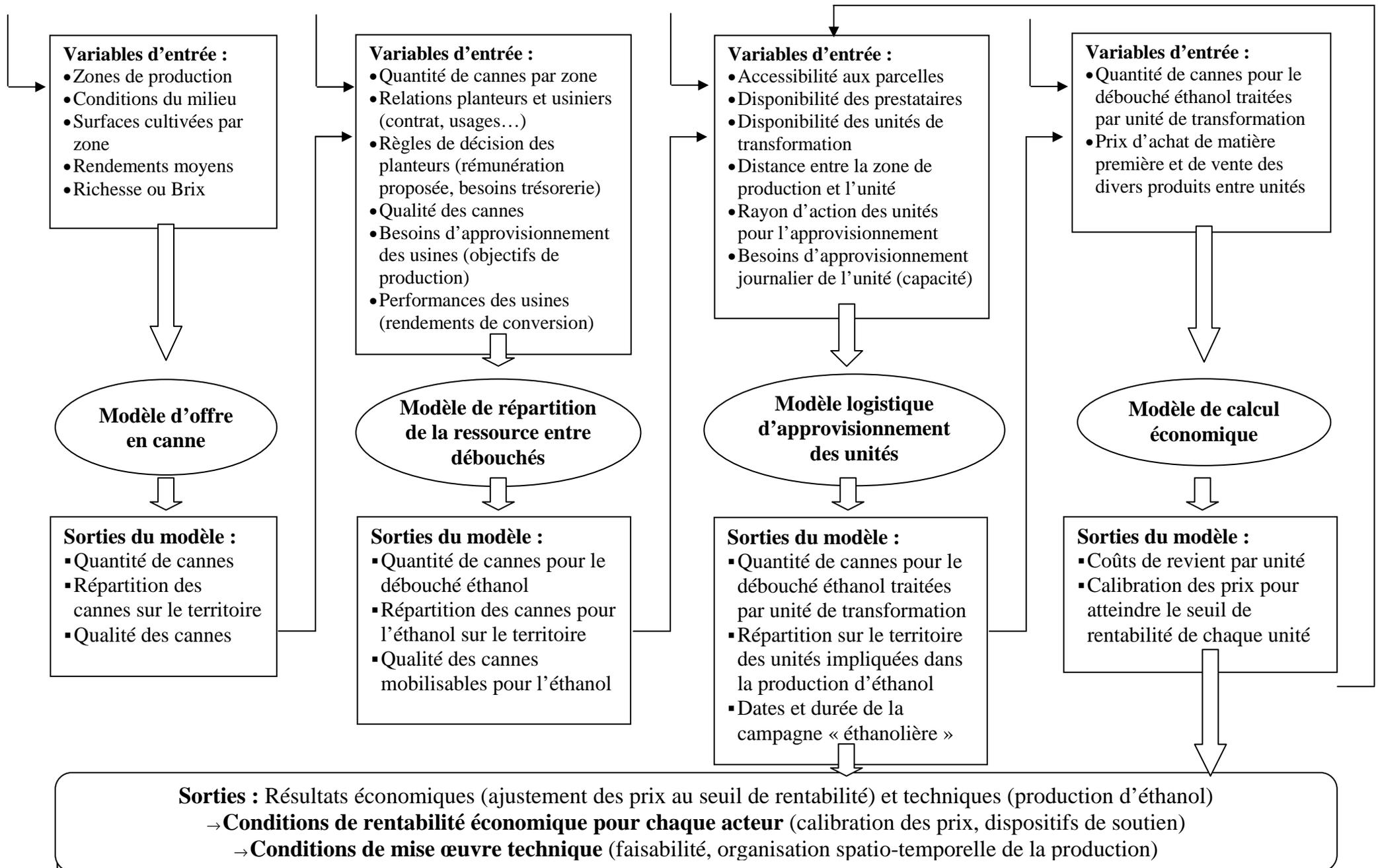
Encadré 11 : SCHEMA DE LA REPARTITION DU TAS DE CANNES ENTRE LES DEBOUCHES DE LA FILIERE ET EN FONCTION DU PROCEDE DE FABRICATION DU SUCRE



Encadré 12 : Le système « filière canne » et les modèles utilisés pour représenter son fonctionnement dynamique



Encadré 13 : Articulation des différents modèles utilisés pour l'évaluation de la filière éthanol



V. Construction des scénarios d'étude

1- Construction de scénarios de contexte

Les scénarios de contexte servent de point de départ aux scénarios d'étude.

On liste les variables internes (contexte local) et externes (macrocontexte) du système « filière canne » et les processus, dont l'évolution à l'horizon 2015 aurait de fortes répercussions sur le système.

1.1) Variables internes et externes du contexte du système

Variables internes :

- Production cannière : sole cannière, rendements à l'hectare, rendements en sucre, recherche agronomique et diffusion de conseils techniques, développement des autres filières agricoles.
- Production industrielle : capacité de production, rendements des procédés, recherche en procédés et technologies et diffusion de conseils techniques.
- Politiques régionales : promotion des filières des énergies renouvelables, soutien aux filières agricoles respectueuses de l'environnement, gestion de l'eau et du foncier, protection de la santé publique, protection du marché local (préférence communautaire et régionale), fiscalité des carburants.

Variables externes :

- Economiques : cours des marchés mondiaux (pétrole, sucre, mélasse, éthanol, CO₂).
- Politiques agricoles européennes : devenir de l'OCM sucre et de la PAC, dispositions particulières accordées aux RUP, renforcement des mesures de protection de l'environnement.
- Politiques environnementales européennes et nationales : lutte contre le réchauffement climatique, développement de l'usage (la demande) et de la production (l'offre) en agroressources utilisées à des fins non alimentaires.
- Politiques énergétiques européennes et nationales : promotion des biocarburants (obligations d'incorporation, application de la réglementation étendue aux DOM, aides à la production), développement des énergies renouvelables (développement de la demande : incitations fiscales, mesures contraignantes assorties de pénalités, développement de l'offre : soutien à la production et aides aux investissements), certification des biocarburants sur des critères environnementaux, sociaux et de durabilité (meilleure maîtrise des importations dans l'UE depuis des pays producteurs d'éthanol).

1.2) Processus et hypothèses d'évolution

Recherche agronomique et diffusion de conseils techniques aux planteurs :

-> L'amélioration des itinéraires techniques et l'adhésion des planteurs aux « bonnes » pratiques (professionnalisation des planteurs) permettent d'accroître les rendements à l'hectare et les rendements en sucre. Le secteur cannier devient plus performant.

-> La généralisation d'itinéraires techniques et de pratiques agricoles dégageant des économies, permettent aux planteurs de réduire leurs coûts de production (gestion raisonnée des intrants, valorisation de co-produits de la filière comme fertilisants, développement du travail minimum du sol). La production cannière accroît sa compétitivité.

Procédés technologiques et diffusion de conseils techniques aux industriels :

-> Les unités industrielles impliquées dans la production d'éthanol gagnent en productivité grâce à l'amélioration des rendements des procédés.

-> Les unités industrielles restent au niveau de performance de la situation actuelle.

Volonté politique locale :

-> Sous l'impulsion des collectivités locales, la construction de barrages est entreprise. Ceux-ci permettent le développement de l'irrigation et l'augmentation des rendements en canne.

-> Les procédures entreprises par les collectivités territoriales débouchent sur la mise en culture des terres en friches avec l'installation de jeunes agriculteurs et au remembrement des parcelles « squattées » pour une culture plus intensive de la canne à sucre.

Place des autres filières agricoles : la filière élevage et la filière de diversification s'affirment, s'organisent et se développent (évolution parallèle des autres filières agricoles et modification de l'équilibre régional).

-> Ces filières gagnent une telle importance (valeur économique des produits agricoles, nombre de producteurs, part de la SAU) qu'elles prennent le dessus sur la filière canne.

-> Le marché intérieur est vite saturé et les possibilités d'exportation limitées. L'expansion de ces filières est rapidement limitée et la filière canne garde une place prépondérante dans le paysage agricole.

Crise de la banane :

-> La crise de la banane s'aggrave, la régression de la filière banane se poursuit jusqu'à sa disparition.

-> La filière banane se redresse (replantations d'où accroissement de la sole, objectif de 75% du quota atteint en 2009, aides maintenues).

Crise de la contamination des sols à la chlordécone :

-> Résolution de la crise par une réglementation souple qui autorise la poursuite de la production agricole sur les terres contaminées (les seuils de toxicité sont supérieurs aux teneurs maximales mesurées dans tous produits, études de toxicité à l'appui).

-> Application d'une réglementation stricte (tolérance zéro vis-à-vis de la molécule) qui interdit l'exploitation de ces terres à des fins alimentaires.

Réforme de l'OCM sucre :

-> Les DOM peuvent bénéficier des aides à la restructuration des filières sucrières.

-> Les DOM n'ont pas accès aux fonds de restructuration prévus pour le redéploiement et la reconversion des secteurs sucriers européens.

Révision de l'OCM sucre : les aides à la filière canne-sucre sont revues à la baisse.

-> Les RUP, auxquelles appartiennent les DOM, ne bénéficient pas de régime dérogatoire par rapport à l'application de l'OCM sucre, le contingent et le quota de sucre de la Guadeloupe sont réduits et fixés, quelle que soit la production cannière de l'année.

-> La part des quotas de sucre contingentée (écoulement de la production et aides à la production garanties) accordée aux DOM, peut être renégociée chaque année et adaptée en

fonction de l'offre en canne de l'année (augmentation si le « tas de canne » dépasse 825 000 t, diminution s'il est inférieur à 500 000 t).

Quotas de rhum :

-> La restriction de la protection des productions nationales remet en cause le système de contingent et de réduction de la fiscalité dont bénéficient les rhums traditionnels des DOM.

-> Les négociations sur le contingent de rhum, qui limite les quantités de rhum bénéficiant d'une réduction de droit d'accise afin de faciliter leur écoulement sur le marché national, aboutissent à une augmentation du quota de rhum produit en Guadeloupe.

Politiques environnementales nationales ou européennes : les contraintes environnementales s'exercent de plus en plus sur le secteur agricole.

-> Les aides à l'agriculture sont attribuées sur des critères d'éco-conditionnalité renforcée (seulement accordées aux filières agricoles les plus respectueuses de l'environnement) auxquels répond la culture de la canne à sucre qui peut donc postuler aux aides.

Politiques énergétiques nationale :

-> Les aides aux filières énergies renouvelables et(ou) les aides pour le développement des biocarburants permettent de soutenir la filière éthanol en Guadeloupe.

-> A partir de 2010, la TGAP « biocarburants » est appliquée dans les DOM avec une obligation d'incorporation par les distributeurs répartie entre régions.

-> A partir de 2010, la TGAP « biocarburants » est appliquée dans les DOM et le taux d'incorporation obligatoire pour les distributeurs est global, calculé à l'échelle nationale.

Cours du pétrole : le cours du pétrole augmente parallèlement à l'épuisement de ses stocks naturels dans des conditions d'exploitation économiquement acceptables.

-> L'augmentation du cours du pétrole s'accélère.

-> L'augmentation se ralentit.

-> La tendance s'inverse : son prix diminue.

On propose des scénarios du prix du brut compris dans une fourchette de valeurs vraisemblables à l'échéance 2015 : entre 60 \$/bl et 120 \$/bl.

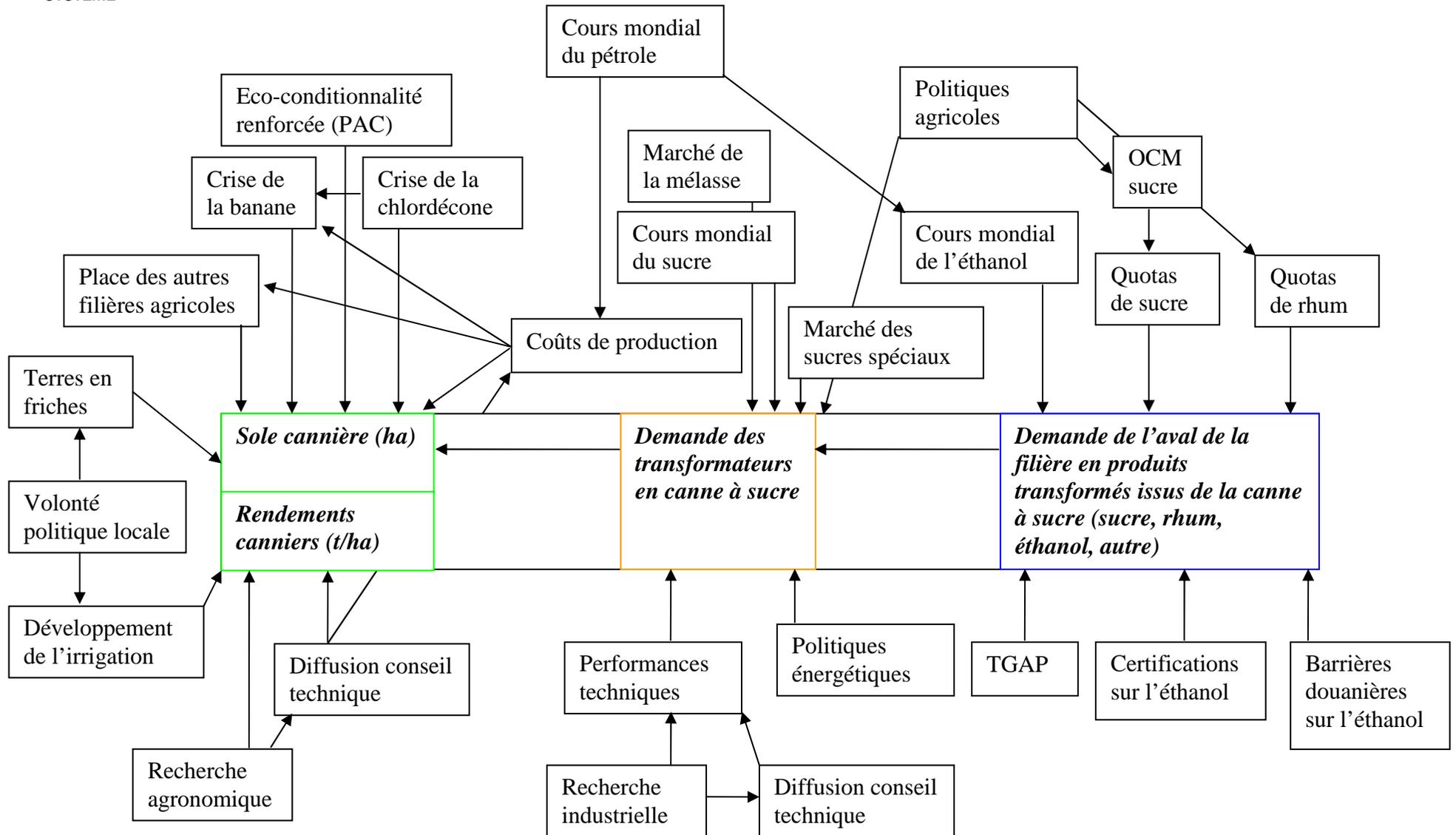
Cours du sucre : le cours mondial du sucre fluctue mais les perspectives de prix restent à la baisse sur le long terme.

-> Le cours du sucre diminue et se stabilise à un prix largement inférieur au prix de référence fixé par l'UE jusqu'en 2014/2015.

-> Le cours mondial du sucre remonte jusqu'à rattraper, en 2015, le prix de référence fixé par l'Europe.

Les aspects sociologiques ne sont pas abordés dans cette étude. Si l'on approfondissait ces aspects, il serait intéressant de formuler des hypothèses sur la capacité de coordination stratégique des acteurs de la filière canne au sens large (professionnels de la filière, acteurs de la R&D, pouvoirs publics, Région et collectivités territoriales responsables du développement des territoires, consommateurs) et son influence sur le dynamisme du secteur éthanol, pouvant aboutir à deux résultats opposés : coordination des stratégies et cohérences entre acteurs, ou à l'inverse, fragmentation des stratégies par appréciations disparates des perspectives et manque de cohérence des politiques publiques.

ENCADRE 14 : REPRESENTATION DYNAMIQUE DU SYSTEME ET DES FACTEURS DE L'ENVIRONNEMENT AGISSANT SUR LES PRINCIPALES VARIABLES DU FONCTIONNEMENT DU SYSTEME



1.3) Hypothèses et évolution des variables du contexte

1.3.1) Hypothèses portant sur les variables techniques

- Production cannière : d'environ 800 000 à 1 250 000 t de cannes.
- Taux de renouvellement des plantations de canne : 5 ans.
- Densité de replantation des cannes par bassin (influence du choix des variétés) : 10 t/ha en Nord Grande-Terre et Basse-Terre, 8 t/ha en Sud Grande-Terre.
- Production de rhum agricole contingentée : 8 383 HAP répartis entre les distillateurs de Guadeloupe continentale (augmentation de 125% du quota de rhum agricole par rapport aux 3 714 HAP octroyés jusqu'à fin 2007).
- Capacité de broyage moyenne de Gardel : 5 500 à 6 000 t/jour.
- Rendements en sucre obtenus selon le procédé d'extraction mis en œuvre (donné en poids de sucre % poids de canne) : rendement de sucre de 10% avec le procédé actuel des trois masses cuites, de 8,5% de sucre avec le procédé des deux masses cuites et de 6,2% de sucre avec le procédé à une masse cuite.
- Rendements en égout des masses cuites (donné en poids d'égout % poids de canne) : rendement de la masse cuite C de 3% de mélasse (égout C), de la masse cuite B de 4% d'égout B, de la masse cuite A de 5% d'égout A.
- Rendements en alcool en fonction du type de substrat fermentescible utilisé : 50% à 80% du rendement théorique maximum calculé par type de substrat.
- Ration de surconsommation d'E85 par rapport à l'ESP : 1,25.

1.3.2) Hypothèses portant sur les variables économiques

- Contingent de production de sucre couvert par l'enveloppe d'aides à la filière canne : 50 000 à 100 000 t de sucre pour Gardel.

On suppose que la part de cette enveloppe destinée à couvrir l'aide économique accordée aux cannes pour la production de sucre contingentée, est garantie quelle que soit le type de procédé d'extraction du sucre employé.

- Aides à la production de cannes vendues en sucrerie pour la production d'éthanol accordées dans le cadre de la politique de soutien aux filières des biocarburants et des énergies renouvelables : même niveau de subventions que pour la production de sucre (équivalent à l'aide économique) ou absence de subvention.
- Prix payé à la tonne de canne en sucrerie : niveau de rémunération équivalent quel que soit le débouché, le prix industriel (payé par la sucrerie) étant ajusté en fonction du soutien accordé à la production.

Cette hypothèse est discutable si les moyens et les coûts de production de la canne pour l'éthanol diffèrent de ceux de la canne pour le sucre, ce qui sera certainement le cas avec la production de biocarburant de 2^{ème} génération valorisant la plante entière (variétés, itinéraire technique, rendements, critères de qualité technologique...)

- Ethanol totalement détaxé (pas de fiscalité existant à ce jour en Guadeloupe sur les biocarburants) : E85 taxé sur son contenu en essence (15% d'ESP, taxes de 9,42 €/hl d'E85).
- Marges prélevées par les intermédiaires : 5% à 15% du coût de revient de la production.
- Cours du pétrole : 60 à 120 \$/bl.
- On suppose qu'une variation du prix du baril de pétrole se répercute pour moitié sur le prix plancher de l'essence à la SARA (Delta AIC, 2007).
- Cours du sucre sur le marché mondial : 200 à 300 €/t.
- Cours de la mélasse sur le marché mondial : 40 à 100 €/t.

2- Description des scénarios d'étude

La combinaison d'hypothèses d'évolution formulées précédemment permet de définir des scénarios de contexte envisageables à l'horizon 2015. Pour être retenues, les combinaisons d'hypothèses doivent respecter la cohérence des interrelations entre variables et processus, et leur hiérarchisation selon leur influence sur le système. On élimine les situations triviales pour ne retenir que les scénarios de contexte pertinents, définissant des situations initiales contrastées de nos scénarios d'étude. Celles-ci donnent lieu à des scénarios de développement graduel de la filière éthanol. Les scénarios d'étude sont mis en situation à l'horizon 2015.

2.1) Scénario conduisant à un faible développement de la filière éthanol (scénario d'appoint)

L'augmentation avérée du prix du pétrole justifie la recherche de carburants de substitution. En Guadeloupe, les projets de production locale d'éthanol aboutissent au lancement d'une filière approvisionnée par les surplus de mélasse des sucreries.

Par ailleurs, aux regards des spécificités des DOM, l'Etat accorde à titre dérogatoire son soutien à la filière canne guadeloupéenne. Les aides nationales viennent compenser les restrictions des aides européennes attribuées au secteur sucrier dans le cadre de l'OCM sucre. L'enveloppe d'aides permet de couvrir une production de 95 000 t de sucre pour la Guadeloupe, soit 76 000 t de sucre pour Gardel, ce qui ne laisse quasiment pas de marges de progression pour le développement de la production cannière. Ce contexte peu propice au développement de la filière canne n'incite pas de nouveaux agriculteurs à se tourner vers cette culture. La sole cannière se maintient à niveau à partir de 2010 : les rendements ont augmenté de 5 t/ha en moyenne depuis 2006 sans développement notable de l'irrigation.

L'offre en canne s'élève de 800 000 t à 850 000 t en Guadeloupe continentale, avec l'envoi de 700 000 t à 750 000 t de canne en sucrerie. Gardel fabrique environ 75 000 t de sucre selon le procédé des trois masses cuites et fournit plus de 22 000 t de mélasse à la SIS qui la transforme en rhum industriel (à raison de 35 000 HAP issus de 15 000 t de mélasse) puis en éthanol.

Cependant, lorsque les conditions de récolte sont défavorables (en particulier pour des raisons climatiques), il arrive que la totalité du « tas de cannes » ne puisse pas être récoltée pendant la campagne. Les cannes laissées sur pied sont alors récoltées dès que les conditions le permettent et transformées en sirop destiné à la production d'éthanol. Ainsi les planteurs ne sont pas pénalisés et peuvent toucher un revenu, tandis que leurs cannes constituent une source d'approvisionnement supplémentaire pour la filière éthanol.

2.2) Scénario de développement de la filière éthanol limité à la reconversion en cultures énergétiques des sols contaminés (scénario de reconversion)

La crise du chlordécone trouve une issue défavorable pour l'agriculture avec l'interdiction d'exploiter les terres contaminées à des fins alimentaires. Cependant, pour préserver les surfaces agricoles du risque de déclassement de terrains et rassurer une population légitimement méfiante, une politique régionale incitative de valorisation de ces sols à des fins énergétiques est initiée.

Cette démarche conduit à cultiver de la canne à sucre pour la production d'éthanol sur les terres mécanisables. La production étant limitée à cette zone avec environ 2 000 ha à exploiter (potentiel de production entre 200 000 t et 350 000 t de canne), le schéma de transformation industrielle retenu en première approche consiste à utiliser les structures industrielles en place. L'instauration d'un système rigoureux de traçabilité des cannes cultivées sur sols contaminés et la décontamination systématique du matériel industriel utilisé pour la transformation de ces cannes garantissent la stricte séparation des filières alimentaires et non alimentaires. Les modalités de paiement des planteurs sont adaptées par rapport au principe établi pour la rémunération des cannes destinées à la production de sucre.

Le coût de revient d'éthanol déshydraté produit dans une installation dédiée constitue un élément de comparaison, qui permet de mettre en perspectives les résultats obtenus dans ce scénario et viendra compléter les conclusions à en tirer.

2.3) Scénario de développement de la filière éthanol selon différentes marges de progression de la production (scénario d'alternative énergétique)

2.3.1) Hypothèses conduisant au développement « minimum » de la production cannière

- Les programmes d'irrigation n'aboutissent pas faute d'un soutien politique suffisant.
 - Le contingent de sucre fixé par l'Etat et non négociable, ne laisse pas de marges de progression pour l'industrie du sucre.
 - Le climat d'incertitudes et le peu de lisibilité des perspectives d'avenir de la production de sucre entraînent une vague de démotivation parmi les planteurs, soucieux du débouché principal de leur production, et n'incitent pas les autres agriculteurs à se tourner vers la culture de la canne à sucre.
 - Les filières de diversification végétale et d'élevage s'organisent et se développent, ces productions deviennent plus attractives pour des agriculteurs tentés par cette voie, parfois au détriment de la production cannière.
 - La crise du chlordécone se résout en faveur de la poursuite de l'agriculture traditionnelle sur la zone contaminée.
 - On assiste à la relance de la production de banane en Guadeloupe.
 - La procédure d'installation d'agriculteurs sur les terres en friches du Nord Grande-Terre tarde à aboutir (manque de suivi dans les démarches), peu d'agriculteurs parviennent à obtenir des terres, les surfaces offertes sont limitées et les bénéficiaires ne privilégient pas la culture de la canne à sucre.
 - Les pratiques de rotation avec la canne ne se généralisent pas.
- ➔ Pas de développement de la sole cannière : 12 300 ha
 - ➔ Faible développement de l'irrigation dont bénéficie seuls 20% de la surface en canne
 - ➔ Efforts de productivité : progression des rendements moyens de 5 t/ha
 - ➔ Production moyenne de canne : 900 000 t (cf. Encadré 15)
 - ➔ Offre en canne de sucrerie : 800 000 t (cf. Encadré 15)

Dans ce contexte, l'intérêt des acteurs de la filière canne à s'investir dans la production d'éthanol et de la Région à soutenir ce programme est aléatoire. L'évaluation des différents projets de production d'éthanol en fonction des évolutions possibles du marché (cours du pétrole, marché mondial du sucre, marché contingenté du sucre) conforte le déroulement de ce scénario.

ENCADRE 15 : SORTIE DU MODELE D'OFFRE EN CANNE, DEVELOPPEMENT MINIMUM DE LA PRODUCTION CANNIERE

Scénario de développement de la production cannière (> 2010)				Situation actuelle production cannière			
Bassin	Surface (ha)	Rendement (t/ha)	Production (t)	Bassin	Surface (ha)	Rdt (t/ha)	Production (t)
NGT	4 500	69	310 500	NGT	4 500	59	265 500
S-CGT	3 644	74	262 368	S-CGT	3 644	62	225 928
NBT	3 733	75	279 975	NBT	3 733	68	253 844
SBT	400	105	42 000	SBT	400	95	38 000
Total	12 277		894 843	Total	12 277		783 272

Hypothèses d'évolution des variables de la sole cannière			Se réalise	Ne se réalise pas
H1	Crise de la chlordécone	FAUX	2000	0
H2	Crise de la banane	FAUX	1000	0
H3	Terres en friche	FAUX	1000	0
H4	Terres de la Safer	FAUX	300	0
H5	Développement en NGT des rotations melon	FAUX	150	0
H6	Développement en SCGT des rotations melon	FAUX	100	0
H7	Développement des rotations ananas en NBT	FAUX	150	0
H8	Développement des rotations banane en SBT	FAUX	400	0
H9	Développement des autres filières	VRAI	0.5	1

Hypothèses d'évolution des variables de rendements en canne			Se réalise	Ne se réalise pas
H'1	20% d'irrigation de la sole cannière	VRAI	5	0
H'2	40% d'irrigation de la sole cannière	FAUX	10	0
H'3	60% d'irrigation de la sole cannière	FAUX	15	0
H'4	80% d'irrigation de la sole cannière	FAUX	20	0

Bilan Offre / Demande en canne

	Evolution du contingent de sucre		
	scénario minimum	répartition usines	scénario maximum
Quotas sucre	62 500		80 000
part Gardel	50 000	80%	64 000
part SRMG	12 500	20%	16 000
Besoins canne	625 000		800 000
Besoins Gardel	500 000		640 000

Evolution quotas rhum agricole								
	quota minimum (HAP)	quota maximum (HAP)	besoins minimum (t de canne)	besoins maximum (t de canne)	besoins totaux quotas actuels	besoins canne quotas*125%	rendements de conversion (HAP/t canne)	consommation canne actuelle (t)
Total	3 714	8 383			54600	72 921		
Bologne	975	2 201	2 167	4 890	18000	22 890	0.45	18000
Damoiseau	1 421	3 207	2 584	5 831	20000	25 831	0.55	20000
Longueteau	217	490	603	1 360	3600	4 960	0.36	3600
Montebello	435	982	1 243	2 805	8000	10 805	0.35	8000
Reimonenq	379	855	948	2 139	3000	5 139	0.4	3000
Séverin	287	648	574	1 296	2000	3 296	0.5	2000
	<i>quotas actuels</i>	<i>augmentation de 125% des quotas</i>						54600

Besoins boutures pour renouvellement (t de cannes)		
zones	quantité de boutures (t)	situation actuelle (t)
NGT	9 000	9 000
S-CGT	5 830	5 830
NBT	7 466	7 466
SBT	800	800
TOTAL	23 096	23 096

taux moyen de renouvellement 5 ans densité de 8 ou 10 t/ha

Offre en canne de sucrerie (Gardel) donnée en t		
Bassin	taux replantation et quota rhum minimums	taux replantation et quota rhum maximums
NGT	265 736	253 009
S-CGT	251 405	250 080
NBT	268 866	264 075
SBT	34 145	31 661
Total	820 153	798 825

2.3.2) Hypothèses conduisant au développement « maximum » de la production cannière

-Sous l'impulsion des politiques régionales, la construction de barrages qui permettent le développement de l'irrigation, est entreprise.

-Les aides à l'agriculture (PAC) sont attribuées selon des mécanismes d'éco-conditionnalité renforcée (toutes les aides directes des revenus agricoles sont découplées, c'est-à-dire versées indépendamment des choix et des niveaux des produits, sans autre contrainte que le maintien des terres en usage agricole dans de bonnes conditions agricoles et environnementales), sur des critères favorisant les filières agricoles les plus respectueuses de l'environnement auxquels répond la culture de la canne à sucre (contrairement aux autres filières de productions végétales, banane et cultures de diversification à hauts niveaux d'intrants).

-Les aides au développement et à la promotion des biocarburants concourent au soutien de la filière éthanol en Guadeloupe qui bénéficie d'une forte volonté politique.

-Malgré les incertitudes quant à l'avenir de la production sucrière, les planteurs restent confiants dans leur débouché, notamment grâce au lancement de la filière éthanol en Guadeloupe (valorisation des excédents de mélasse), et maintiennent la canne à sucre dans leur assolement. La canne garde une place prépondérante dans l'agriculture.

-Suite à la suppression des quotas sucriers (fin de l'OCM sucre et réforme de la PAC), un régime dérogatoire est accordé dans les DOM, le sucre de canne y étant classé parmi les produits « sensibles ». L'établissement d'un contingent de sucre fixé par l'Etat sans renégociation possible laisse peu de marges de progression pour la production de sucre en Guadeloupe, dans un cadre subventionné. Néanmoins, la possibilité de vendre du sucre au cours mondial (production industrielle alors non subventionnée) n'est pas exclue par les industriels.

-Les filières de diversification végétale et d'élevage s'affirment et s'organisent, mais le marché intérieur est vite saturé et les possibilités d'exportation sont restreintes, ce qui limite rapidement le développement de ces filières.

-La crise du chlordécone se résout en faveur de la poursuite de l'agriculture traditionnelle sur la zone contaminée.

-La crise de la banane s'aggrave en Guadeloupe. Ce processus entraîne une reconversion massive des agriculteurs vers d'autres cultures, essentiellement la canne à sucre sur les terres mécanisables.

-Les procédures entreprises par les collectivités territoriales débouchent sur la mise en culture des terres en friches du Nord Grande-Terre avec l'installation de jeunes agriculteurs, et sur le remembrement des parcelles « squattées » pour une culture plus productive de la canne à sucre qui garde une place prépondérante dans les assolements.

-Les terres de la SAFER encore à disposition dans le Nord Grande-Terre sont intégrées dans les GFA existants qui ont l'obligation d'en cultiver une partie en canne.

-Les rotations faisant intervenir la canne se développent du fait des bénéfices agronomiques et environnementaux reconnus de cette culture.

- ➔ Développement de la sole cannière : 15 000 ha (sortie du modèle : 14 977 ha)
- ➔ Développement de l'irrigation sur 60% de la surface en canne (augmentation moyenne du rendement de 15 t/ha)
- ➔ Efforts de productivité : progression des rendements moyens de 5 t/ha
- ➔ Production moyenne de canne : 1 250 000 t (cf. Encadré 16)
- ➔ Offre en canne de sucrerie : 1 150 000 t (cf. Encadré 16)

ENCADRE 16 : SORTIE DU MODELE D'OFFRE EN CANNE, DEVELOPPEMENT MAXIMUM DE LA PRODUCTION CANNIERE

Scénario de développement de la production cannière (> 2010)			
Bassin	Surface (ha)	Rendement (t/ha)	Production (t)
NGT	5 950	79	470 050
S-CGT	3 744	82	307 008
NBT	3 883	85	330 055
SBT	1 400	115	161 000
Total	14 977		1 268 113

Situation actuelle production cannière			
Bassin	Surface (ha)	Rdt (t/ha)	Production (t)
NGT	4 500	59	265 500
S-CGT	3 644	62	225 928
NBT	3 733	68	253 844
SBT	400	95	38 000
Total	12 277		783 272

Hypothèses d'évolution des variables de la sole cannière			Se réalise	Ne se réalise pas
H1	Crise de la chlordécone	FAUX	2000	0
H2	Crise de la banane	VRAI	1000	0
H3	Terres en friche	VRAI	1000	0
H4	Terres de la Safer	VRAI	300	0
H5	Développement en NGT des rotations melon	VRAI	150	0
H6	Développement en SCGT des rotations melon	VRAI	100	0
H7	Développement des rotations ananas en NBT	VRAI	150	0
H8	Développement des rotations banane en SBT	VRAI	400	0
H9	Développement des autres filières	FAUX	0.5	1

Hypothèses d'évolution des variables de rendements en canne			Se réalise	Ne se réalise pas
H'1	20% d'irrigation de la sole cannière	FAUX	5	0
H'2	40% d'irrigation de la sole cannière	FAUX	10	0
H'3	60% d'irrigation de la sole cannière	VRAI	15	0
H'4	80% d'irrigation de la sole cannière	FAUX	20	0

Bilan Offre / Demande en canne

	Evolution du contingent de sucre		
	scénario minimum	répartition usines	scénario maximum
Quotas sucre	62 500		125 000
part Gardel	50 000	80%	100 000
part SRMG	12 500	20%	25 000
Besoins canne	625 000		1 250 000
Besoins Gardel	500 000		1 000 000

Evolution des quotas rhum agricole								
	quota minimum (HAP)	quota maximum (HAP)	besoins minimum (t de canne)	besoins maximum (t de canne)	besoins totaux quotas actuels	besoins canne quotas*125%	rendements de conversion (HAP/t canne)	consommation canne actuelle (t)
Total	3 714	8 383			54600	72 921		
Bologne	975	2 201	2 167	4 890	18000	22 890	0.45	18000
Damoiseau	1 421	3 207	2 584	5 831	20000	25 831	0.55	20000
Longueueau	217	490	603	1 360	3600	4 960	0.36	3600
Montebello	435	982	1 243	2 805	8000	10 805	0.35	8000
Reimonenq	379	855	948	2 139	3000	5 139	0.4	3000
Séverin	287	648	574	1 296	2000	3 296	0.5	2000
	quotas actuels	augmentation de 125% des quotas						54600

Besoins boutures pour renouvellement (t de cannes)			
zones	quantité de boutures (t)	situation actuelle (t)	
NGT	11 900	9 000	<i>taux moyen de renouvellement 5 ans densité de 8 ou 10 t/ha</i>
S-CGT	5 990	5 830	
NBT	7 766	7 466	
SBT	2 800	800	
TOTAL	28 456	23 096	

Offre en canne de sucrerie (Gardel) donnée en t		
Bassin	taux replantation et quota rhum minimums	taux replantation et quota rhum maximums
NGT	422 914	409 659
S-CGT	295 881	294 560
NBT	318 701	313 855
SBT	151 509	148 661
Total	1 189 005	1 166 735

Le développement de la filière éthanol peut devenir attractif dans ce contexte pour les acteurs de la filière canne. L'évaluation de ce scénario permet de mesurer l'intérêt pour chaque acteur ainsi qu'au niveau régional, de la mise en œuvre des différents projets de production d'éthanol. En particulier, on appréciera la sensibilité du coût de revient de l'E85 mis sur le marché et du déséquilibre de la filière éthanol, face aux variations du marché (cours du pétrole, marché mondial du sucre, contingent de sucre) et des politiques d'aides à la production cannière et aux filières des biocarburants.

L'amélioration des rendements des procédés, en particulier en alcool, est une hypothèse à considérer dans les scénarios d'étude. La probabilité qu'elle se réalise (rendements en alcool atteignant 80% du rendement théorique maximum), est d'autant plus forte que le potentiel de production d'éthanol est élevé. En effet, dans un contexte propice au développement de la filière éthanol, les efforts d'amélioration des performances et de la productivité seront d'autant plus facilement consentis que le bénéfice espéré sera plus important, contrairement à une production aux perspectives limitées.

Les limites des simulations de mise en œuvre des différents scénarios :

Le modèle économique est construit sur le calcul de coûts marginaux de production d'éthanol. L'évaluation d'un scénario s'appuie sur la comparaison de la situation avec projet (production complémentaire d'éthanol) à la situation sans projet (statu quo). Cette contrainte intrinsèque à la structure du modèle ne permet donc pas de simuler les conséquences d'un scénario de suppression des quotas sucriers sans un régime dérogatoire pour la Guadeloupe, car il n'y aurait plus alors de production de sucre dans les situations avec projet. Pour définir la situation de référence, il faudrait connaître les coûts de production complets du sucre produit par Gardel.

VI. Déroulement des scénarios d'étude et évaluation des projets

1- Démarche d'évaluation des scénarios

Les étapes de travail énoncées ci-dessous décrivent le développement et la procédure d'évaluation des scénarios d'étude :

1. Projection dans l'une des situations possibles à l'horizon 2015 : construction d'un scénario de contexte définissant l'offre en canne et l'orientation de la production entre les débouchés de la filière canne.
2. Déroulement technique du scénario étudié : simulation des différents déploiements de la campagne de production d'éthanol (modèle logistique de répartition de la production entre transformateurs susceptibles d'intervenir dans la production d'éthanol). Evaluation de la faisabilité technique des projets et de leurs limites pour ce scénario d'étude.
3. Evaluation économique de chaque projet dans le scénario étudié : à l'aide du calculateur économique, calcul du différentiel de rentabilité par acteur avec projet et sans projet.

1.1) Limites de l'évaluation de la faisabilité technique des scénarios

L'évaluation technique portant sur la faisabilité de la campagne éthanolière permet de déterminer, parmi les schémas logistiques associant les unités industrielles susceptibles de participer à la campagne, ceux qui sont techniquement réalisables. Mais, en l'absence d'informations économiques sur les distilleries agricoles, on ne peut pas utiliser les schémas techniquement adaptés les faisant intervenir et en exploiter ensuite les résultats dans notre travail (abandon de l'étude de cette voie de production d'éthanol). Les seules unités pour lesquelles nous possédons les informations nécessaires à la poursuite de l'étude, sont Gardel et la SIS (bien que ces unités fassent aussi l'objet de diverses hypothèses formulées pour pallier au manque de données). La question du choix du schéma logistique ne se pose donc plus et de ce fait, l'évaluation technique perd son principal intérêt d'outil de sélection de schémas logistiques selon les contraintes des différentes situations testées et des règles de priorités définies dans le but d'optimiser l'organisation de la campagne (limiter les transports ou minimiser la durée de campagne).

Cette étude ne permet pas de valoriser à sa juste mesure cet outil qui offre de multiples possibilités de développement. Nous nous contenterons d'utiliser ce modèle pour vérifier la faisabilité de la campagne éthanolière dans les scénarios de valorisation des cannes reportées et d'exploitation des sols contaminés pour la production d'éthanol, en ne faisant intervenir que Gardel et la SIS dans la transformation,

1.2) Démarche d'analyse des résultats : indicateurs pour l'évaluation économique des scénarios

L'impact au niveau régional de la mise en œuvre de chaque projet pour chaque scénario, est évalué par rapport à la perte d'entrées fiscales consécutive à la substitution d'un carburant

issu du pétrole par un carburant à forte teneur en éthanol, sur lequel ne sont prélevées de taxes que sur la partie essence du mélange. En effet, en l'absence de fiscalité établie sur les biocarburants en Guadeloupe, on se place dans la situation où l'éthanol incorporé à l'essence serait entièrement détaxé. On estime ainsi la perte fiscale maximale à supporter par la Région.

On s'intéresse ensuite au déséquilibre économique de la filière éthanol. Il correspond à la somme des surcoûts à compenser pour que chaque acteur intermédiaire atteigne la rentabilité. L'évaluation porte sur le système pris dans sa globalité, c'est-à-dire sur l'ensemble de la filière éthanol, mais le déséquilibre économique est calculé du point de vue de la Région. En effet, on soustrait à l'effort fiscal de la Région sur la TSC, l'écart entre le prix objectif de mise sur le marché de l'E85 et le coût de revient de ce carburant. Si l'écart de prix est négatif, il vient alourdir le déséquilibre de la filière, mais si l'écart s'avère positif, il permet de compenser en partie ou totalement la perte économique sur la fiscalité.

Le calcul du différentiel de déséquilibre économique des filières dans la situation sans projet (filière sucre) et dans la situation avec projet (filière sucre-éthanol) est un indicateur mesurant l'intérêt de la mise en œuvre du projet par rapport au statu quo (indicateur de substitution). Si le différentiel est positif, le coût de la mise en œuvre du projet est inférieur au coût induit par le maintien de la filière sucre actuelle. La filière sucre-éthanol est donc plus rentable. En revanche, un différentiel négatif, dans le scénario étudié, implique de ne pas lancer le projet, et signifie, du point de vue de la rentabilité économique, qu'il vaut mieux en rester à la situation actuelle. Rappelons que l'incomplétude des coûts de revient de la production de sucre de Gardel (amortissement de certains ateliers et fret) minimise le déséquilibre de la filière sucre seul, ce qui fausse le différentiel de déséquilibre des filières en défavorisant la filière sucre-éthanol.

Dans tous les calculs effectués à ce stade de l'étude, le prix payé par Gardel pour l'achat des cannes est fixé sur le prix industriel moyen de la tonne de canne pour l'année de référence (campagne 2006 considérée comme année « moyenne »). Le montant de la rémunération des planteurs étant déjà ajusté sur leur seuil de rentabilité, il ne peut être revu à la baisse sous peine d'obliger une partie des planteurs à changer d'activité. Cela sous-entend que l'aide économique continue d'être perçue pour l'ensemble des cannes envoyées en sucrerie. Or cette supposition est incompatible avec l'hypothèse d'un contingent de sucre fixé et limitant la production sucrière (inférieur au quota de sucre de Gardel et au potentiel de production défini par l'offre en canne). Faire l'hypothèse que Gardel paye la canne au même prix que les années précédentes (prix industriel moyen), implique donc qu'une aide complémentaire soit octroyée, par l'Etat ou l'Europe, afin de garantir le prix d'achat des cannes destinées à la production de sirop pour l'éthanol, au même niveau de prix que celles destinées à la production de sucre (et d'égout pour l'éthanol) dans la limite du contingent et bénéficiant à ce titre de l'aide économique.

On détermine le montant de cette aide complémentaire qui pourrait, par exemple, être accordée au titre de la politique nationale de développement des filières des biocarburants. Il est intéressant de confronter le montant de cette aide au montant du déséquilibre de la filière éthanol. En effet, les conclusions à tirer d'un déséquilibre élevé peuvent être tempérées par le faible niveau de l'aide complémentaire à injecter dans la filière. Par ailleurs, un déséquilibre négatif peut être considéré comme un gain, dont la répercussion le long de la filière permet de calibrer les rémunérations entre les acteurs et de s'ajuster sur le prix objectif de l'E85 à la pompe. En redistribuant ce gain à Gardel, on peut estimer le montant minimum de l'aide complémentaire nécessaire pour le soutien de la filière éthanol. On évalue ainsi dans quelle mesure, en ramenant la filière à l'équilibre via l'ajustement des prix entre les intermédiaires sur le prix objectif de mise sur le marché de l'E85, on peut limiter le montant des aides

complémentaires à injecter dans la filière canne. De plus, cet indicateur permet de comparer chacun des projets entre eux.

1.3) Présentation des résultats : les sorties des modèles

Pour chaque scénario d'étude, qui se déroule dans un contexte donné correspondant à une des situations envisageables à l'horizon 2015, les trois projets étudiés sont évalués par rapport à la situation sans projet.

Rappel des trois projets étudiés :

⇒Projet A : Gardel transforme la canne livrée par les planteurs en sucre selon le procédé à une masse cuite (production de sucre et d'égout A) dans la limite du contingent de production de sucre. Une fois le contingent atteint, Gardel passe à la production de sirop. L'égout A et le sirop sont transformés par la SIS d'abord en rhum industriel, dans la limite du quota de production de rhum, puis en éthanol.

⇒Projet B : Gardel utilise le procédé à deux masses cuites pour produire du sucre et de l'égout B, puis produit du sirop une fois le contingent de sucre atteint. La SIS traite l'égout B et le sirop, en rhum puis en éthanol.

⇒Projet C : Gardel utilise le procédé traditionnel des trois masses cuites pour produire du sucre et de l'égout C (mélasse), puis passe à la production de sirop une fois le contingent de sucre atteint. La SIS traite la mélasse et le sirop, en rhum puis en éthanol.

Dans la situation sans projet, il n'y a pas de production d'éthanol en Guadeloupe. Gardel produit du sucre et de la mélasse. Le sucre est vendu au prix de référence dans la limite du contingent de production de sucre, les surplus sont vendus au cours mondial. La mélasse est utilisée pour la production de rhum à la SIS, les surplus étant vendus sur le marché mondial.

Les scénarios de faible développement de la filière éthanol (scénario d'appoint) et de développement limité à l'exploitation des sols contaminés (scénario de reconversion) ne peuvent conduire qu'à la mise en œuvre du projet C. En effet, dans le scénario d'appoint, la campagne sucrière est achevée lorsque l'on utilise les cannes reportées pour la production d'éthanol qui sont de ce fait transformées en sirop. Dans le scénario de reconversion, le système de traçabilité mis en place pour se prémunir de tous risques de contamination de la production de sucre, implique nécessairement de s'arrêter à la production de sirop, comme décrit dans le projet C.

En revanche, dans les scénarios de développement accru de la filière éthanol (scénario d'alternative énergétique), on envisage la mise en œuvre des projets A, B et C et on compare les résultats obtenus à la sortie.

On dresse pour chaque scénario d'étude un bilan de production et un bilan économique. Ces bilans décrivent la production d'E85 obtenue avec les rendements actuels du procédé de distillation et des rendements améliorés, ainsi que les coûts de revient hors marge et avec marges à l'issue de chaque étape de la transformation de la canne en éthanol carburant.

Bilan de production :

- Quantité de sucre produit en distinguant les quantités de sucre produit hors contingent et de mélasse supplémentaires dans la situation sans projet.
- Quantité de substrat pour l'éthanol (hors substrat pour le rhum) et type de substrat.
- Quantité d'éthanol produit.
- Quantité d'E85 mis sur le marché.

- Quantité d'essence substituée par l'E85 et taux de recouvrement de la consommation d'essence en Guadeloupe.

Bilan économique :

- Coût du transport en distinguant le transport « agricole » (de la parcelle à la sucrerie) et le transport « industriel » (de la sucrerie à la distillerie).
- Part du coût du transport supporté par Gardel relatif à la production d'éthanol.
- Coût de revient de la production par acteur : marge brute des planteurs, coûts de revient de la production de substrat pour l'éthanol, de la production d'éthanol déshydraté et de la production d'E85 prêt à l'utilisation à la pompe.
- Coût pour la Région avec la taxe spéciale sur les carburants (TSC) non perçue sur l'éthanol utilisé sous forme d'E85 en substitution à l'essence (essence sans plomb, ESP).
- Déséquilibre de la filière éthanol en fonction de l'écart entre le coût de revient de l'E85 et le prix fixé de mise en vente de l'E85 à la pompe (prix objectif), et de la TSC non perçue.
- Différentiel de déséquilibre des filières dans la situation sans projet et avec projet afin de comparer la rentabilité dans les deux situations.
- Montant de l'aide à la production cannière à débloquent pour la filière éthanol (montant équivalent à celui de l'aide économique perçue sur les cannes dédiées exclusivement à l'éthanol c'est-à-dire les cannes transformées en sirop)
- Coûts de revient à chaque étape de transformation dans le cas où les cannes dédiées à la production d'éthanol ne bénéficieraient pas de subvention en compensation de l'aide économique, ce qui signifierait que Gardel aurait à sa charge le prix d'achat total de la canne (et plus seulement le prix industriel).

L'analyse de ces résultats permet d'abord de donner les grandes tendances de l'évolution de la production et des coûts de revient sous l'effet de variations des paramètres « contingent de sucre » et « offre en canne », toutes choses égales par ailleurs, pour chaque projet puis en les comparant un à un. Les sorties intitulées « Coûts de revient : canne-éthanol sans aide économique » permettent ainsi de comparer l'intérêt de mettre en œuvre l'un ou l'autre des trois projets de production d'éthanol.

Ensuite, on distingue surtout à travers l'analyse de ces résultats, les paramètres ayant une influence majeure sur les projets.

Enfin, ces résultats nous conduisent à rechercher les « valeurs seuils » de paramètres considérés comme dominants (offre en canne et contingent de sucre, cours du pétrole et cours du sucre) pour lesquelles les tendances sont amenées à s'inverser. La sortie intitulée « Comparaison du déséquilibre économique des filières » indique, pour différents scénarios de prix du baril de pétrole, la valeur seuil du cours mondial du sucre à partir de laquelle il est préférable de soutenir la filière sucre plutôt que la filière sucre-éthanol. On peut ainsi comparer l'intérêt de privilégier la production d'éthanol par rapport à la production de sucre seul, dans différents scénarios de contexte macro-économique.

2- Analyse des résultats de faisabilité technique

2.1) Scénario de faible développement de la filière éthanol (scénario d'appoint)

Les données permettant de renseigner les variables d'entrée du modèle ont été détaillées dans le chapitre Collecte de données (cf. Encadrés 2 et 3, Tableaux 4, 5 et 6). La capacité moyenne

de broyage de Gardel est établie dans ce scénario à 5 000 t/jour. On suppose que l'usine adapte son rythme de production pour pallier à d'éventuelles irrégularités d'approvisionnement pouvant survenir durant la récolte des cannes reportées, parfois difficiles d'accès.

Les résultats des simulations (cf. Annexe 5) montrent que la période de production d'éthanol à partir de sirop dépend des conditions climatiques de l'année mais ne pose pas de difficultés particulières puisqu'elle ne dure au maximum qu'une quatorzaine (2 semaines).

Tableau 16 : Production d'éthanol issue de la valorisation de cannes reportées

Quantité de cannes (t) :	10 000	30 000	50 000	70 000
Quantité de sirop produit (t) :	2 200	6 600	11 000	15 400
Quantité d'éthanol produit (HAP) :				
Rendements actuels	4 987	14 960	24 933	34 906
Rendements améliorés	7 979	23 936	39 893	55 850
Quantité d'E85 mise sur le marché (m3) :				
Rendements actuels	587	1 760	2 933	4 107
Rendements améliorés	939	2 816	4 693	6 571
Quantité d'essence substituée (m3) :				
Rendements actuels	469	1 408	2 347	3 285
Taux de recouvrement	0.32%	0.96%	1.60%	2.24%
Rendements améliorés	751	2 253	3 755	5 256
Taux de recouvrement	0.51%	1.54%	2.56%	3.58%

Cette production vient s'ajouter à la production d'éthanol à partir des excédents de mélasse de sucreries, qui s'élève à environ 2 000 m³ d'éthanol avec les rendements actuels (couvrant 1,1% de la consommation actuelle d'essence) et à 3 150 m³ dans la perspective de l'amélioration des rendements des procédés (soit 1,7% de la consommation d'essence)³⁸.

2.2) Scénario de développement limité de la filière éthanol (scénario de reconversion)

Dans ce scénario, la ressource mobilisable pour la production d'éthanol est concentrée sur le Sud Basse-Terre, sur la zone de sols fortement contaminés à la chlordécone et concerne les surfaces mécanisables. La quantité de canne disponible dépend du choix de l'itinéraire technique et de l'organisation de la production cannière dans cette zone. En simplifiant, on peut distinguer trois cas possibles :

- 1) Rendements actuels moyens estimés à 120 t/ha, résultant de l'itinéraire technique pratiqué aujourd'hui et de l'actuelle organisation de la production (plantation entre avril et octobre sur des cycles de 9 à 13 mois).
- 2) Rendements améliorés atteignant 150 t/ha en moyenne, grâce à un ajustement de l'itinéraire technique plus adapté aux contraintes de la zone, sans modifier le schéma de production.

³⁸ Ces résultats diffèrent de ceux avancés par Delta AIC (Delta AIC, 2007) car nous utilisons des ratios de production de mélasse (3% poids de canne) et des rendements en alcool (50 à 80% du rendement théorique maximal) calculés, alors que les estimations de Delta AIC reposent sur les ratios de mélasse (42 à 44,5 kg/t de canne) et les rendements en alcool (4,48 kg mélasse/l a.p.) observés.

- 3) Rendements optimisés grâce à l'adaptation de l'itinéraire technique de la zone et à une réorganisation de la production permettant 6 à 7 récoltes sur 5 ans (cycles de 8 à 10 mois avec plantation et récolte dès que le climat les permet), ce qui correspond à 180 t/ha en ramenant les rendements moyens à l'année.

Les contraintes de production envisagées portent sur les quantités de canne à récolter par rapport aux conditions climatiques de la zone et aux périodes d'accessibilité au champ. Les contraintes des transformateurs sont de type technique (capacités de production) et de type organisationnel (système de traçabilité, priorité entre débouchés, disponibilité, durée et période de mobilisation supplémentaire, maîtrise des effluents). Les données nécessaires pour renseigner les variables d'entrée du modèle ont été mentionnées dans le chapitre Collecte de données (cf. Encadrés 2, 3 et 6, Tableaux 4 et 5).

On simule le déroulement de la campagne avec une capacité moyenne de production de Gardel de 5 500 t/jour et de 6 000 t/jour.

D'après les résultats (cf. Annexe 6), la campagne se déroule sur 40 à 70 jours ou 35 à 60 jours selon la capacité de broyage considérée et pour une quantité de canne destinée à la production d'éthanol de 200 000 t à 350 000 t. La durée de l'inter-campagne étant de 7 à 8 mois dans ce scénario, la production d'éthanol sur cette période ne devrait pas perturber la phase d'entretien de la sucrerie (4 mois d'arrêt minimum).

Tableau 17 : Production d'éthanol à partir des cannes cultivées sur sols contaminés

Quantité de canne (t) :	200 000	250 000	300 000	350 000
Quantité de sirop produit (t) :	44 000	55 000	66 000	77 000
Quantité d'éthanol produit (HAP) :				
Rendements actuels	99 732	124 665	149 598	174 531
Rendements améliorés	159 571	199 464	239 357	279 250
Quantité d'E85 mise sur le marché (m ³) :				
Rendements actuels	11 733	14 666	17 600	20 533
Rendements améliorés	18 773	23 466	28 160	32 853
Quantité d'essence substituée (m ³) :				
Rendements actuels	9 387	11 733	14 080	16 426
Taux de recouvrement	6.40%	8.00%	9.60%	11.20%
Rendements améliorés	15 018	18 773	22 528	26 282
Taux de recouvrement	10.24%	12.80%	15.36%	17.92%

Ces quantités sont à ajouter à la production d'éthanol à partir des excédents de mélasse de sucreries.

Comparaison avec l'implantation d'une nouvelle unité :

Si une unité dédiée à la production d'éthanol s'installait en Guadeloupe pour valoriser les cannes cultivées sur sols contaminés, l'organisation de la production agricole de la filière éthanol serait simplifiée pour plusieurs raisons. D'abord l'approvisionnement de cette nouvelle unité serait indépendant du reste de la filière canne. L'instauration du système de traçabilité de la production en serait simplifiée. Ensuite la campagne éthanolière pourrait se dérouler tout au long de l'année, avec valorisation des cannes pendant les périodes favorables à leur récolte (climat et itinéraire technique pratiqué) et production d'éthanol à partir des excédents de mélasse en période non favorable. Enfin le site de production serait choisi à

proximité du bassin d'approvisionnement pour limiter le transport des cannes et optimiser la logistique.

Au regard de la disponibilité en matière première, le dimensionnement préconisé³⁹ est une unité de production de 1 000 HAP/jour. La distillerie est équipée d'une unité de traitement des effluents et de concentration des vinasses (utilisation de ce fertilisant sur champ de canne) ainsi que d'une unité de production de vapeur et électricité en cogénération (autonomie énergétique et vente d'électricité sur le réseau).

L'unité profiterait des procédés technologiques spécifiques à la production d'éthanol, ce qui permettrait d'obtenir les résultats présentés dans le tableau suivant.

Tableau 18 : Production d'éthanol à partir des cannes cultivées sur sols contaminés

Quantité de canne (t) :	200 000	250 000	300 000	350 000
Quantité de mélasse (t) :	hypothèse basse	10 000	hypothèse haute	20 000
Quantité d'éthanol produit (HAP) :				
Total 1 (avec hyp basse)	156 600	189 100	221 600	254 100
Total 2 (avec hyp haute)	183 200	215 700	248 200	280 700
Quantité d'E85 mise sur le marché (m ³) :				
Total 1	18 424	22 247	26 071	29 894
Total 2	21 553	25 376	29 200	33 024
Quantité d'essence substituée (m ³) :				
Total 1	14 739	17 798	20 856	23 915
Taux de recouvrement 1	10.72%	12.94%	15.17%	17.39%
Total 2	17 242	20 301	23 360	26 419
Taux de recouvrement 2	12.54%	14.76%	16.99%	19.21%

3- Analyse des résultats économiques du scénario d'appoint

On effectue les calculs pour une capacité moyenne de Gardel de 5 000 t/jour et avec les rendements en alcool actuels. Les résultats obtenus pour une quantité nulle de cannes reportées correspondent à la seule valorisation des excédents de mélasse.

Tableau 19 : Coût de revient de l'E85 (€/hl) calculé hors marge puis avec marges (de 10%) en fonction des variations de l'offre en canne (t) et du cours du pétrole (\$/bl)

Quantité de cannes reportées (t)	0	10000	30000	50000	70000
	0	10000	30000	50000	70000
Cours du pétrole (\$/bl)					
60	78.17	81.69	85.42	87.36	88.55
80	79.73	83.25	86.98	88.92	90.12
100	81.29	84.82	88.54	90.48	91.68
Prix de l'E85 à la mise sur le marché (€/hl) en fonction du prix du baril :					
	60	118.40			

³⁹ Dimensionnement d'une unité de production d'éthanol en Guadeloupe, simulation proposée par MAGUIN S.A.S.

Quantité de cannes reportées (t) \ Cours du pétrole (\$/bl)	0	10000	30000	50000	70000
60	84.65	87.97	91.48	93.32	94.44
80	86.21	89.53	93.05	94.88	96.00
100	87.77	91.09	94.61	96.44	97.56

Tableau 22 : Déséquilibre économique de la filière (€/hl E85) calculé hors marge puis avec marges en fonction des variations de l'offre en canne (t) et du cours du pétrole (\$/bl)

Quantité de cannes reportées (t) \ Cours du pétrole (\$/bl)	0	10000	30000	50000	70000
60	-19.26	-17.06	-14.73	-13.51	-12.77
80	-26.03	-23.82	-21.50	-20.28	-19.54
100	-32.79	-30.59	-28.26	-27.05	-26.30

Quantité de cannes reportées (t) \ Cours du pétrole (\$/bl)	0	10000	30000	50000	70000
60	3.14	6.46	9.98	11.81	12.94
80	-3.63	-0.30	3.21	5.04	6.17
100	-10.39	-7.07	-3.56	-1.72	-0.60

L'amélioration des rendements des procédés permet de diminuer les coûts de revient et le déséquilibre de la filière éthanol de 16 à 20 €/hld'E85 dans les calculs hors marge et de 17,5 à 23,5 €/hl d'E85 dans les calculs avec marges. Le déséquilibre de la filière éthanol est toujours inférieur à la hauteur du soutien national, quelle que soit la quantité de cannes transformée et quel que soit le cours du pétrole.

Lorsque l'approvisionnement de la filière éthanol est complété par des cannes reportées, le coût de revient global de l'éthanol augmente. Si l'on considère que le planteur doit être rémunéré selon le même principe de paiement que pendant la campagne sucrière (prix moyen de 31,38 €/t de canne), le coût de revient de l'éthanol correspond à la moyenne pondérée du coût de revient de l'éthanol de mélasse et de l'éthanol de sirop. Le coût de revient de l'éthanol varie alors avec la quantité de cannes reportées valorisées en éthanol.

A l'inverse, si l'on estime que le prix de vente de l'éthanol et le montant du soutien à la filière doivent être fixés quel que soit la proportion de sirop dans le substrat fermentescible utilisé, il faut alors ajuster le prix d'achat au planteur de façon à maintenir le coût de revient de l'éthanol au coût calculé hors apport de cannes reportées. Dans les calculs de coûts hors marge, le prix moyen payé par la sucrerie au planteur est évalué à 22,35 €/t de canne, ce qui correspond à une diminution d'environ 30% par rapport au prix de référence (31,38 €/t de canne pour la production sucrière). Dans les calculs avec marges, le prix moyen payé par la sucrerie au planteur est évalué à 20,15 €/t de canne, soit une diminution d'environ 35% du prix industriel moyen payé pour la production de sucre.

Le niveau de performance industrielle ne modifie pas ces résultats.

On calcule l'intérêt économique du planteur à valoriser ses cannes reportées en éthanol en quantifiant la perte de marge brute par rapport à la vente de ses cannes en sucrerie.

Tableau 23 : Différentiel de marge brute (€/ha/an) pour un planteur « moyen » de chaque bassin, entre la vente de sa production en sucrerie et la vente de sa production pour l'éthanol

Bassin cannier	Différentiel de marge brute donné en €/ha/an et en % de la marge brute « de base » Calculs à partir des coûts hors marge			
	Prix proportionnel à la RS moyenne du bassin		Prix industriel fixé	
NGT	661.82	33.2%	800.26	40.2%
SCGT	692.85	33.3%	837.77	40.3%
NBT	640.50	42.0%	597.38	39.2%
SBT	753.30	31.2%	314.40	13.0%

Bassin cannier	Différentiel de marge brute donné en €/ha/an et en % de la marge brute « de base » Calculs à partir des coûts marges incluses			
	Prix proportionnel à la RS moyenne du bassin		Prix industriel fixé	
NGT	772.13	38.8%	900.67	45.2%
SCGT	808.32	38.9%	942.89	45.3%
NBT	747.25	49.0%	707.21	46.4%
SBT	878.85	36.4%	471.30	19.5%

On distingue les résultats obtenus lorsque le prix industriel est diminué de 30% par rapport au prix industriel moyen du bassin (part industrielle calculée pour la richesse moyenne de chaque bassin), des résultats obtenus lorsque la part industrielle du prix payé pour les cannes pour l'éthanol est fixé à 22,35 €/t quelle que soit la richesse des cannes. Le planteur enregistre une perte de marge brute de 30% à 40% dans les calculs hors marge. On remarque que dans le Sud Basse-Terre, l'impact sur le revenu des planteurs est bien moindre en particulier si le prix industriel est fixé. En effet, la richesse moyenne du bassin étant de 7, la diminution de la part industrielle calculée à la richesse pèse moins que dans les autres bassins. Si les marges des intermédiaires sont comprises dans les calculs, la perte de marge brute est de l'ordre de 40% à 45% selon le bassin et le système de paiement considérés.

Dans tous les cas, ces résultats sont à comparer à la perte de marge brute enregistrée par le planteur dont les cannes sont reportées. Si ses cannes sont récoltées lors de la campagne suivante, il peut percevoir, au plus, la marge brute d'une récolte de première année avec un revenu pour 2 ans. Il perd donc 50% de sa marge brute. Si ses cannes ne sont plus récoltables l'année suivante, il peut éventuellement être indemnisé, au mieux à hauteur de 25% de ses pertes. Le planteur a donc tout intérêt à récolter ses cannes pour la filière éthanol même si le prix industriel payé à la tonne de canne pour l'éthanol est inférieur de 30% au prix industriel des cannes pour le sucre.

Pour la collectivité, il est préférable que les cannes reportées soient destinées à la production d'éthanol et que le planteur touche une rémunération pour la valeur créée par ce travail productif, plutôt que de laisser ses cannes sur pied et qu'il soit éventuellement indemnisé.

On évalue l'impact économique au niveau régional, de la mise en œuvre de ce scénario. Si la rémunération du planteur est ajustée au coût de revient de l'éthanol produit à partir de mélasse exclusivement, le déséquilibre de la filière éthanol est fixé (de 20,69 à 7,15 €/hl d'E85 selon le cours du pétrole). En revanche si les planteurs sont rémunérés selon les modalités de paiement de la canne pour le sucre (paiement à la richesse), le déséquilibre économique est variable (cf Tableau 22) et il s'accroît avec la quantité de cannes valorisées en éthanol.

On présente d'abord les résultats avec les rendements actuels des procédés.

Tableau 24 : Déséquilibre économique de la filière éthanol approvisionnée à partir de mélasses et différentiel de déséquilibres économiques avec l'approvisionnement complémentaire de la filière par des cannes reportées

Déséquilibre économique de la filière éthanol de mélasse		
Cour du pétrole (\$/bl)	Calculé hors marge (€/hl E85)	Calculé avec marges (€/hl E85)
60	-3.33	20.69
80	-10.10	13.92
100	-16.87	7.15

Déséquilibre économique de la filière éthanol : production à partir de mélasse et de sirop				
Quantité de cannes reportées (t) Cours du pétrole (\$/bl)	Calculé à partir des coûts de revient hors marge (€/hl E85)			
	10 000	30 000	50 000	70 000
60	-2.53	0.08	2.16	3.68
80	-9.30	-6.69	-4.61	-3.09
100	-16.06	-13.45	-11.37	-9.86

Quantité de cannes reportées (t) Cours du pétrole (\$/bl)	Calculé à partir des coûts de revient avec marges (€/hl E85)			
	10 000	30 000	50 000	70 000
60	21.91	25.84	28.98	31.27
80	15.14	19.07	22.21	24.50
100	8.37	12.31	15.44	17.74

Différentiel de déséquilibre économique des filières selon leur modalité d'approvisionnement (écart en €/hl, donnée en valeur absolue)				
	10 000	30 000	50 000	70 000
Calculé hors marge	0.81	3.42	5.49	7.01
Calculé avec marges	1.22	5.16	8.29	10.58

Le déséquilibre de la filière augmente donc avec la proportion de cannes reportées valorisées en éthanol. Néanmoins, à partir de 80 \$/bl de pétrole, le déséquilibre de la filière est inférieur au soutien à la filière éthanol nationale.

On obtient les résultats suivants avec des procédés améliorés.

Tableau 25 : Déséquilibre économique de la filière éthanol approvisionnée à partir de mélasses et différentiel de déséquilibres économiques avec l'approvisionnement complémentaire de la filière par des cannes reportées

Déséquilibre économique de la filière éthanol de mélasse		
Cour du pétrole (\$/bl)	Calculé hors marge (€/hl E85)	Calculé avec marges (€/hl E85)
60	-19.26	3.14
80	-26.03	-3.63
100	-32.79	-10.39

Déséquilibre économique de la filière éthanol : production à partir de mélasse et de sirop				
Quantité de cannes reportées (t) Cours du pétrole (\$/bl)	Calculé à partir des coûts de revient hors marge (€/hl E85)			
	10 000	30 000	50 000	70 000

60	-18.75	-17.12	-15.82	-14.87
80	-25.52	-23.89	-22.59	-21.64
100	-32.29	-30.66	-29.36	-28.41
Calculé à partir des coûts de revient avec marges (€/hl E85)				
Quantité de cannes reportées (t) Cours du pétrole (\$/bl)	10 000	30 000	50 000	70 000
60	3.90	6.37	8.33	9.76
80	-2.86	-0.40	1.56	2.99
100	-9.63	-7.17	-5.21	-3.78

Différentiel de déséquilibre économique des filières selon leur modalité d'approvisionnement (écart en €/hl, donnée en valeur absolue)				
	10 000	30 000	50 000	70 000
Calculé hors marge	0.50	2.14	3.43	4.38
Calculé avec marges	0.76	3.22	5.18	6.62

Dans tous les cas, le déséquilibre de la filière diminue avec l'augmentation du cours du pétrole. Avec des rendements optimisés, le déséquilibre rapporté à la quantité d'E58 produite est nettement inférieur à celui calculé avec les rendements actuels. Bien que la quantité d'E85 produite avec une même quantité de substrat soit plus importante avec des rendements améliorés, le montant du déséquilibre global de l'année de la filière reste inférieur au montant total avec les rendements actuels.

La mise en œuvre du projet de valorisation des cannes reportées dépend donc de l'effort consenti par la Région sur la perte de TSC, même si, à terme, la filière peut trouver son équilibre, en raison de l'augmentation des cours du pétrole et de l'amélioration des performances industrielles. Si la Région fixe un déséquilibre maximum, au-delà duquel le soutien à la filière éthanol pèserait trop dans la balance commerciale régionale, l'augmentation du déséquilibre économique engendrée par la transformation des cannes reportées se répercuterait sur la rémunération du planteur. Dans ce cas, malgré la perte de revenu consécutive au changement de modalités de paiement, le planteur aurait intérêt à vendre ses cannes pour la production d'éthanol plutôt que de les reporter à la campagne suivante (un seul revenu sur 2 ans et risque de non récolte de sa production).

4- Analyse des résultats économiques du scénario de reconversion des sols contaminés

On effectue les calculs avec les rendements en alcool actuels et pour une capacité moyenne de Gardel de 5 500 t/jour.

Tableau 26 : Coût de revient de l'E85 (€/hl) calculé hors marge puis avec marges en fonction des variations de l'offre en cannes (t) et du cours du pétrole (\$/bl)

Quantité de cannes éthanol (t) Cours du pétrole (\$/bl)	0	200 000	250 000	300 000	350 000
60	78.17	91.09	91.18	91.16	91.15
80	79.73	92.66	92.74	92.72	92.72
100	81.29	94.22	94.30	94.29	94.28

Prix de l'E85 à la mise sur le marché (€/hl) en fonction du prix du baril :					
	60	118.40			
	80	126.73			
	100	135.06			
Quantité de cannes éthanol (t) \ Cours du pétrole (\$/bl)	0	200 000	250 000	300 000	350 000
60	102.19	121.76	121.89	121.88	121.86
80	103.75	123.32	123.45	123.44	123.43
100	105.31	124.88	125.01	125.00	124.99

Tableau 27 : Déséquilibre économique de la filière (€/hl E85) calculé hors marge puis avec marges en fonction des variations de l'offre en cannes (t) et du cours du pétrole (\$/bl)

Quantité de cannes éthanol (t) \ Cours du pétrole (\$/bl)	0	200 000	250 000	300 000	350 000
60	-3.33	9.59	9.67	9.66	9.65
80	-10.10	2.82	2.90	2.89	2.88
100	-16.87	-3.95	-3.86	-3.88	-3.89

Quantité de cannes éthanol (t) \ Cours du pétrole (\$/bl)	0	200 000	250 000	300 000	350 000
60	20.69	40.26	40.38	40.37	40.36
80	13.92	33.49	33.62	33.60	33.59
100	7.15	26.72	26.85	26.83	26.82

Le coût de revient de l'E85 augmente avec l'offre en canne jusqu'à atteindre un pallier à partir de 250 000 t de canne. Le coût de l'E85 augmente avec la hausse du prix du pétrole alors que le déséquilibre de la filière diminue. Le déséquilibre calculé avec marges devient inférieur au soutien financier accordé à l'éthanol au niveau national à partir de 90 \$/bl.

On effectue les calculs avec le même niveau de performance et pour une capacité de broyage de Gardel de 6 000 t/jour.

Tableau 28 : Coût de revient de l'E85 (€/hl) calculé hors marge puis avec marges en fonction des variations de l'offre en cannes (t) et du cours du pétrole (\$/bl)

Quantité de cannes éthanol (t) \ Cours du pétrole (\$/bl)	0	200 000	250 000	300 000	350 000
60	78.17	90.90	90.98	90.96	90.95
80	79.73	92.46	92.54	92.53	92.52
100	81.29	94.02	94.10	94.09	94.08

Quantité de cannes éthanol (t) \ Cours du pétrole (\$/bl)	0	200 000	250 000	300 000	350 000
60	102.19	121.52	121.65	121.63	121.62
80	103.75	123.08	123.21	123.20	123.18
100	105.31	124.65	124.77	124.76	124.75

Tableau 29 : Déséquilibre économique de la filière (€/hl E85) calculé hors marge puis avec marges en fonction des variations de l'offre en cannes (t) et du cours du pétrole (\$/bl)

Quantité de cannes éthanol (t) \ Cours du pétrole (\$/bl)	0	200 000	250 000	300 000	350 000
60	-3.33	9.39	9.47	9.46	9.45
80	-10.10	2.62	2.70	2.69	2.68
100	-16.87	-4.15	-4.06	-4.08	-4.09

Quantité de cannes éthanol (t) \ Cours du pétrole (\$/bl)	0	200 000	250 000	300 000	350 000
60	20.69	40.02	40.14	40.13	40.12
80	13.92	33.25	33.38	33.36	33.35
100	7.15	26.48	26.61	26.59	26.58

On obtient des résultats similaires à ceux de la simulation précédente (rendements actuels et capacité de Gardel de 5 500 t/jour), à la diminution de 0,20 à 0,25 €/hl d'E85 près.

On réitère les simulations avec des rendements en alcools améliorés et une capacité de broyage de 6 000 t/jour.

Tableau 30 : Coût de revient de l'E85 (€/hl) calculé hors marge puis avec marges en fonction des variations de l'offre en cannes (t) et du cours du pétrole (\$/bl)

Quantité de cannes éthanol (t) \ Cours du pétrole (\$/bl)	0	200 000	250 000	300 000	350 000
60	62.25	70.20	70.25	70.24	70.24
80	63.81	71.76	71.81	71.81	71.80
100	65.37	73.32	73.38	73.37	73.36

Quantité de cannes éthanol (t) \ Cours du pétrole (\$/bl)	0	200 000	250 000	300 000	350 000
60	84.65	96.73	96.81	96.80	96.79
80	86.21	98.29	98.37	98.36	98.35
100	87.77	99.85	99.93	99.92	99.92

Tableau 31 : Déséquilibre économique de la filière (€/hl E85) calculé hors marge puis avec marges en fonction des variations de l'offre en cannes (t) et du cours du pétrole (\$/bl)

Quantité de cannes éthanol (t) \ Cours du pétrole (\$/bl)	0	200 000	250 000	300 000	350 000
60	-19.26	-11.30	-11.25	-11.26	-11.27
80	-26.03	-18.07	-18.02	-18.03	-18.04
100	-32.79	-24.84	-24.79	-24.80	-24.80

Quantité de cannes éthanol (t) \ Cours du pétrole (\$/bl)	0	200 000	250 000	300 000	350 000
60	-19.26	-11.30	-11.25	-11.26	-11.27
80	-26.03	-18.07	-18.02	-18.03	-18.04
100	-32.79	-24.84	-24.79	-24.80	-24.80

60	3.14	15.22	15.30	15.29	15.29
80	-3.63	8.46	8.54	8.53	8.52
100	-10.39	1.69	1.77	1.76	1.75

L'optimisation de la productivité industrielle permet de diminuer le coût de revient de l'E85 de plus de 20 €/hl (coûts hors marge) à 25 €/hl (côts avec marges). Le déséquilibre économique de la filière (calculé avec marges) est largement inférieur au soutien national accordé à l'éthanol quel que soit le cours du pétrole, et la filière est presque à l'équilibre lorsqu'il atteint 100 \$/bl.

Si le niveau de soutien accordé par la Région à la filière éthanol est fixé sur le déséquilibre calculé pour la filière éthanol de mélasse, le montant annuel nécessaire pour équilibrer la filière s'élève de 2,43 M€ à 4,25 M€ respectivement pour un offre en canne de 200 000 t à 350 000 t de canne, le cours du pétrole étant de 60 \$/bl. Lorsque le baril passe à 100 \$, le montant du soutien annuel est de 839 K€ à 1,47 M€ respectivement pour une offre en canne de 200 000 t à 350 000 t de canne. Avec des rendements de conversion améliorés, qui permettent de multiplier par plus de 1,5 la production d'E85, ce montant passe à 589 K€/an et à 1,03 M€/an respectivement pour un offre en canne de 200 000 t à 350 000 t de canne. A partir de 70 \$/bl, la filière éthanol est à l'équilibre : la différence de prix de vente de l'E85 sur le marché et de son coût de revient permet de compenser la défiscalisation de l'éthanol.

Si dans ce scénario, le prix de la mise sur le marché d'E85 et le niveau de soutien accordé à la filière éthanol sont fixés, il convient d'ajuster en conséquence le prix payé à la tonne de canne pour l'éthanol. La rémunération du planteur passe de 31,38 €/t de canne à environ 22,5 €/t de canne, soit 72% du prix industriel moyen dans les calculs hors marge, et 20,4 €/t de canne, soit 65% du prix industriel moyen dans les calculs avec marges. Les résultats sont identiques quel que soit le niveau de performance des procédés et la capacité de broyage de Gardel. On évalue dans ce cas, l'intérêt économique du planteur à valoriser les cannes cultivées sur sols contaminées en éthanol, en calculant la différence de marge brute par rapport à la vente de ces cannes en sucrerie.

Tableau 32 : Différentiel de marge brute (€/ha/an) pour un planteur « moyen » du Sud Basse-Terre, entre la vente de sa production en sucrerie et la vente de sa production pour l'éthanol, calculé à la capacité moyenne de broyage de Gardel de 5 500 t/jour puis de 6 000 t/jour

A 5 500 t/jour	Perte ou gain de marge brute donné en €/ha/an et en % de marge brute de base			
Productivité à l'ha	Prix proportionnel à la RS moyenne du SBT		Prix industriel fixé	
100 t/ha	-753.30	-31.2%	-339.54	-14.0%
120 t/ha	-185.76	-7.7%	89.52	3.7%
140 t/ha	381.78	15.8%	585.62	24.2%
160 t/ha	949.32	39.3%	1 651.56	68.3%

A 6 000 t/jour	Perte ou gain de marge brute donné en €/ha/an et en % de marge brute de base			
Productivité à l'ha	Prix proportionnel à la RS moyenne du SBT		Prix industriel fixé	
100 t/ha	-627.75	-26.0%	-182.64	-7.6%
120 t/ha	-35.10	-1.5%	277.80	11.5%
140 t/ha	557.55	23.1%	805.28	33.3%
160 t/ha	1 150.20	47.6%	1 902.60	78.7%

En testant des rendements de production croissants, on constate qu'à partir de 120 t/ha, le planteur compense la perte de revenu due à la baisse du prix à la tonne de canne, par les gains de rendements à l'hectare.

Le déroulement de ce scénario dépend donc des mesures de soutien déployées par la Région qui ont des conséquences directes sur la rentabilité de la filière. Pour parvenir à l'équilibrer, il faut alors appliquer une baisse de 30% à 35% sur le prix industriel moyen habituellement payé au planteur en sucrerie. Celui-ci peut limiter la perte de revenu consécutive à cette baisse du prix d'achat de la tonne de canne, en accroissant sa productivité à l'hectare. Cette possibilité est envisageable compte tenu du potentiel agronomique de la zone, mais nécessite une mécanisation adaptée aux contraintes de récolte.

Comparaison avec l'implantation d'une nouvelle unité :

L'installation d'une unité dédiée à la production d'éthanol, dimensionnée pour une production de 1 000 HAP/jour, nécessite un investissement de 25 à 28 millions d'euros⁴⁰. Les coûts de production actuels de l'éthanol, sortie usine, en France, se situent entre 45 et 55 €/HAP. Le dimensionnement de l'unité mise en place en Guadeloupe ne permettant pas d'économies d'échelle, le coût estimatif est rehaussé de 20 à 30% par rapport au coût moyen de métropole. Les coûts de production de l'éthanol sortie usine en Guadeloupe, se situent donc entre 55 et 70 €/HAP, auxquels s'ajoutent les coûts liés à la finalisation du carburant E85 (stockage, incorporation d'essence, distribution). On obtient, pour un cours du pétrole de 80 \$/bl, un coût de revient hors marge situé entre 70 et 85 €/hl d'E85, hors coûts d'investissement.

Ces coûts sont comparables à ceux de l'E85 produit dans les installations existantes, qui varient de 80 à 93 €/hl d'E85 avec les rendements actuels, et de 63 à 72 €/hl d'E85 avec l'optimisation des procédés.

5- Analyse des résultats économiques des scénarios de développement accru de la filière éthanol (scénario d'alternative)

5.1) Analyse de sensibilité à des variations des paramètres clés

Sensibilité des coûts de revient à l'augmentation du contingent de sucre pour une offre en canne donnée et non limitante :

Contingent de Gardel de 50 000 t à 100 000 t de sucre

Scénario maximum de développement de la production cannière (1 170 000 t canne en sucrerie)

Remarque importante (limite du modèle) : dans la situation sans projet, si une offre en canne insuffisante est le facteur limitant de la production de sucre de Gardel, qui n'atteint pas le contingent imparti (pas de production de sucre hors contingent), le modèle économique est inopérant car il doit s'appuyer sur des calculs de différentiels de rentabilité. Par conséquent, les scénarios associant offre en canne minimum et contingent de sucre maximum ne sont pas traités. De plus ces cas de figures paraissent triviaux, puisque l'on considère alors que la production de sucre est soutenue dans un contexte d'offre limitée en canne.

⁴⁰ Référence : Maguin S.A.S.

5.1.1) Analyse des « grandes tendances » des projets (sorties: Annexes 10, 11 et 12)

5.1.1.1) Résultats sortie usine, Gardel

▪ **Projet A :** Augmentation conséquente du coût de revient du substrat (égout A+sirop) associée à celle du contingent de sucre.

La proportion d'égout A occupe une part croissante du substrat total pour l'éthanol (coût hors marge de 216,99 €/t à 355,21 €/t, à 80\$/bl de pétrole). Le coût de revient maximum est atteint pour un contingent de sucre de 72 338 t qui correspond au maximum de sucre pouvant être produit selon le procédé à une masse cuite pour l'offre en canne telle qu'elle est définie.

▪ **Projet B :** Augmentation faible du coût de revient du substrat (égout B+sirop) entraînée par celle du contingent de sucre.

La proportion d'égout B augmente par rapport à celle de sirop. On atteint le coût de revient maximum pour un contingent de 99 173 t de sucre, qui correspond à la production maximum de sucre possible avec le procédé des deux masses cuites pour l'offre en canne donnée (coûts hors marge de 164,26 €/t à 176,62 €/t, à 80 \$/bl de pétrole).

▪ **Projet C :** Diminution du coût de revient du substrat (mélasse+sirop) pour l'éthanol avec l'augmentation du contingent de sucre.

La proportion de mélasse dont le coût de revient est considéré nul, augmente dans le substrat total (coût hors marge de 152,71 €/t à 106,34 €/t, à 80 \$/bl de pétrole). Le coût de revient minimum serait atteint dans le cas où le contingent de sucre serait supérieur à 116 674 t de sucre. Une telle situation n'est pas envisagée car le contingent maximum ne peut en réalité pas excéder le quota de sucre de Gardel qui est fixé à 100 000 t de sucre.

5.1.1.2) Résultats sortie usine, SIS

▪ **Projet A :** Augmentation du coût de revient de l'éthanol avec celle du contingent.

Ce coût augmente (111,52 €/HAP pour 50 000 t de sucre contingenté) jusqu'à atteindre le coût maximum hors marge de 166,80 €/HAP.

▪ **Projet B :** Variations faibles du coût de revient de l'éthanol.

On assiste à une diminution puis à une augmentation (entre 88,86 €/HAP pour un contingent minimum et 88,42 €/HAP pour un contingent maximum) alors que le contingent et le coût du substrat « moyen » à l'achat augmentent de manière continue. Ceci montre le biais introduit dans le calcul par la prise en compte du coût de revient de l'éthanol une fois la capacité de production de la SIS atteinte. En effet on considère que la SIS traite d'abord le substrat pour l'éthanol qui est produit en premier par Gardel (c'est-à-dire l'égout B, dont le rendement en alcool est supérieur à celui du sirop), au lieu d'utiliser un substrat « moyen », artefact dont les caractéristiques seraient calculées pour les besoins de l'étude. Ce biais existe aussi dans les projets A et C, mais pour le premier, l'inflexion n'est pas suffisante pour inverser la tendance fortement à la hausse du coût de revient de l'éthanol, et pour le second, il est imperceptible car il suit la tendance à la baisse du coût de revient de l'éthanol.

▪ **Projet C :** Diminution du coût de revient de l'éthanol avec l'augmentation du contingent.

Le coût de revient hors marge de l'éthanol passe de 85,7 €/HAP à 62,81 €/HAP.

5.1.1.3) Résultats sortie station

▪ **Projet A :** Augmentation du coût de revient E85 à la pompe avec le contingent.

Cette hausse s'opère du coût hors marge de 118,84 €/hl d'E85 pour un contingent minimum jusqu'au maximum de 165,83 €/hl.

▪ **Projet B :** Baisse du coût de revient E85 à la pompe avec le contingent.

Le coût de revient hors marge de l'E85 diminue de 99,58 €/hl jusqu'au coût minimum de 99,21 €/hl d'E85.

- **Projet C** : Baisse du coût de revient E85 à la pompe avec le contingent.

Le coût de revient hors marge de l'E85 passe de 96,90 €/hl à 77,44 €/hl.

On remarque que l'écart de coûts de revient des projets B et C se réduit au cours des étapes de transformation (de la sortie de Gardel à la sortie à la pompe), en revanche l'écart augmente avec l'augmentation du contingent de sucre.

5.1.1.4) Résultats au niveau régional

L'effort de la Région sur la TSC est directement proportionnel à la quantité d'E85 mis sur le marché. Il diminue donc avec l'augmentation du contingent de sucre et se stabilise pour le projet A à 4,27 M€/an pour une production de 11 586m³ d'E85 (aux rendements actuels) et le projet B à 3,58 M€/an pour une production de 9 691m³ d'E85 (aux rendements actuels).

Le déséquilibre financier de la filière éthanol suit la même tendance que le coût de revient de l'E85 à la pompe :

- **Projet A** : augmentation avec celle du contingent (65,59 €/hl E85 à 122,38 €/hl E85, calculs réalisés à partir des coûts avec marges, à 80\$/bl de pétrole).
- **Projet B** : diminution suivie d'une légère augmentation (42,28 €/hl E85 à 41,83 €/hl E85, calculs réalisés à partir des coûts avec marges, à 80\$/bl de pétrole).
- **Projet C** : diminution avec l'augmentation du contingent (39,03 €/hl E85 à 15,49 €/hl E85, calculs réalisés à partir des coûts avec marges, à 80\$/bl de pétrole).

De manière générale, l'intérêt suscité par la mise en œuvre d'un projet sucre-éthanol diminue avec l'augmentation du contingent de sucre, dans les calculs de coûts hors marge. En effet, le déséquilibre de la filière sucre s'amenuise avec la diminution du poids du sucre produit hors contingent vendu sur le marché mondial. L'augmentation de la quantité de mélasse à valoriser sur le marché mondial ne permet pas de contrebalancer le déséquilibre induit par la production de sucre hors contingent.

A l'inverse, dans les calculs de coûts avec marges, le projet est valorisé par l'augmentation du contingent de sucre. Dans ce cas, la diminution de l'effort fiscal de la Région (qui n'est pas affecté par la prise en compte des marges des intermédiaires) relative à la baisse de production d'E85 engendre une diminution du déséquilibre de la filière sucre-éthanol. Celle-ci l'emporte sur la diminution du déséquilibre de la filière sucre liée à l'augmentation du contingent de sucre. Cette tendance s'inverse et l'intérêt pour le projet s'effrite, quand le seuil optimal du contingent de sucre est atteint, avec la production maximale de sucre permise par le procédé utilisé et l'offre en canne.

Ces diverses tendances sont observées pour tous les projets (A, B et C).

Tableau 33 : Résumé des grandes tendances discernées par projet

Offre en canne fixée, augmentation du contingent de sucre			
Coûts de revient	Projet A	Projet B	Projet C
Substrat	↑ jusqu'à un max	↑ jusqu'à un max ¹	↓ jusqu'à min
Ethanol	↑ jusqu'à un max	↓ puis ↑ jusqu'à max ²	↓ jusqu'à min
E85	↑ jusqu'à un max	↓ puis ↑ jusqu'à max	↓ jusqu'à min
Effort sur TSC	↓ jusqu'à min	↓ jusqu'à min	↓ jusqu'à min
Déséquilibre filière	↑ jusqu'à un max	↓ puis ↑ jusqu'à max	↓ jusqu'à min
Intérêt (calculs hors marge) avec / sans projet	↓	↓	↓
Intérêt (calculs avec marges) avec / sans projet	↑ puis ↓	↑ puis ↓	↑

Notes explicatives se rapportant au tableau 33 :

¹ Pour une offre en canne donnée, l'augmentation du contingent de sucre entraîne une hausse de la production d'égout B associée à une baisse de la production de sirop. Cette dernière s'annule lorsque l'offre en canne n'est plus suffisante pour permettre de produire du sirop en plus de l'égout B une fois atteint le contingent de sucre. On comprend que le coût du substrat augmente avec le contingent de sucre, la proportion de sirop diminuant par rapport à celle d'égout B. Cette augmentation des coûts est de plus en plus faible avec l'accroissement de l'offre en canne.

² Il faut tenir compte du biais introduit par rapport au fonctionnement de la SIS (traitement de l'égout B avant celui du sirop au lieu d'utiliser un mélange aux caractéristiques moyennes, d'où la surestimation du rendement alcool du substrat qui se répercute sur le coût de revient par HAP produit). Mais quand la quantité d'égout B est inférieure à la capacité de production de la SIS, le rendement en alcool du substrat pour l'éthanol diminue d'autant plus que la proportion de sirop prise en compte augmente. C'est pourquoi le coût de revient de la production d'éthanol sortie SIS se met à augmenter, puis diminue de nouveau jusqu'à se stabiliser à la valeur obtenue lorsque le contingent s'ajuste à la quantité de sucre produit avec le procédé des deux masses cuites pour l'offre en canne donnée.

5.1.2) Analyse comparée des projets

5.1.2.1) Comparaison du projet A et du projet B

Les coûts de transformation dans le projet A sont inférieurs à ceux du projet B. Le changement de procédé sucrier a un impact sur les salaires, l'amortissement matériel, les coûts d'entretien et de fonctionnement. En effet, le procédé à une masse cuite (projet A) nécessite plus de temps pour produire une même quantité de sucre que le procédé des deux masses cuites (projet B) d'où la réduction de personnel en charge du transport du sucre ou de la gestion du silo par exemple.

La quantité de canne utilisée dans le projet A est supérieure à celle du projet B pour produire une quantité de sucre équivalente, ce qui se répercute sur les achats de canne et d'intrants nécessaires au procédé.

A production de sucre égale, la quantité d'égout A issu du procédé à une masse cuite est supérieure à la quantité d'égout B issu du procédé à deux masses cuites, mais le rendement en alcool de l'égout A est inférieur à celui de l'égout B. Néanmoins, le produit de la quantité d'égout A par son rendement en alcool est supérieur à celui de l'égout B. Ainsi, pour une offre en canne donnée et non limitante, si le contingent de sucre est supérieur à la quantité de sucre pouvant être produit avec le projet B (par conséquent aussi avec le projet A), la quantité d'éthanol produit avec le projet A s'avère être supérieure à celle produit avec le B. Mais dans le projet B, quand l'offre en canne et le contingent le permettent, la production complémentaire de sirop pour l'éthanol est supérieure à celle du projet A. Le produit pondéré des quantités d'égout B et de sirop par leurs rendements respectifs en alcool est alors supérieur à celui obtenu avec le projet A.

Pour résumer :

⇒ Pour toute offre en canne, on obtient avec le projet A moins d'éthanol qu'avec le B, jusqu'à atteindre une valeur du contingent de sucre à partir de laquelle la tendance s'inverse. On produit alors plus d'éthanol avec le projet A qu'avec le B, car la totalité des cannes sont

destinées à la production de sucre et d'égout, sans production possible de sirop pour l'éthanol (cf. Encadrés 17 et 18).

⇒ Le coût de revient de l'éthanol du projet A est très supérieur au coût de revient de l'éthanol du B (calculs où l'aide économique est attribuée à l'ensemble de la production cannière sans restriction selon le débouché), ce qui signifie que les économies réalisées sur les coûts de transformation avec le projet A par rapport au projet B ne compensent pas les surcoûts dus à l'achat d'une quantité de canne nécessairement supérieure avec le projet A qu'avec le B.

⇒ L'écart entre les coûts de revient du projet A et B grandit avec l'augmentation du contingent, que l'on s'intéresse aux coûts de revient incluant l'aide économique à l'ensemble de la production cannière ou l'aide limitée par le contingent de sucre (dans l'hypothèse où les cannes destinées à la production de sucre contingenté avec valorisation des égouts riches en éthanol bénéficient de l'aide économique, ce qui, en revanche, n'est pas le cas des cannes utilisées exclusivement pour la production d'éthanol). Cet écart est fixé à partir du moment où la valeur du contingent de sucre atteint la quantité de sucre maximum pouvant être produit par le projet A puis par le projet B pour une offre en canne donnée.

⇒ L'écart entre les coûts de revient des projets A et B est supérieur dans les calculs de coûts de revient avec aide à l'ensemble de la production cannière, à l'écart entre les coûts de revient calculés avec aide économique limitée. Avec l'augmentation du contingent, l'écart entre les coûts des projets A et B calculés avec aide limitée finit par rejoindre l'écart entre ces coûts calculés avec aide à l'ensemble de la production.

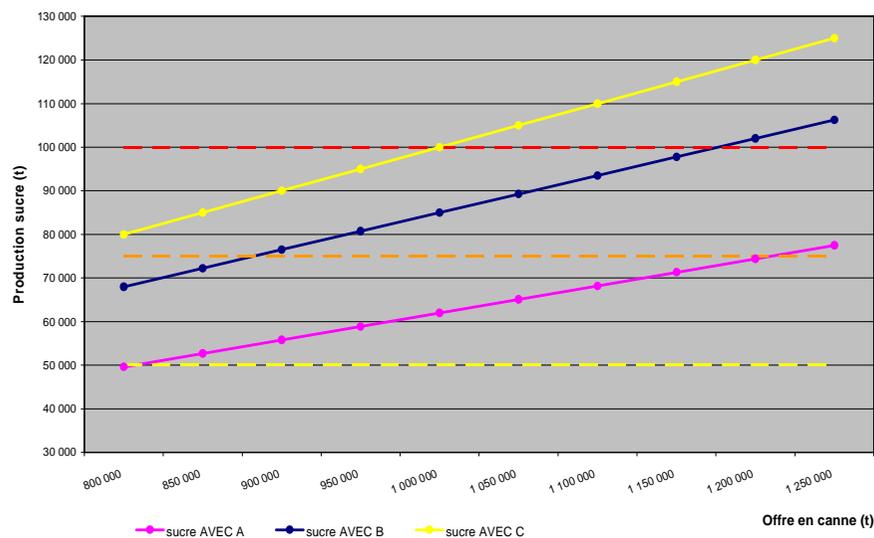
⇒ Pour tout projet, les coûts calculés avec aide limitée par le contingent de sucre, rejoignent les coûts incluant l'aide économique à l'ensemble de la production cannière et se fixent à une même valeur. Elle est atteinte lorsque le contingent de sucre est supérieur ou égal à la production maximum de sucre possible avec le procédé utilisé dans le projet (conséquence du présupposé sur l'attribution de l'aide économique).

-> *Quel dispositif de soutien ou mesure compensatrice peuvent être mis en œuvre dans la situation où seule une partie de la production cannière peut bénéficier de l'aide économique?*

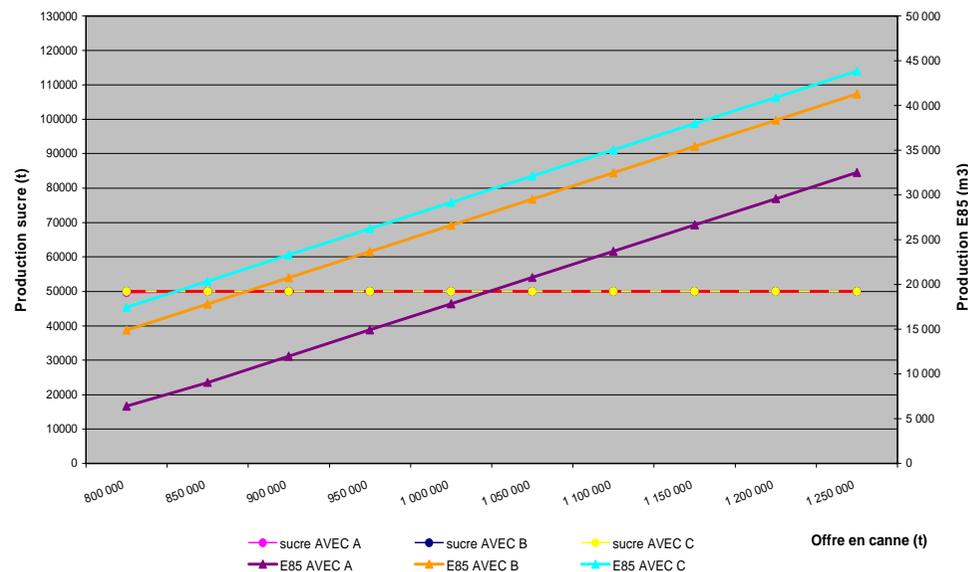
⇒ Malgré toutes les variations possibles du contingent de sucre et de l'offre en canne, le coût de revient de l'E85 est toujours plus favorable dans le projet B que dans le A, qu'on le calcule avec aide économique à l'ensemble de la production cannière ou avec aide limitée par le contingent de sucre. La situation inverse, favorable au projet A, ne fait donc pas partie du champ des contextes possibles défini par les combinaisons d'hypothèses retenues pour l'étude.

ENCADRE 17 : PRODUCTION DE SUCRE ET D'E85 POUR CHAQUE PROJET, SELON L'OFFRE EN CANNE ET LE CONTINGENT DE SUCRE

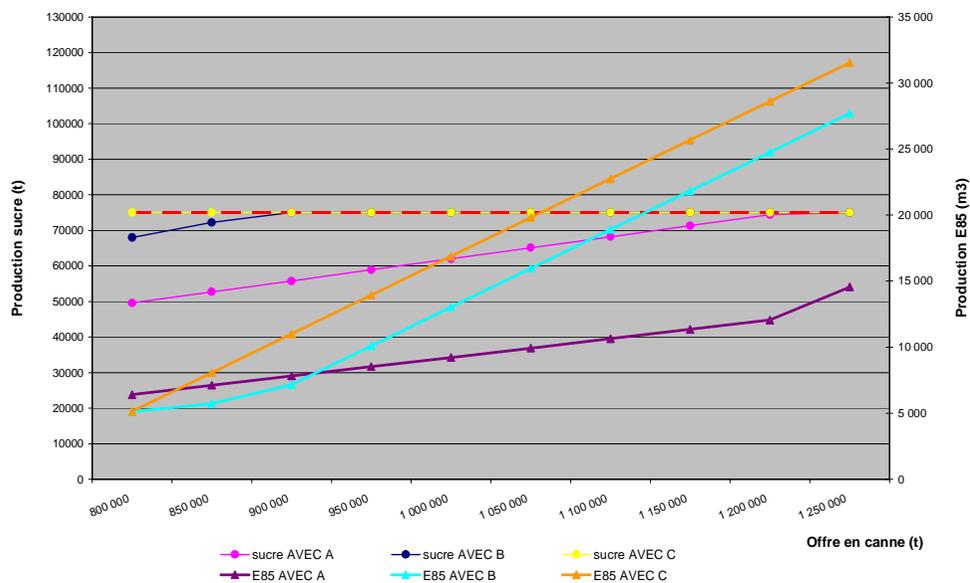
Production de sucre par projet : les différents procédés sucriers employés



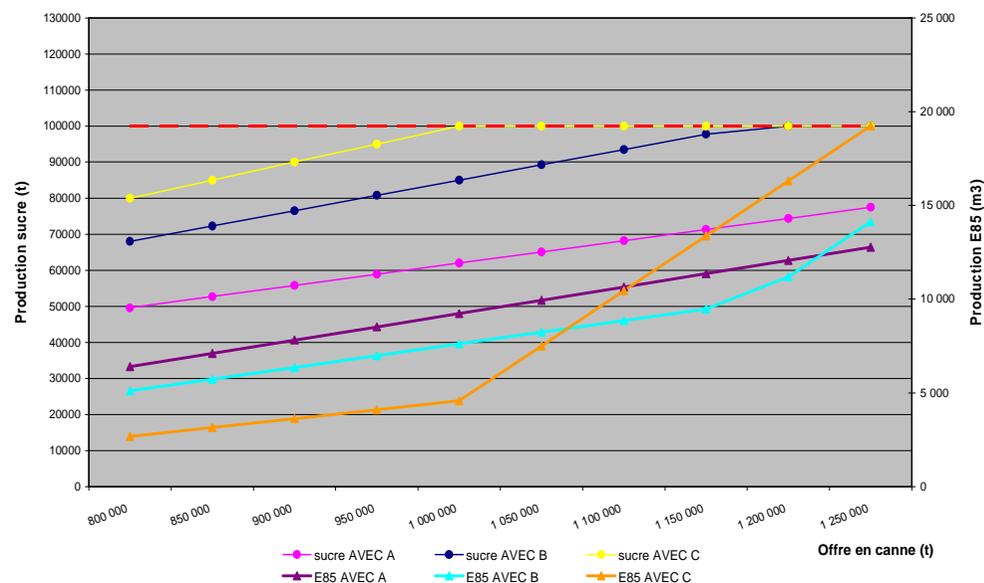
Production de sucre et d'E85 par projet pour un contingent fixé à 50 000 t



Production de sucre et d'E85 par projet pour un contingent fixé à 75 000 t



Production de sucre et d'E85 par projet pour un contingent fixé à 100 000 t



ENCADRE 18 : PRODUCTION D'E85 COMPAREE PAR PROJET

Offre canne minimum		Rendements actuels			Rendements améliorés			
Quota sucre (t)	Projet A	Projet B	Projet C		Projet A	Projet B	Projet C	
	E 85 (m3)	E 85 (m3)	E 85 (m3)		E 85 (m3)	E 85 (m3)	E 85 (m3)	
48000		7 487	15 901	18 357	11 979	25 442	29 371	
50000		6 390	14 815	17 373	10 224	23 704	27 797	
52000		6 390	13 728	16 389	10 224	21 966	26 223	
54000		6 390	12 642	15 405	10 224	20 228	24 648	
56000		6 390	11 556	14 421	10 224	18 489	23 074	
58000		6 390	10 470	13 437	10 224	16 751	21 500	
60000		6 390	9 383	12 453	10 224	15 013	19 925	
62000		6 390	8 297	11 469	10 224	13 275	18 351	
64000		6 390	7 211	10 485	10 224	11 537	16 777	
66000		6 390	6 124	9 501	10 224	9 799	15 202	
68000		6 390	5 092	8 517	10 224	8 148	13 628	
70000		6 390	5 092	7 534	10 224	8 148	12 054	
72000		6 390	5 092	6 550	10 224	8 148	10 479	
74000		6 390	5 092	5 566	10 224	8 148	8 905	
76000		6 390	5 092	4 582	10 224	8 148	7 331	
78000		6 390	5 092	3 598	10 224	8 148	5 756	
80000		6 390	5 092	2 671	10 224	8 148	4 274	
82000		6 390	5 092	2 671	10 224	8 148	4 274	
Offre canne maximum		Rendements actuels			Rendements améliorés			
Quota sucre (t)	Projet A	Projet B	Projet C		Projet A	Projet B	Projet C	
	E 85 (m3)	E 85 (m3)	E 85 (m3)		E 85 (m3)	E 85 (m3)	E 85 (m3)	
66000		16 139	27 708	31 085	25 822	44 333	49 736	
68000		14 702	26 622	30 101	23 523	42 595	48 162	
70000		13 265	25 536	29 117	21 224	40 857	46 588	
72000		11 828	24 449	28 133	18 925	39 119	45 013	
74000		11 586	23 363	27 149	18 537	37 381	43 439	
76000		11 586	22 277	26 165	18 537	35 643	41 865	
78000		11 586	21 190	25 181	18 537	33 905	40 290	
80000		11 586	20 104	24 197	18 537	32 167	38 716	
82000		11 586	19 018	23 213	18 537	30 428	37 142	
84000		11 586	17 931	22 230	18 537	28 690	35 567	
86000		11 586	16 845	21 246	18 537	26 952	33 993	
88000		11 586	15 759	20 262	18 537	25 214	32 419	
90000		11 586	14 673	19 278	18 537	23 476	30 844	
92000		11 586	13 586	18 294	18 537	21 738	29 270	
94000		11 586	12 500	17 310	18 537	20 000	27 696	
96000		11 586	11 414	16 326	18 537	18 262	26 121	
98000		11 586	10 327	15 342	18 537	16 524	24 547	
100000		11 586	9 691	14 358	18 537	15 505	22 972	

5.1.2.2) *Projet A versus Projet C*

Pour une quantité de canne donnée, la quantité de sirop produite est supérieure à celle d'égout A. Malgré les rendements en alcool de l'égout A plus intéressants que ceux du sirop, la production d'éthanol à partir de sirop est supérieure à celle obtenue avec l'égout A.

La production d'éthanol du projet A est inférieure à celle du projet C, pour une offre en canne donnée, mais l'augmentation du contingent de sucre entraîne la diminution de la production pour tout projet, jusqu'à atteindre un minimum (correspondant à la seule valorisation des égouts en éthanol, sans production complémentaire de sirop). Or le rendement en égout A à la tonne de canne, est supérieur au rendement en mélasse, de même, le rendement en alcool de l'égout A est supérieur à celui de la mélasse. Par conséquent, pour une offre en canne donnée, à partir d'une valeur seuil du contingent de sucre, la production d'éthanol du projet A devient supérieure à celle du projet C (cf. Encadré 18).

Les coûts de revient de l'éthanol du projet C sont inférieurs à ceux du projet A que l'on s'intéresse aux coûts calculés avec l'aide économique accordée à l'ensemble de la production cannière ou avec l'aide économique limitée par le contingentement de la production de sucre.

L'écart entre les coûts de revient des projets A et C, calculés avec aide à l'ensemble de la production cannière se creuse avec l'augmentation du contingent, de même pour l'écart entre les coûts de revient des projets A et C calculés avec aide économique limitée.

Bien que l'écart de coûts avec aide économique limitée soit inférieur à l'écart de coûts calculés avec aide à l'ensemble de la production de canne, dans aucune des situations envisagées (niveaux du contingent et de l'offre en canne), on n'observe d'écart de coûts (Projet A - Projet C) négatif. Le poids financier des cannes ne bénéficiant pas de l'aide économique ne permet pas d'inverser le rapport entre les coûts de revient du projet A et ceux du projet C.

La comparaison des projets A et C vient étayer l'hypothèse selon laquelle les meilleurs résultats technico-économiques sont obtenus lorsque l'on utilise les outils industriels adaptés et conçus pour une production et dans un objectif donné. Le projet est plus rentable lorsque la sucrerie extrait le plus de sucre possible des cannes disponibles (dans le cadre d'une production en partie subventionnée pour le sucre).

On constate que, même dans le scénario de contexte a priori optimal pour la mise en œuvre du projet A (dans lequel l'offre en canne et le quota de sucre sont ajustés en fonction de la quantité de sucre produit selon le procédé à 1 masse cuite), le coût de revient de l'éthanol reste supérieur à celui du projet B ou C, et le déséquilibre induit par la mise en œuvre du projet A est supérieur au déséquilibre du projet B ou C.

5.1.2.3) *Projet B versus Projet C*

Les coûts de revient calculés avec aide économique à l'ensemble de la production cannière, sont inférieurs dans le projet C à ceux obtenus avec le projet B, et tous deux diminuent avec l'augmentation du contingent⁴¹. L'écart entre les coûts de revient des projets B et C augmente avec l'augmentation du contingent, ce qui signifie que lorsque le contingent de sucre augmente, les coûts du projet C diminuent plus vite que ceux du projet B.

En revanche, à partir d'un certain niveau de l'offre en canne et dans une certaine limite du contingent de sucre (au-delà de laquelle le scénario devient trivial par rapport à la mise en œuvre du projet C), les coûts de revient de l'éthanol avec aide économique limitée sont légèrement supérieurs dans le projet C à ceux du projet B. Les coûts de ces deux projets

⁴¹ On s'intéresse ici à la tendance générale dégagée de l'analyse de la sensibilité des coûts du projet B à une variation du contingent de sucre.

diminuent avec l'augmentation du contingent de sucre. L'écart entre les coûts calculés avec aide économique limitée par le contingent de sucre, augmente au profit du projet B sur le projet C, puis inversement, en faveur du projet C sur le B (en fonction de la combinaison de l'offre en canne et du contingent de sucre).

Sensibilité des coûts de revient à la variation de l'offre en canne, pour un contingent de sucre donné :

Scénarios de développement de la production cannière : de 800 000 t à 1 170 000 t de canne en sucrerie

Contingent de Gardel de 50 000 t à 100 000 t de sucre

Dans le scénario d'offre en canne minimum, le contingent maximum est établi à 65 000 t de canne pour les raisons invoquées précédemment (cf. Remarque p.103).

5.1.3) Analyse des « grandes tendances » par projet (sorties cf. Annexes 7 à 16)

On compare les résultats obtenus à l'issue d'une diminution de l'offre en canne, tout autre facteur étant égal par ailleurs.

La variation de l'offre en canne se répercute fortement sur la production d'E85 qui passe de 27 634 m³ à 6 390 m³ dans le projet A, de 36 399 m³ à 14 815 m³ dans le B et de 38 957 m³ à 17 373 m³ dans le C.

De manière générale, les coûts de revient augmentent quand l'offre en canne diminue.

Cette augmentation est très importante dans le projet A (coûts multipliés par 2 en sortie de Gardel, de même en sortie de la SIS, par 1,6 à la sortie en station). Dans le projet B, l'augmentation est nettement moindre (augmentation de 15 €/t de substrat sortie de Gardel, de 10 €/HAP sortie de la SIS, d'environ 5 €/hl d'E85 à la sortie en station). Le projet C a une faible sensibilité aux variations de l'offre en canne : tous les coûts de revient diminuent très légèrement avec la diminution de l'offre en canne (de l'ordre de 0,1 €/t de substrat et de 0,05 €/HAP).

L'effort de la Région sur la TSC diminue proportionnellement à la baisse de production d'E85. Dans le scénario d'offre en canne minimum, l'effort fiscal est divisé par 4,5 dans le projet A par rapport au scénario d'offre en canne maximum, par 2,5 dans le projet B et par 2,25 dans le projet C.

Le déséquilibre de la filière sucre/éthanol suit la même tendance que le coût de revient de l'E85 à la pompe :

- **Projet A** : très forte augmentation avec la baisse de l'offre en canne (déséquilibre de la filière multiplié par 4).
- **Projet B** : augmentation, mais dans une moindre mesure (déséquilibre économique multiplié par 1,5).
- **Projet C** : légère diminution du déséquilibre de la filière, confirmant le peu d'impact de l'offre en canne.

Les calculs de différentiels de coûts hors marge montrent que l'intérêt pour la mise en œuvre des projets diminue par rapport à celui des scénarios d'offre en canne plus importante. A l'inverse, dans les calculs avec marges, l'intérêt pour les projets augmente lorsque l'offre en canne baisse. Ce constat est à rapprocher de l'allègement de la facture fiscale de la Région et de l'atténuation du déséquilibre de la filière sucre-éthanol, liés à une faible production d'E85. L'écart entre le coût de l'E85 à la pompe et le prix objectif de mise sur le marché de l'E85 s'accroît.

Tableau 34 : Résumé des grandes tendances discernées par projet

	Contingent fixé, variation de l'offre en canne : diminution		
Coûts de revient	Projet A	Projet B	Projet C
Substrat	↑ ↑	↑	≈ ↓
Ethanol	↑ ↑	↑	≈ ↓
E85	↑ ↑	↑	≈ ↓
Effort sur TSC	↓ ↓	↓	↓
Déséquilibre filière	↑ ↑	≈ ↓	≈ ↓ puis ↓
Intérêt (hors marge) avec / sans projet	↓	↓	↓
Intérêt (avec marges) avec / sans projet	↓ puis ↑	↑	↑

5.1.4) Analyse comparée des projets

5.1.4.1) Projet A versus Projet B

Le coût de revient avec l'aide économique à l'ensemble de la production cannière de l'éthanol obtenu avec le projet A est supérieur à celui obtenu avec le B pour un contingent de sucre donné. Plus l'offre en canne diminue, plus l'écart entre ces coûts augmente.

Le coût de revient avec l'aide économique limitée obtenu avec le projet A reste supérieur à celui du projet B. L'écart de ces coûts augmente lorsque l'offre en canne diminue.

5.1.4.2) Projet A versus Projet C

Le coût de revient de l'éthanol obtenu avec le projet A est très supérieur à celui obtenu avec le C, qu'il soit calculé avec l'aide à l'ensemble de la production cannière ou avec l'aide économique limitée. L'écart de coûts s'accroît avec la diminution de l'offre en canne.

5.1.4.3) Projet B versus Projet C

Les calculs de coûts avec l'aide à l'ensemble de la production cannière montrent que le projet C est plus rentable que le projet B (coûts de revient inférieurs dans le projet C et moindre déséquilibre de la filière). Avec la baisse de l'offre en canne, l'écart entre les coûts s'accroît, toujours en faveur du projet C.

Dans les calculs où l'aide économique est limitée par le contingent de sucre, la baisse de l'offre en canne a un impact important sur les coûts de revient des projets B et C. Dans le scénario d'offre en canne maximum, le projet B est plus rentable que le projet C, alors que dans le scénario d'offre en canne minimum, le projet C est toujours le plus rentable (coûts de revient du projet C inférieurs quelles que soient les modalités d'attribution de l'aide économique à la tonne de canne).

5.2) Analyse des résultats sous l'influence de variables du macrocontexte

L'indicateur de substitution, ou sortie intitulée « Différentiel de déséquilibre économique », nous permet de déterminer à partir de quel prix du sucre sur le cours mondial, le déséquilibre avec projet est égal à celui sans projet, selon le prix du baril de pétrole (prix oscillant entre 60 et 120 \$/bl). Cela signifie que pour toute baisse du cours du sucre au-delà du prix seuil indiqué par la droite y_0 (cf. représentations graphiques), la mise en œuvre du projet est plus rentable que le maintien de la situation actuelle.

Les résultats par projet sont proches pour des couples de paramètres « offre en canne » et « contingent de sucre », aux valeurs pourtant très différentes, mais qui sont proches de valeurs seuils du projet. Par exemple, le prix du sucre pour lequel le déséquilibre de la filière dans le projet A et sans projet est équivalent, est comparable dans le scénario d'offre en canne minimum associée à un contingent de 50 000 t de sucre (pour lequel la valeur seuil du contingent pour le projet A est de 49 527 t) et dans le scénario d'offre en canne maximum associée à un contingent de 75 000 t de sucre (pour lequel la valeur seuil du contingent pour le projet A est de 72 338 t).

Scénario de développement limité de l'offre en canne, dans un contexte d'écoulement difficile de la production de sucre : production contingentée, dépréciation du sucre sur le marché mondial avec un cours moyen relativement bas (à environ 200 €/t).

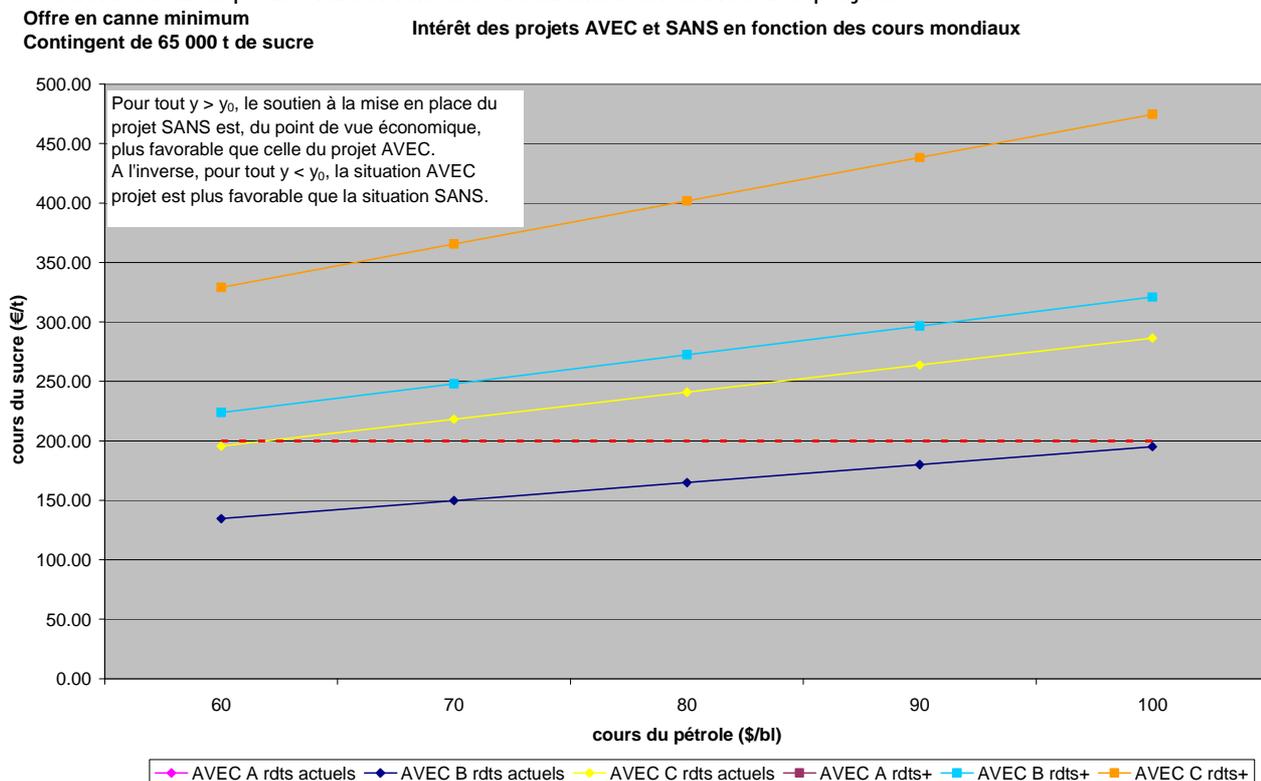
5.2.1) Scénario de contexte 1 : L'offre en canne s'élève à 800 000 t de canne et le contingent de sucre est limité à 65 000 t pour Gardel (niveau 2007).

Remarque : Pour un contingent de sucre de 75 000 t pour Gardel, dont le niveau a progressé par rapport au niveau 2007 mais qui reste le contingent maximum par rapport à l'offre en canne et qui ne permet pas d'accroissement de la production de canne, la production d'E85 envisageable permet au mieux de couvrir 4,5% de la consommation d'essence pour rester dans une fourchette réaliste de coûts de revient. Ce scénario n'est donc pas approfondi dans le cadre de la présente étude.

5.2.1.1) Différentiel de déséquilibre économique des filières (cf. Graphique 1)

La mise en œuvre du projet B est plus favorable que la situation sans projet pour un cours du pétrole supérieur à 100 \$/bl. Le projet C est plus favorable dès 60 \$/bl. Avec des rendements améliorés, les projets B et C sont plus favorables à la situation sans projet quel que soit le prix du baril.

Graphique 1 : Utilisation du différentiel de déséquilibre économique des filières sucre seul et sucre-éthanol pour évaluer l'intérêt de la mise en œuvre des projets



5.2.1.2) Bilan économique (cf. Tableaux 35 et 38)

On compare les projets au cours du pétrole de 60 \$/bl, puis de 100 \$/bl.

Dans le contexte où le pétrole est à 60 \$/bl, le scénario le plus favorable est la mise en œuvre du projet C avec des rendements améliorés. En effet, la filière éthanol enregistre un déséquilibre de 10,04 €/hl d'E85 proposé sur le marché au prix objectif (qui s'élève alors à 118 €/hl d'E85). Le coût de revient de l'E85 est de 91,54 €/hl marges incluses, avec une production de 16 000 m³ d'E85. Ce projet reste le plus rentable même en comparaison avec le projet B lorsque l'aide économique est limitée, et malgré le montant de sa prise en charge par les industriels qui est alors bien supérieur (3,5 M€/an dans le projet C contre 0,8 M€/an dans le projet B). Si l'optimisation des rendements n'est pas effective, la mise en œuvre du projet C aux rendements actuels, bien que moins rentable (coût de revient de 117,47 €/hl d'E85 et déséquilibre économique de 35,97 €/hl d'E85 mis sur le marché au prix objectif) et moins ambitieux en terme de production d'E85 (avec moins de 10 000 m³ d'E85 produits), reste envisageable.

Lorsque le cours du pétrole atteint 100 \$/bl, la mise en œuvre du projet C avec des rendements améliorés constitue le scénario le plus favorable pour la filière canne. La filière éthanol est alors à l'équilibre sans nécessiter de mesure de soutien spécifique. En effet, le coût de revient de l'E85 qui est alors de 94,67 €/hl, permet la mise sur le marché de ce carburant au prix objectif qui s'élève à plus de 135 €/hl à cause de la hausse du cours du pétrole.

Le scénario le plus pertinent est de mettre en œuvre le projet C, qui est d'autant plus intéressant dans la perspective de progression des rendements des procédés.

En conservant le même cadre de déroulement des scénarios, on s'interroge sur l'évolution de ces résultats, suite à une diminution du contingent de sucre et sur son impact sur l'opportunité de la mise en œuvre des différents projets.

5.2.2) Scénario de contexte 2 : « L'offre en canne s'élève à 800 000 t de canne et le contingent de sucre est limité à 50 000 t pour Gardel ».

5.2.2.1) Bilan de production (cf. Annexe 14)

La mise en œuvre des projets A, B ou C permet une production d'E85 respectivement de 6 390 m³, 14 815 m³ et 17 373 m³, en plus de la production de 50 000 t de sucre contingenté. Si l'on travaille à l'amélioration des rendements des procédés, on peut atteindre une production de 10 224 m³ avec le projet A, de 23 704 m³ avec le B et de 27 797 m³ avec le C.

5.2.2.2) Différentiel de déséquilibre économique des filières (cf. Graphique 2)

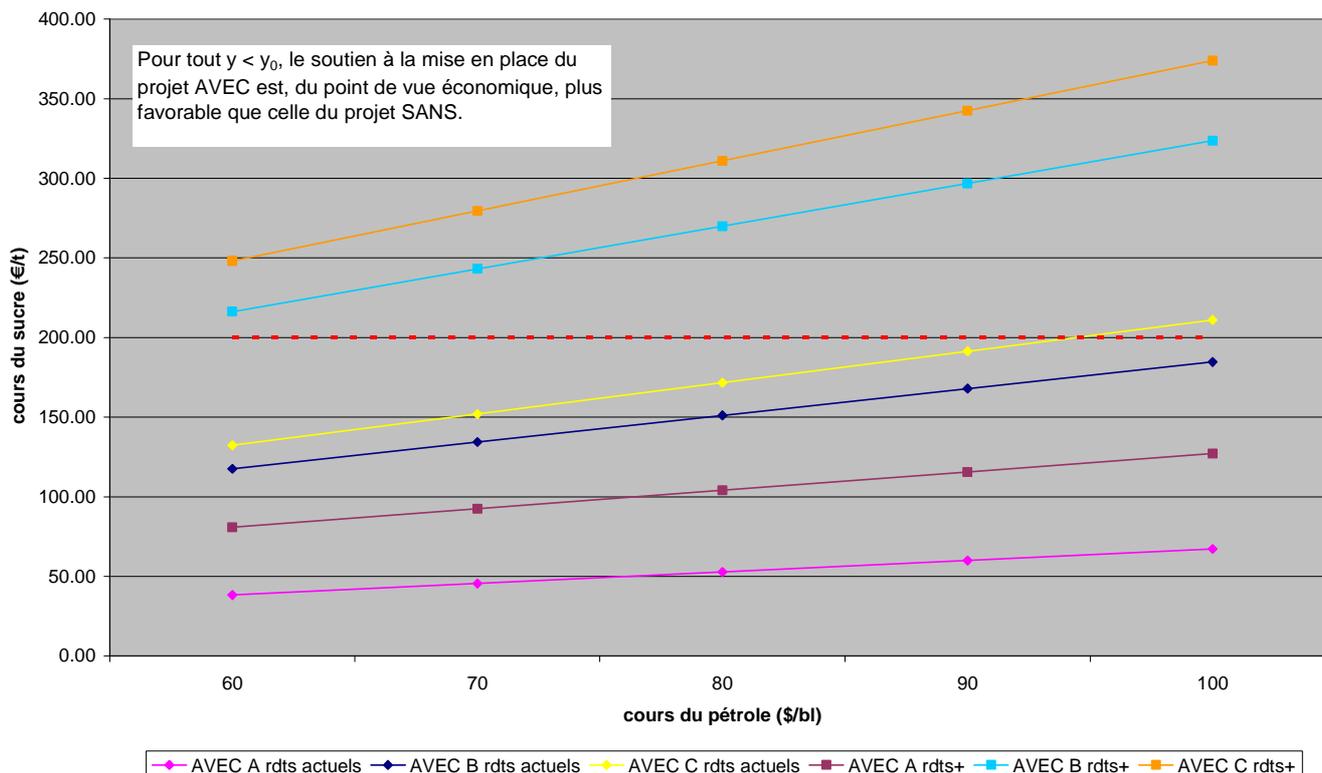
Le projet B est plus rentable que la situation sans projet, à partir d'un cours du pétrole de 110 \$/bl pour un prix du sucre à 200 €/t sur le marché mondial. Le projet C est plus rentable dès le seuil de 95 \$/bl. Avec l'optimisation des rendements des procédés, le projet AVEC C est alors plus intéressant que la situation sans projet quel que soit le cours du pétrole, et pour le projet B dès 50 \$/bl. En revanche, le projet A devient plus favorable que la situation sans projet seulement si le cours du sucre chute à moins de 150 €/t sur le marché mondial, pour un cours du pétrole dépassant 115 \$/bl et à condition d'améliorer les rendements.

On se focalise donc sur l'évaluation du projet C aux rendements actuels pour un cours du baril supérieur ou égal à 95 \$/bl, et des projets B et C avec des rendements améliorés pour un cours du baril supérieur à 50 \$/bl.

Graphique 2 : Utilisation du différentiel de déséquilibre économique des filières sucre seul et sucre-éthanol pour évaluer l'intérêt de la mise en œuvre des projets

Offre en canne minimum
Contingent de 50 000 t de sucre

Intérêt des projets AVEC et SANS en fonction des cours mondiaux



5.2.2.3) Bilan économique (cf. Tableau 37)

Afin de comparer ces différents projets, on se place dans un contexte équivalent avec un cours du pétrole s'élevant à 95 \$/bl. Le projet C avec des rendements améliorés cumule les avantages par rapport aux autres projets. En effet, la production d'E85 atteint 27 800 m³ ce qui permet de couvrir 15% des besoins d'essence du parc automobile de la Guadeloupe, mais ce qui engendre une perte d'entrée fiscale pour la Région de 10,25 M€/an. Le coût de revient de l'E85, marges incluses, est de 100,39 €/hl, le déséquilibre économique de la filière est de 4,30 €/hl d'E85 mis sur le marché au prix objectif (environ 133 €/hl d'E85 lorsque le cours du pétrole atteint 95 \$/bl). Dans les calculs avec aide économique limitée, le coût de revient de l'E85 est là aussi plus avantageux pour ce projet (131,37 €/hl d'E85), bien que le montant pris en charge par les industriels pour compenser l'aide économique, soit le plus important pour ce projet avec plus de 7 M€/an. Cependant, au regard de l'effort sur la fiscalité supporté par la Région, la mise en œuvre du projet B avec des rendements améliorés peut permettre de trouver un compromis. L'effort sur la TSC s'élève alors à 8,75 M€/an pour une production de plus de 23 500 m³ d'E85, avec un déséquilibre de la filière éthanol de 11,10 €/hl d'E85 mis sur le marché au prix objectif. De plus, le montant de l'aide économique compensé par les industriels est inférieur au montant à prendre en charge dans le projet C (5 M€/an).

Dans un contexte où l'offre en canne est limitée et le contingent de sucre minimum (50 000 t de sucre contingenté pour Gardel), le projet retenu comme le plus intéressant pour la filière canne (pour permettre le développement de la filière éthanol tout en garantissant l'écoulement dans sa totalité de la production cannière) est le projet C avec des rendements optimisés.

Dans le cas où les transformateurs peinent à concrétiser leurs efforts pour améliorer leurs rendements, le projet C reste le projet le plus favorable par rapport aux projets A et B, bien que les objectifs de production d'E85 soient dans ce cas moins ambitieux. De plus, à partir de

95 \$/bl de pétrole, il est plus intéressant de le mettre en œuvre pour la filière que de maintenir la situation sans projet.

Tableau 35 : Principaux résultats obtenus à 60 \$ le baril de pétrole

Scénario d'offre en canne minimum				
Cours du pétrole : 60 \$/bl				
Contingent de sucre	Maximum (t)	65 000	Minimum (t)	50 000
Production E85 (m3)	Projet C rdts actuels	9 993	Projet B rdts+	23 704
	Projet B rdts+	10 668	Projet C rdts+	27 797
	Projet C rdts+	15 989		
Coût de revient E85 avec marges et subventions (€/hl)	Projet C rdts actuels	118.20	Projet B rdts+	104.45
	Projet B rdts+	109.75	Projet C rdts+	97.65
	Projet C rdts+	91.99		
Déséquilibre de la filière avec marges et subventions E85 au prix objectif 1 (€/hl)	Projet C rdts actuels	36.69	Projet B rdts+	22.94
	Projet B rdts+	28.24	Projet C rdts+	16.15
	Projet C rdts+	10.49		
Coût de revient E85 hors marge avec subventions (€/hl)	Projet C rdts actuels	87.90	Projet B rdts+	76.15
	Projet B rdts+	80.67	Projet C rdts+	70.53
	Projet C rdts+	65.91		
Déséquilibre de la filière hors marge avec subventions E85 au prix objectif 1 (€/hl)	Projet C rdts actuels	6.39	Projet B rdts+	-5.36
	Projet B rdts+	-0.83	Projet C rdts+	-10.97
	Projet C rdts+	-15.60		
Coût de revient E85 avec marges hors subvention (€/hl)	Projet C rdts actuels	161.10	Projet B rdts+	130.03
	Projet B rdts+	118.96	Projet C rdts+	128.63
	Projet C rdts+	118.81		
Coût de revient E85 hors marge hors subvention (€/hl)	Projet C rdts actuels	123.35	Projet B rdts+	97.29
	Projet B rdts+	88.29	Projet C rdts+	96.14
	Projet C rdts+	88.07		
Montant de l'aide compensatoire aux cannes pour l'éthanol (€/an)	Projet C rdts actuels	3 543 534.36	Projet B rdts+	3 744 316.52
	Projet B rdts+	723 634.27	Projet C rdts+	4 064 406.70
	Projet C rdts+	1 049 861.11		

Tableau 36 : Principaux résultats obtenus à 80 \$ le baril de pétrole

Scénario d'offre en canne minimum				
Cours du pétrole : 80 \$/bl				
Contingent de sucre	Maximum (t)	65 000	Minimum (t)	50 000
Production E85 (m3)	Projet C rdts actuels	9 993	Projet B rdts+	23 704
	Projet B rdts+	10 668	Projet C rdts+	27 797
	Projet C rdts+	15 989		
Coût de revient E85 avec marges et subventions (€/hl)	Projet C rdts actuels	119.76	Projet B rdts+	106.01
	Projet B rdts+	111.31	Projet C rdts+	99.22
	Projet C rdts+	93.56		
Déséquilibre de la filière avec marges et subventions E85 au prix objectif 1 (€/hl)	Projet C rdts actuels	29.92	Projet B rdts+	16.18
	Projet B rdts+	21.47	Projet C rdts+	9.38
	Projet C rdts+	3.72		
Coût de revient E85 hors marge avec subventions (€/hl)	Projet C rdts actuels	89.46	Projet B rdts+	77.71
	Projet B rdts+	82.24	Projet C rdts+	72.09
	Projet C rdts+	67.47		
Déséquilibre de la filière hors marge avec subventions E85 au prix objectif 1 (€/hl)	Projet C rdts actuels	-0.38	Projet B rdts+	-12.12
	Projet B rdts+	-7.60	Projet C rdts+	-17.74
	Projet C rdts+	-22.36		

Coût de revient E85 avec marges hors subvention (€/hl)	Projet C rdts actuels	162.66	Projet B rdts+	131.59
	Projet B rdts+	120.52	Projet C rdts+	130.20
	Projet C rdts+	120.37		
Coût de revient E85 hors marge hors subvention (€/hl)	Projet C rdts actuels	124.92	Projet B rdts+	98.85
	Projet B rdts+	89.85	Projet C rdts+	97.70
	Projet C rdts+	89.63		
Montant de l'aide compensatoire aux cannes pour l'éthanol (€/an)	Projet C rdts actuels	3 505 727.30	Projet B rdts+	2 140 202.37
	Projet B rdts+	1 686.83	Projet C rdts+	2 183 278.66
	Projet C rdts+	-32 204.39		

Tableau 37 : Principaux résultats obtenus à 95 \$ le baril de pétrole

Scénario d'offre en canne minimum				
Cours du pétrole : 95 \$/bl				
Contingent de sucre	Maximum (t)	65 000	Minimum (t)	50 000
Production E85 (m3)	Projet C rdts actuels	9 993	Projet C rdts actuels	17 373
	Projet B rdts+	10 668	Projet B rdts+	23 704
	Projet C rdts+	15 989	Projet C rdts+	27 797
Coût de revient E85 avec marges et subventions (€/hl)	Projet C rdts actuels	120.93	Projet C rdts actuels	129.98
	Projet B rdts+	112.48	Projet B rdts+	107.18
	Projet C rdts+	94.73	Projet C rdts+	100.39
Déséquilibre de la filière avec marges et subventions E85 au prix objectif 1 (€/hl)	Projet C rdts actuels	24.85	Projet C rdts actuels	33.90
	Projet B rdts+	16.40	Projet B rdts+	11.10
	Projet C rdts+	-1.35	Projet C rdts+	4.30
Coût de revient E85 hors marge avec subventions (€/hl)	Projet C rdts actuels	90.63	Projet C rdts actuels	98.02
	Projet B rdts+	83.41	Projet B rdts+	78.88
	Projet C rdts+	68.64	Projet C rdts+	73.26
Déséquilibre de la filière hors marge avec subventions E85 au prix objectif 1 (€/hl)	Projet C rdts actuels	-5.45	Projet C rdts actuels	1.94
	Projet B rdts+	-12.67	Projet B rdts+	-17.20
	Projet C rdts+	-27.44	Projet C rdts+	-22.82
Coût de revient E85 avec marges hors subvention (€/hl)	Projet C rdts actuels	163.83	Projet C rdts actuels	179.55
	Projet B rdts+	121.69	Projet B rdts+	132.76
	Projet C rdts+	121.54	Projet C rdts+	131.37
Coût de revient E85 hors marge hors subvention (€/hl)	Projet C rdts actuels	126.09	Projet C rdts actuels	138.99
	Projet B rdts+	91.02	Projet B rdts+	100.02
	Projet C rdts+	90.80	Projet C rdts+	98.87
Montant de l'aide compensatoire aux cannes pour l'éthanol (€/an)	Projet C rdts actuels	2 998 509.10	Projet C rdts actuels	7 115 034.36
	Projet B rdts+	-539 773.74	Projet B rdts+	937 116.75
	Projet C rdts+	-843 753.51	Projet C rdts+	772 432.62

Tableau 38 : Principaux résultats obtenus à 110 \$ le baril de pétrole

Scénario d'offre en canne minimum				
Cours du pétrole : 110 \$/bl				
Contingent de sucre	Maximum (t)	65 000	Minimum (t)	50 000
Production E85 (m3)	Projet B rdts actuels	6 668	Projet B rdts actuels	14 815
	Projet C rdts actuels	9 993	Projet C rdts actuels	17 373
	Projet B rdts+	10 668	Projet B rdts+	23 704
	Projet C rdts+	15 989	Projet C rdts+	27 797
Coût de revient E85 avec marges et subventions (€/hl)	Projet B rdts actuels	150.51	Projet B rdts actuels	142.03
	Projet C rdts actuels	122.10	Projet C rdts actuels	131.16
	Projet B rdts+	113.65	Projet B rdts+	108.35
	Projet C rdts+	95.90	Projet C rdts+	101.56

Déséquilibre de la filière avec marges et subventions E85 au prix objectif 1 (€/hl)	Projet B rdts actuels	48.18	Projet B rdts actuels	39.70
	Projet C rdts actuels	19.77	Projet C rdts actuels	28.83
	Projet B rdts+	11.32	Projet B rdts+	6.03
	Projet C rdts+	-6.43	Projet C rdts+	-0.77
Coût de revient E85 hors marge avec subventions (€/hl)	Projet B rdts actuels	115.42	Projet B rdts actuels	108.18
	Projet C rdts actuels	91.80	Projet C rdts actuels	99.19
	Projet B rdts+	84.58	Projet B rdts+	80.05
	Projet C rdts+	69.81	Projet C rdts+	74.44
Déséquilibre de la filière hors marge avec subventions E85 au prix objectif 1 (€/hl)	Projet B rdts actuels	13.09	Projet B rdts actuels	5.85
	Projet C rdts actuels	-10.53	Projet C rdts actuels	-3.14
	Projet B rdts+	-17.75	Projet B rdts+	-22.28
	Projet C rdts+	-32.51	Projet C rdts+	-27.89
Coût de revient E85 avec marges hors subvention (€/hl)	Projet B rdts actuels	165.25	Projet B rdts actuels	182.95
	Projet C rdts actuels	165.01	Projet C rdts actuels	180.72
	Projet B rdts+	122.87	Projet B rdts+	133.93
	Projet C rdts+	122.71	Projet C rdts+	132.54
Coût de revient E85 hors marge hors subvention (€/hl)	Projet B rdts actuels	127.61	Projet B rdts actuels	142.00
	Projet C rdts actuels	127.26	Projet C rdts actuels	140.16
	Projet B rdts+	92.19	Projet B rdts+	101.19
	Projet C rdts+	91.98	Projet C rdts+	100.04
Montant de l'aide compensatoire aux cannes pour l'éthanol (€/an)	Projet B rdts actuels	812 387.30	Projet B rdts actuels	5 014 152.01
	Projet C rdts actuels	2 491 290.89	Projet C rdts actuels	6 570 275.33
	Projet B rdts+	-1 081 234.32	Projet B rdts+	-265 968.86
	Projet C rdts+	-1 655 302.64	Projet C rdts+	-638 413.41

Scénario de développement important de la production cannière, dans un contexte d'écoulement de plus en plus difficile de la production de sucre : production contingentée sur le marché intérieur national, production peu concurrentielle sur le marché extérieur couplée à une dépréciation du sucre sur le marché mondial (cours moyen relativement bas d'environ 200 €/t).

5.2.3) Scénario de contexte 1 : « L'offre en canne s'élève à 1 170 000 t de canne et le contingent de sucre est limité à 100 000 t pour Gardel »

5.2.3.1) Bilan de production (cf. Annexe 7)

La production d'E85 s'échelonne de 11 586 m³ (projet A) à 14 358 m³ (projet C) aux rendements actuels, et de 18 537 m³ (projet A) à 22 972 m³ (projet C) avec des rendements améliorés.

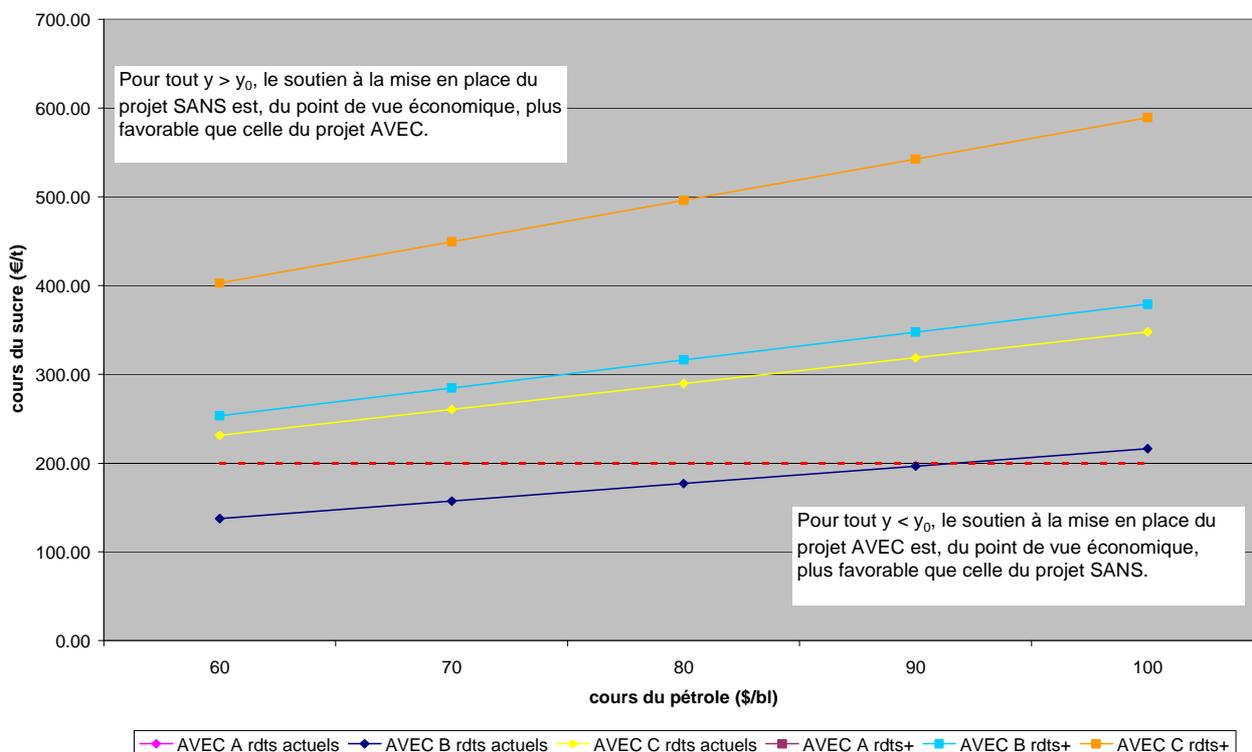
5.2.3.2) Différentiel de déséquilibre économique des filières (cf. Graphique 3)

Au niveau de performance actuelle des procédés de transformation, le projet B est plus rentable que la situation sans projet à partir de 90 \$/bl, tandis que le projet C est plus rentable pour un cours du pétrole inférieur à 60 \$/bl. Dans la perspective de l'amélioration des rendements, la réalisation des projets B et C est plus rentable que la situation sans projet à moins de 60 \$/bl de pétrole. Quels que soient le niveau de rendement des procédés et le cours du pétrole, le maintien de la situation actuelle est plus favorable que la mise en œuvre du projet A.

Graphique 3 : Utilisation du différentiel de déséquilibre économique des filières sucre seul et sucre-éthanol pour évaluer l'intérêt de la mise en œuvre des projets

Offre en canne maximum
Contingent de 100 000 t de sucre

Intérêt des projets AVEC et SANS en fonction des cours mondiaux



5.2.3.3) Bilan économique

Pour un cours du pétrole de 90 \$/bl, il est préférable de mettre en œuvre le projet B ou C, avec les rendements actuels ou des rendements améliorés, plutôt que de se maintenir dans la situation sans projet. Lorsque l'aide économique est attribuée sans restriction, le projet C est le plus rentable, mais dans le cas où cette aide ferait défaut, le projet B devient plus intéressant. En effet, l'ensemble de la production cannière est couverte par l'aide économique grâce à l'utilisation du procédé des deux masses cuites, alors que l'utilisation du procédé traditionnel des trois masses cuites nécessite une prise en charge par les industriels d'environ 4 M€/an pour compenser le déficit d'aide.

Dans un contexte d'offre en canne élevée, Gardel bénéficiant du contingent de sucre maximum (équivalent à son quota de sucre), le choix du projet à mettre en œuvre repose essentiellement sur des décisions politiques. D'une part, ce choix dépend des orientations des politiques nationales et des moyens mis à disposition pour la promotion des biocarburants et/ou l'aide à la reconversion de l'industrie sucrière s'appuyant sur la diversification de ses débouchés. D'autre part, ce choix repose sur la position adoptée par la Région en matière de politique énergétique et de politique agricole, au regard de préoccupations environnementales de plus en plus pressantes. Les décisions qui émanent de la volonté politique régionale, portent en particulier sur le montant limite de l'effort sur les entrées fiscales estimé acceptable pour la Région.

Par ailleurs, pour évaluer l'intérêt de mettre en œuvre le projet B ou C, il faut tenir compte des évolutions possibles, à terme, des facteurs clés que constituent : les gains de productivité relatifs à l'amélioration des rendements des procédés, la tendance à la diminution du contingent de sucre dans un climat de restrictions sur les aides, la hausse inéluctable du cours

du pétrole et les variations du cours mondial du sucre dominées par une tendance à la baisse. Dans les scénarios de difficultés croissantes vis-à-vis de l'écoulement de la production de sucre, la probabilité est forte d'assister à une augmentation de la productivité sous l'impulsion de la filière. De plus, cette recherche de performances et de progrès technologiques peut être stimulée par l'augmentation du potentiel de production d'éthanol qui est dégagé par une baisse du niveau de contingent de sucre.

5.2.4) Scénario de contexte 2: « L'offre en canne s'élève à 1 170 000 t de canne et le contingent de sucre est limité à 75 000 t pour Gardel ».

5.2.4.1) Bilan de production (cf. Annexe 8)

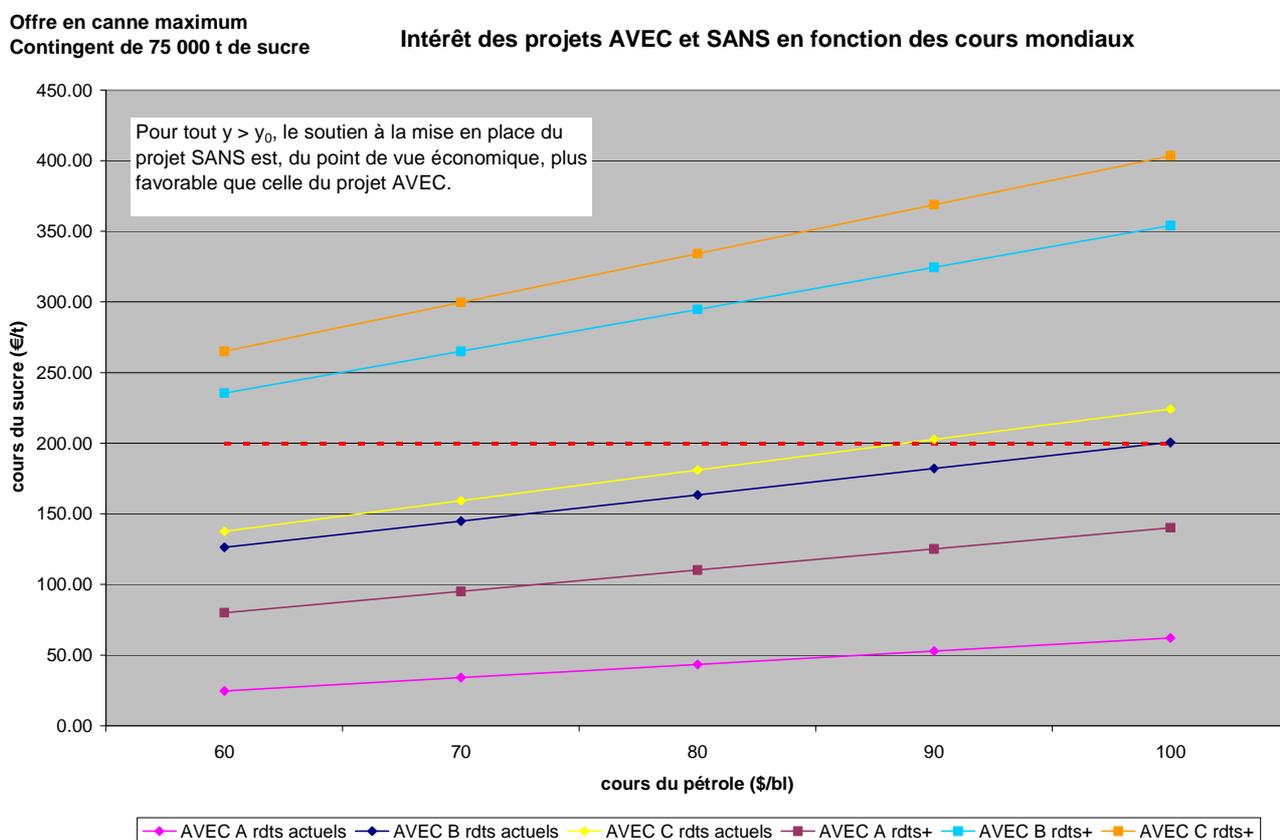
La production va de 11 586 m³ d'E85 (projet A) à 26 657 m³ d'E85 (projet C) aux rendements actuels et de 18 537 m³ d'E85 (projet A) à 42 652 m³ d'E85 (projet C) avec des rendements améliorés.

5.2.4.2) Différentiel de déséquilibre économique des filières (cf. Graphique 4)

Au niveau de rendement actuel des procédés, l'intérêt pour la mise en œuvre du projet B par rapport au maintien de la situation sans projet, est manifeste à partir de 100 \$/bl de pétrole. L'intérêt de la réalisation du projet C se dégage dès 90 \$/bl de pétrole.

Le contexte n'est pas favorable à la mise en œuvre du projet A, quels que soient le cours du pétrole et le niveau de performance technique atteint. En revanche, l'optimisation des rendements des procédés accroît l'intérêt de la mise en œuvre des projets B et C, qui s'avèrent alors plus rentables que le maintien de la situation sans projet pour un cours du pétrole inférieur à 60 \$/bl.

Graphique 4 : Utilisation du différentiel de déséquilibre économique des filières sucre seul et sucre-éthanol pour évaluer l'intérêt de la mise en œuvre des projets



5.2.4.3) Bilan économique (cf. Tableaux 39 et 41)

A 100 \$/bl, on compare les résultats obtenus dans les projets B et C aux rendements actuels. Dans le projet B, on obtient un taux de recouvrement d'environ 12,5% de la consommation d'essence en Guadeloupe, et C, le taux atteint environ 14,5%. Les coûts de revient du projet C sont inférieurs à ceux du projet B, et on est plus proche de l'équilibre économique de la filière avec le projet C qu'avec le projet B (déséquilibre estimé à 25,17 €/hl dans le projet C contre 33,73 €/hl dans le projet B). A l'inverse, les coûts de revient calculés avec aide économique limitée sont inférieurs dans le projet B à ceux du projet C de 1 €/hl en moyenne, soit de moins de 1% du coût de revient de l'E85.

A 60 \$/bl et avec des rendements optimisés, les coûts de revient du projet C sont inférieurs à ceux du projet B, mais l'écart entre ces coûts diminue par rapport à l'écart de coûts déterminé dans la situation précédente (100 \$/bl et rendements actuels). Comme dans la situation précédente, les coûts calculés avec aide économique limitée dans le projet B sont inférieurs à ceux du projet C, de moins de 1 €/hl en moyenne en ce qui concerne le coût de revient de l'E85. Lorsque le cours du pétrole s'élève à 80 \$/bl, la même tendance est observée, les écarts de coûts de revient étant constants. Les projets B et C se rapprochent de l'équilibre économique de la filière sous l'effet d'une hausse du cours du pétrole.

Dans ce scénario de contexte, on note qu'il faut atteindre un cours du pétrole supérieur à celui relevé dans le scénario précédent (scénario de contexte 1) pour que la réalisation des projets B et C soit plus rentable que la situation sans projet. De manière générale, les coûts de revient sont supérieurs à ceux obtenus dans le scénario précédent. Le potentiel de production d'E85 est plus important dans ce scénario, la baisse du contingent entraînant une augmentation de la production de sirop pour l'éthanol dans les projets B et C.

5.2.5) Scénario de contexte 3 : « L'offre en canne s'élève à 1 170 000 t de canne et le contingent de sucre est limité à 50 000 t pour Gardel ».

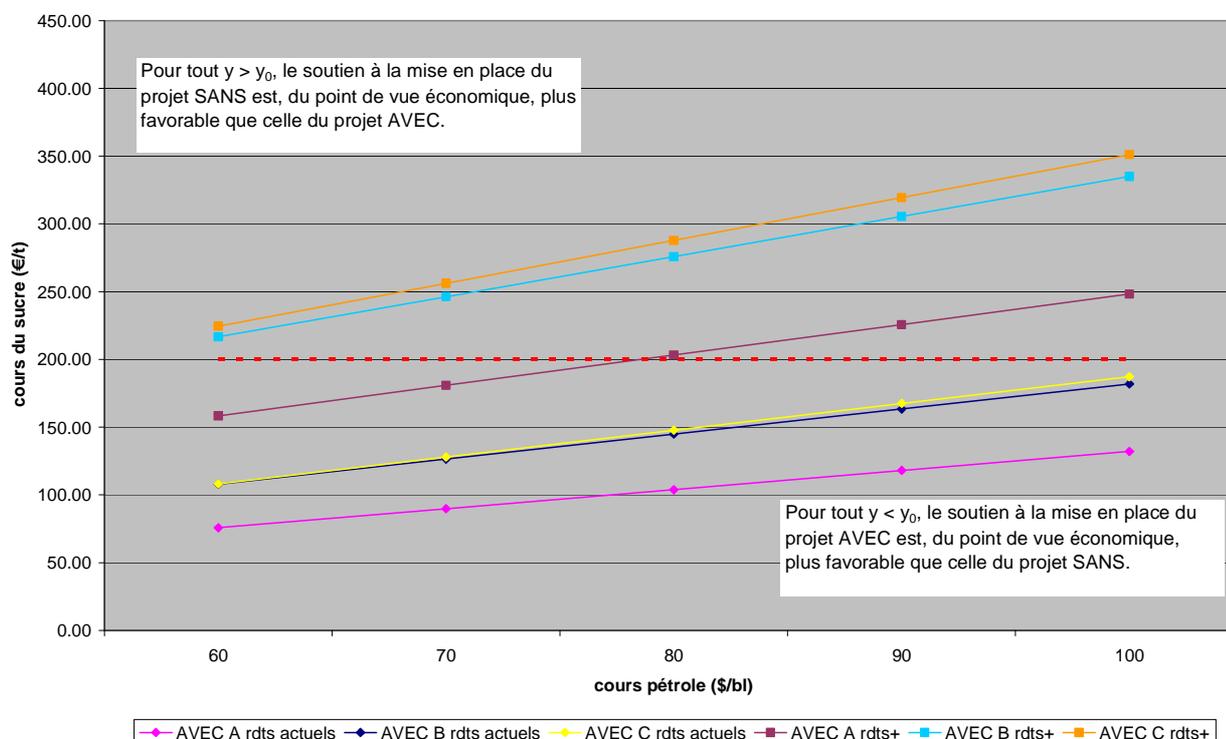
5.2.5.1) Différentiel de déséquilibre économique des filières (cf. Graphique 5)

L'intérêt des projets B et C aux rendements actuels est perceptible à partir d'un cours du pétrole de 110 \$/bl. Avec des rendements améliorés, l'intérêt de la mise en œuvre de chacun des projets par rapport à la poursuite de la situation sans projet, se prononce pour un cours du pétrole inférieur à 60 \$/bl dans le cas des projets B et C, et à partir d'un cours du pétrole de 80 \$/bl dans le cas du projet A.

Graphique 5 : Utilisation du différentiel de déséquilibre économique des filières sucre seul et sucre-éthanol pour évaluer l'intérêt de la mise en œuvre des projets

Offre en canne maximum
Contingent de 50 000 t de sucre

Intérêt des projets AVEC et SANS en fonction des cours mondiaux



5.2.5.2) Bilan de production (cf. Annexe 9)

La production s'élève de 27 634 m³ d'E85 (projet A) à 38 957 m³ d'E85 (projet C) aux rendements actuels et va de 44 214 (projet A) à 62 331 m³ d'E85 (projet C) avec des rendements améliorés.

5.2.5.3) Bilan économique (cf. Tableau 42)

A 110 \$/bl de pétrole, les projets B et C aux rendements actuels sont quasiment équivalents. Au regard de la production d'E85, le projet C permet de couvrir 21,25% de la consommation d'essence de la Guadeloupe, et ce taux de couverture est inférieur de 1,5% dans le projet B. Les coûts de revient du projet C sont inférieurs à ceux du projet B, mais l'écart entre ces coûts est en moyenne de moins de 3 €/hl, ce qui représente moins de 2,5% du coût de revient de l'E85. En revanche, dans les calculs avec aide économique limitée, le coût de revient de l'E85 du projet C devient légèrement supérieur à celui du projet B. L'écart entre ces coûts se réduit alors à environ 1 €/hl en faveur du projet B, ce qui représente environ 0,5% du coût de revient de l'E85.

A 80 \$/bl, on compare les trois projets avec des rendements améliorés. Le projet A est le moins rentable et le moins productif des trois projets. Les projets B et C sont quasiment équivalents en termes de coûts de revient. Au niveau de la production d'E85, le projet C permet de couvrir 34% de la consommation d'essence tandis que le taux de couverture atteint dans le projet B est d'environ 32%. Les coûts de revient du projet C sont légèrement inférieurs à ceux du projet B (2 €/hl d'écart, soit environ 2% du coût de revient de l'E85). Cette tendance s'inverse dans les calculs où l'aide économique est limitée, le coût de l'E85 du projet C est alors légèrement supérieur à celui du projet B, l'écart étant de moins de 1 €/hl, soit environ 0,5% du coût de revient de l'E85.

Dans ce contexte (scénario de contexte 3), les scénarios de mise en œuvre des projets B et C fournissent des résultats économiques équivalents, que l'on s'intéresse aux résultats obtenus avec les niveaux actuels de rendement des procédés ou avec un niveau de productivité supérieur. L'évolution du cours du pétrole ne modifie pas ces résultats et ne permet donc pas de trancher en faveur de l'un ou l'autre des projets.

Par conséquent, le choix entre ces deux projets est essentiellement déterminé par les objectifs des politiques locales et les moyens mis en œuvre par la Région (effort consenti sur la TSC). Ce choix dépend aussi des politiques nationales de soutien aux filières biocarburants dans le cadre de la loi sur l'énergie et le Plan Climat, et en tant que voie de reconversion des filières sucrières traditionnelles.

Cependant, dans un contexte de révision du contingent de sucre à la hausse, des divergences apparaissent qui peuvent influencer l'intérêt de réaliser l'un ou l'autre des projets. Si le contingent de sucre est maximum (100 000 t de sucre pour Gardel, soit le niveau du quota), on privilégie la mise en œuvre du projet C sur celle du projet B. Le projet C s'avère être, dans ce cas, le projet offrant la production d'E85 la plus importante au plus faible coût. Ces résultats sont à nuancer dans le cas où l'aide à la production cannière (aide économique à la tonne de canne) ne trouve pas de compensation dans la manne économique mise à disposition pour la promotion des biocarburants et/ou l'aide à la reconversion de l'industrie sucrière. En effet, le projet B paraît alors plus avantageux que le projet C, car l'ensemble de la production de canne est couverte par l'enveloppe attribuée au titre de l'aide économique.

Tableau 39 : Principaux résultats obtenus à 60 \$ le baril de pétrole

Scénario d'offre en canne maximum						
Cours du pétrole : 60 \$/bl						
Contingent de sucre	Maximum (t)	100 000	Intermédiaire (t)	75 000	Minimum (t)	50 000
Production E85 (m3)	Projet C rdts actuels	14 358	Projet B rdts+	36 512	Projet B rdts+	58 238
	Projet B rdts+	15 505	Projet C rdts+	42 652	Projet C rdts+	62 331
	Projet C rdts+	22 972				
Coût de revient E85 avec marges et subventions (€/hl)	Projet C rdts actuels	103.76	Projet B rdts+	98.60	Projet B rdts+	99.72
	Projet B rdts+	99.44	Projet C rdts+	93.25	Projet C rdts+	97.69
	Projet C rdts+	82.97				
Déséquilibre de la filière avec marges et subventions E85 au prix objectif 1 (€/hl)	Projet C rdts actuels	22.25	Projet B rdts+	17.09	Projet B rdts+	18.21
	Projet B rdts+	17.93	Projet C rdts+	11.74	Projet C rdts+	16.18
	Projet C rdts+	1.47				
Coût de revient E85 hors marge avec subventions (€/hl)	Projet C rdts actuels	75.87	Projet B rdts+	71.31	Projet B rdts+	72.24
	Projet B rdts+	72.01	Projet C rdts+	66.89	Projet C rdts+	70.56
	Projet C rdts+	58.40				
Déséquilibre de la filière hors marge avec subventions E85 au prix objectif 1 (€/hl)	Projet C rdts actuels	-5.63	Projet B rdts+	-10.19	Projet B rdts+	-9.27
	Projet B rdts+	-9.50	Projet C rdts+	-14.61	Projet C rdts+	-10.95
	Projet C rdts+	-23.11				
Coût de revient E85 avec marges hors subvention (€/hl)	Projet C rdts actuels	137.21	Projet B rdts+	120.50	Projet B rdts+	127.90
	Projet B rdts+	99.44	Projet C rdts+	121.09	Projet C rdts+	128.54
	Projet C rdts+	103.88				
Coût de revient E85 hors marge hors subvention (€/hl)	Projet C rdts actuels	103.52	Projet B rdts+	89.41	Projet B rdts+	95.53
	Projet B rdts+	72.01	Projet C rdts+	89.90	Projet C rdts+	96.06
	Projet C rdts+	75.68				
Montant de l'aide compensatoire aux cannes pour l'éthanol (€/an)	Projet C rdts actuels	3 161 366.85	Projet B rdts+	3 050 050.55	Projet B rdts+	8 377 374.21
	Projet B rdts+	0.00	Projet C rdts+	3 689 679.52	Projet C rdts+	9 051 921.66
	Projet C rdts+	-1 338 685.13				

Tableau 40 : Principaux résultats obtenus à 80 \$ le baril de pétrole

Scénario d'offre en canne maximum						
Cours du pétrole : 80 \$/bl						
Contingent de sucre	Maximum (t)	100 000	Intermédiaire (t)	75 000	Minimum (t)	50 000
Production E85 (m3)	Projet C rdts actuels	14 358	Projet B rdts+	36 512	Projet B rdts+	58 238
	Projet B rdts+	15 505	Projet C rdts+	42 652	Projet C rdts+	62 331
	Projet C rdts+	22 972				
Coût de revient E85 avec marges et subventions (€/hl)	Projet C rdts actuels	105.32	Projet B rdts+	100.16	Projet B rdts+	101.28
	Projet B rdts+	101.00	Projet C rdts+	94.81	Projet C rdts+	99.25
	Projet C rdts+	84.53				
Déséquilibre de la filière avec marges et subventions E85 au prix objectif 1 (€/hl)	Projet C rdts actuels	15.49	Projet B rdts+	10.33	Projet B rdts+	11.45
	Projet B rdts+	11.16	Projet C rdts+	4.98	Projet C rdts+	9.41
	Projet C rdts+	-5.30				
Coût de revient E85 hors marge avec subventions (€/hl)	Projet C rdts actuels	77.44	Projet B rdts+	72.88	Projet B rdts+	73.80
	Projet B rdts+	73.57	Projet C rdts+	68.45	Projet C rdts+	72.12
	Projet C rdts+	59.96				
Déséquilibre de la filière hors marge avec subventions E85 au prix objectif 1 (€/hl)	Projet C rdts actuels	-12.40	Projet B rdts+	-16.96	Projet B rdts+	-16.03
	Projet B rdts+	-16.27	Projet C rdts+	-21.38	Projet C rdts+	-17.71
	Projet C rdts+	-29.88				
Coût de revient E85 avec marges hors subvention (€/hl)	Projet C rdts actuels	138.78	Projet B rdts+	122.06	Projet B rdts+	129.46
	Projet B rdts+	101.00	Projet C rdts+	122.65	Projet C rdts+	130.10
	Projet C rdts+	105.44				
Coût de revient E85 hors marge hors subvention (€/hl)	Projet C rdts actuels	105.09	Projet B rdts+	90.97	Projet B rdts+	97.09
	Projet B rdts+	73.57	Projet C rdts+	91.46	Projet C rdts+	97.62
	Projet C rdts+	77.24				
Montant de l'aide compensatoire aux cannes pour l'éthanol (€/an)	Projet C rdts actuels	2 189 721.99	Projet B rdts+	579 168.70	Projet B rdts+	4 436 214.51
	Projet B rdts+	0.00	Projet C rdts+	803 276.84	Projet C rdts+	4 833 748.06
	Projet C rdts+	-2 893 316.91				

Tableau 41 : Principaux résultats obtenus à 100 \$ le baril de pétrole

Scénario d'offre en canne maximum						
Cours du pétrole : 100 \$/bl						
Contingent de sucre	Maximum (t)	100 000	Intermédiaire (t)	75 000	Minimum (t)	50 000
Production E85 (m3)	Projet B rdts actuels	9 691	Projet B rdts actuels	22 820	Projet B rdts+	58 238
	Projet C rdts actuels	14 358	Projet C rdts actuels	26 657	Projet C rdts+	62 331
	Projet B rdts+	15 505	Projet B rdts+	36 512		
	Projet C rdts+	22 972	Projet C rdts+	42 652		
Coût de revient E85 avec marges et subventions (€/hl)	Projet B rdts actuels	133.23	Projet B rdts actuels	131.89	Projet B rdts+	102.84
	Projet C rdts actuels	106.88	Projet C rdts actuels	123.33	Projet C rdts+	100.81
	Projet B rdts+	102.56	Projet B rdts+	101.72		
	Projet C rdts+	86.09	Projet C rdts+	96.37		
Déséquilibre de la filière avec marges et subventions E85 au prix objectif 1 (€/hl)	Projet B rdts actuels	35.06	Projet B rdts actuels	33.73	Projet B rdts+	4.68
	Projet C rdts actuels	8.72	Projet C rdts actuels	25.17	Projet C rdts+	2.65
	Projet B rdts+	4.40	Projet B rdts+	3.56		
	Projet C rdts+	-12.07	Projet C rdts+	-1.79		
Coût de revient E85 hors marge avec subventions (€/hl)	Projet B rdts actuels	100.77	Projet B rdts actuels	99.67	Projet B rdts+	75.36
	Projet C rdts actuels	79.00	Projet C rdts actuels	92.59	Projet C rdts+	73.68
	Projet B rdts+	75.13	Projet B rdts+	74.44		
	Projet C rdts+	61.52	Projet C rdts+	70.02		
Déséquilibre de la filière hors marges avec subventions E85 au prix objectif 1 (€/hl)	Projet B rdts actuels	2.61	Projet B rdts actuels	1.50	Projet B rdts+	-22.80
	Projet C rdts actuels	-19.17	Projet C rdts actuels	-5.57	Projet C rdts+	-24.48
	Projet B rdts+	-23.03	Projet B rdts+	-23.73		
	Projet C rdts+	-36.64	Projet C rdts+	-28.15		
Coût de revient E85 avec marges hors subvention (€/hl)	Projet B rdts actuels	133.23	Projet B rdts actuels	166.92	Projet B rdts+	131.02
	Projet C rdts actuels	140.34	Projet C rdts actuels	167.87	Projet C rdts+	131.66
	Projet B rdts+	102.56	Projet B rdts+	123.62		
	Projet C rdts+	107.00	Projet C rdts+	124.21		
Coût de revient E85 hors marge hors subvention (€/hl)	Projet B rdts actuels	100.77	Projet B rdts actuels	128.62	Projet B rdts+	98.65
	Projet C rdts actuels	106.65	Projet C rdts actuels	129.40	Projet C rdts+	99.18
	Projet B rdts+	75.13	Projet B rdts+	92.53		
	Projet C rdts+	78.80	Projet C rdts+	93.02		
Montant de l'aide compensatoire aux cannes pour l'éthanol (€/an)	Projet B rdts actuels	0.00	Projet B rdts actuels	6 771 147.93	Projet B rdts+	495 054.80
	Projet C rdts actuels	1 218 077.13	Projet C rdts actuels	8 436 684.94	Projet C rdts+	615 574.47
	Projet B rdts+	0.00	Projet B rdts+	-1 891 713.14		
	Projet C rdts+	-4 447 948.69	Projet C rdts+	-2 083 125.85		

Tableau 42 : Principaux résultats obtenus à 110 \$ le baril de pétrole

Scénario d'offre en canne maximum						
Cours du pétrole : 110 \$/bl						
Contingent de sucre	Maximum (t)	100 000	Intermédiaire (t)	75 000	Minimum (t)	50 000
Production E85 (m3)	Projet B rdts actuels	9 691	Projet B rdts actuels	22 820	Projet B rdts+	58 238
	Projet C rdts actuels	14 358	Projet C rdts actuels	26 657	Projet C rdts+	62 331
	Projet B rdts+	15 505	Projet B rdts+	36 512		
	Projet C rdts+	22 972	Projet C rdts+	42 652		
Coût de revient E85 avec marges et subventions (€/hl)	Projet B rdts actuels	134.01	Projet B rdts actuels	132.67	Projet B rdts+	103.62
	Projet C rdts actuels	107.66	Projet C rdts actuels	124.11	Projet C rdts+	101.59
	Projet B rdts+	103.34	Projet B rdts+	102.51		
	Projet C rdts+	86.88	Projet C rdts+	97.15		
Déséquilibre de la filière avec marges et subventions E85 au prix objectif 1 (€/hl)	Projet B rdts actuels	31.68	Projet B rdts actuels	30.34	Projet B rdts+	1.30
	Projet C rdts actuels	5.33	Projet C rdts actuels	21.78	Projet C rdts+	-0.74
	Projet B rdts+	1.01	Projet B rdts+	0.18		
	Projet C rdts+	-15.45	Projet C rdts+	-5.17		
Coût de revient E85 hors marge avec subventions (€/hl)	Projet B rdts actuels	101.55	Projet B rdts actuels	100.45	Projet B rdts+	76.14
	Projet C rdts actuels	79.78	Projet C rdts actuels	93.37	Projet C rdts+	74.46
	Projet B rdts+	75.91	Projet B rdts+	75.22		
	Projet C rdts+	62.30	Projet C rdts+	70.80		
Déséquilibre de la filière hors marge avec subventions E85 au prix objectif 1 (€/hl)	Projet B rdts actuels	-0.78	Projet B rdts actuels	-1.88	Projet B rdts+	-26.19
	Projet C rdts actuels	-22.55	Projet C rdts actuels	-8.96	Projet C rdts+	-27.86
	Projet B rdts+	-26.42	Projet B rdts+	-27.11		
	Projet C rdts+	-40.03	Projet C rdts+	-31.53		
Coût de revient E85 avec marges hors subvention (€/hl)	Projet B rdts actuels	134.01	Projet B rdts actuels	167.70	Projet B rdts+	131.80
	Projet C rdts actuels	141.12	Projet C rdts actuels	168.65	Projet C rdts+	132.44
	Projet B rdts+	103.34	Projet B rdts+	124.40		
	Projet C rdts+	107.79	Projet C rdts+	124.99		
Coût de revient E85 hors marge hors subvention (€/hl)	Projet B rdts actuels	101.55	Projet B rdts actuels	129.40	Projet B rdts+	99.43
	Projet C rdts actuels	107.43	Projet C rdts actuels	130.18	Projet C rdts+	99.96
	Projet B rdts+	75.91	Projet B rdts+	93.31		
	Projet C rdts+	79.58	Projet C rdts+	93.80		
Montant de l'aide compensatoire aux cannes pour l'éthanol (€/an)	Projet B rdts actuels	0.00	Projet B rdts actuels	6 341 535.84	Projet B rdts+	-1 475 525.05
	Projet C rdts actuels	732 254.70	Projet C rdts actuels	7 534 684.10	Projet C rdts+	-1 493 512.33
	Projet B rdts+	0.00	Projet B rdts+	-3 127 154.07		
	Projet C rdts+	-5 225 264.58	Projet C rdts+	-3 526 327.19		

5.3) Analyse de la structure des coûts de revient

Le total des coûts induits par la production d'éthanol comprend :

- la production de canne à sucre,
- le transport de la canne,
- la transformation de la canne en substrat fermentescible,
- le transport du substrat,
- la transformation du substrat en éthanol,
- l'incorporation de l'éthanol à l'essence.

Dans les estimations précédentes, le coût du transport relatif à la production d'éthanol n'est pas inclus aux coûts de revient. La prise en charge de ce coût supplémentaire, s'il revient aux industriels, peut être partagée entre Gardel et la SIS, ou être répercutée par l'un ou l'autre sur ses prix de vente.

Le coût du transport varie entre 2 €/HAP et 13 €/HAP. Il est 2 à 4 fois supérieur dans le projet A que dans les projets B et C (importance des volumes de canne et de substrat), et diminue d'un tiers avec l'optimisation des rendements des procédés.

On somme l'ensemble de ces coûts et on s'intéresse à la contribution de chaque poste de dépense au coût total. Les aides à la filière canne sont comprises dans les coûts utilisés pour ce calcul (diverses aides à la production cannière et aux industriels transformateurs de canne).

Tableau 43 : Total des coûts induits par la production d'E85, donnés hors marges en millions d'euros par an, à 80 \$ le baril de pétrole

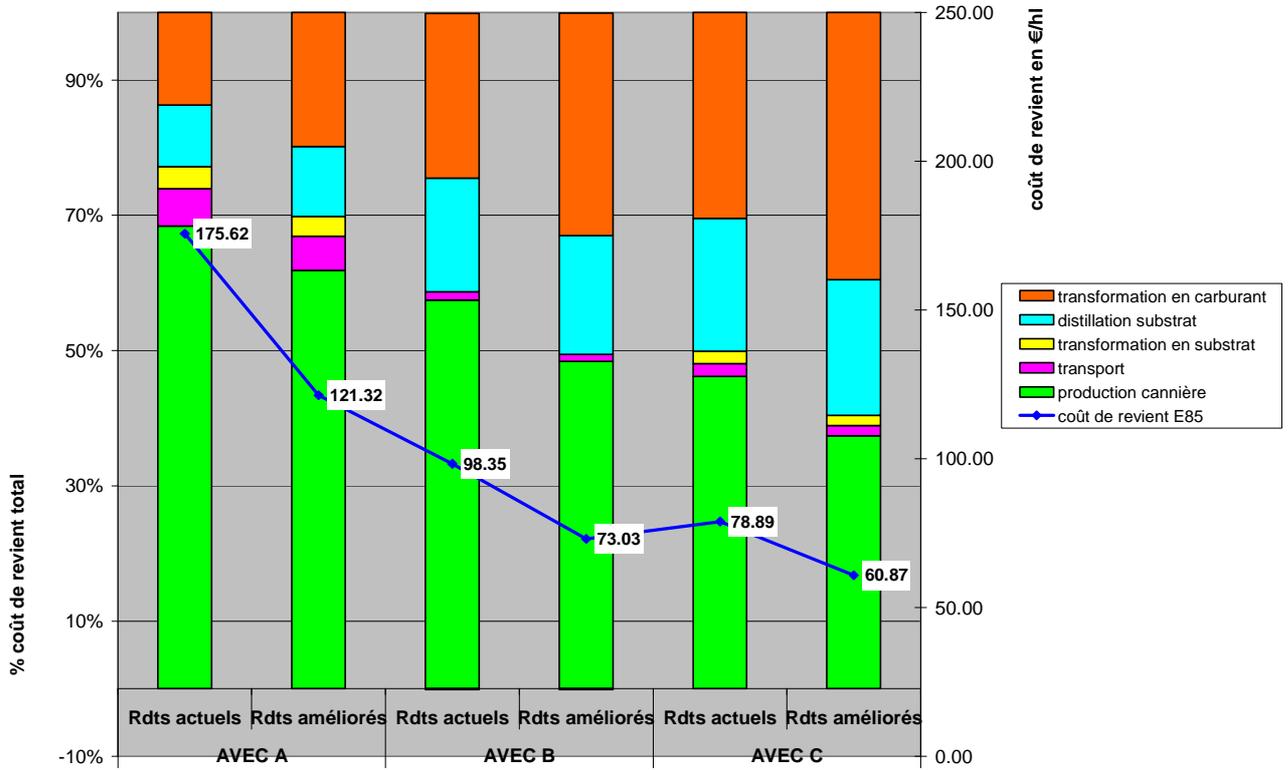
Scénario d'offre en canne minimum			
Contingent maximum	65 000 t de sucre	Contingent minimum	50 000 t de sucre
<i>Rendements actuels</i>			
Projet A	13,37 M€/campagne	Projet A	13,37 M€/campagne
Projet B	7,73 M€/campagne	Projet B	16,56 M€/campagne
Projet C	9,21 M€/campagne	Projet C	17,77 M€/campagne
<i>Rendements améliorés</i>			
Projet A	14,55 M€/campagne	Projet A	14,55 M€/campagne
Projet B	8,96 M€/campagne	Projet B	19,30 M€/campagne
Projet C	11,06 M€/campagne	Projet C	20,98 M€/campagne
Scénario d'offre en canne maximum			
Contingent maximum	100 000 t de sucre	Contingent minimum	50 000 t de sucre
<i>Rendements actuels</i>			
Projet A	20,35 M€/campagne	Projet A	35,14 M€/campagne
Projet B	9,73 M€/campagne	Projet B	38,74 M€/campagne
Projet C	11,33 M€/campagne	Projet C	40,31 M€/campagne
<i>Rendements améliorés</i>			
Projet A	22,49 M€/campagne	Projet A	40,25 M€/campagne
Projet B	11,52 M€/campagne	Projet B	45,48 M€/campagne
Projet C	13,98 M€/campagne	Projet C	47,52 M€/campagne

La décomposition du coût total de l'E85 (cf. Graphiques 6) montre que dans tous les scénarios envisagés, la production cannière est le poste de dépense le plus lourd. Il représente 50% à plus de 70% du coût total de l'E85 produit avec les performances industrielles actuelles, et 35% à 65% avec l'optimisation des procédés.

Graphique 6 : Structure du coût de revient de l'E85 par projet dans les scénarios d'étude

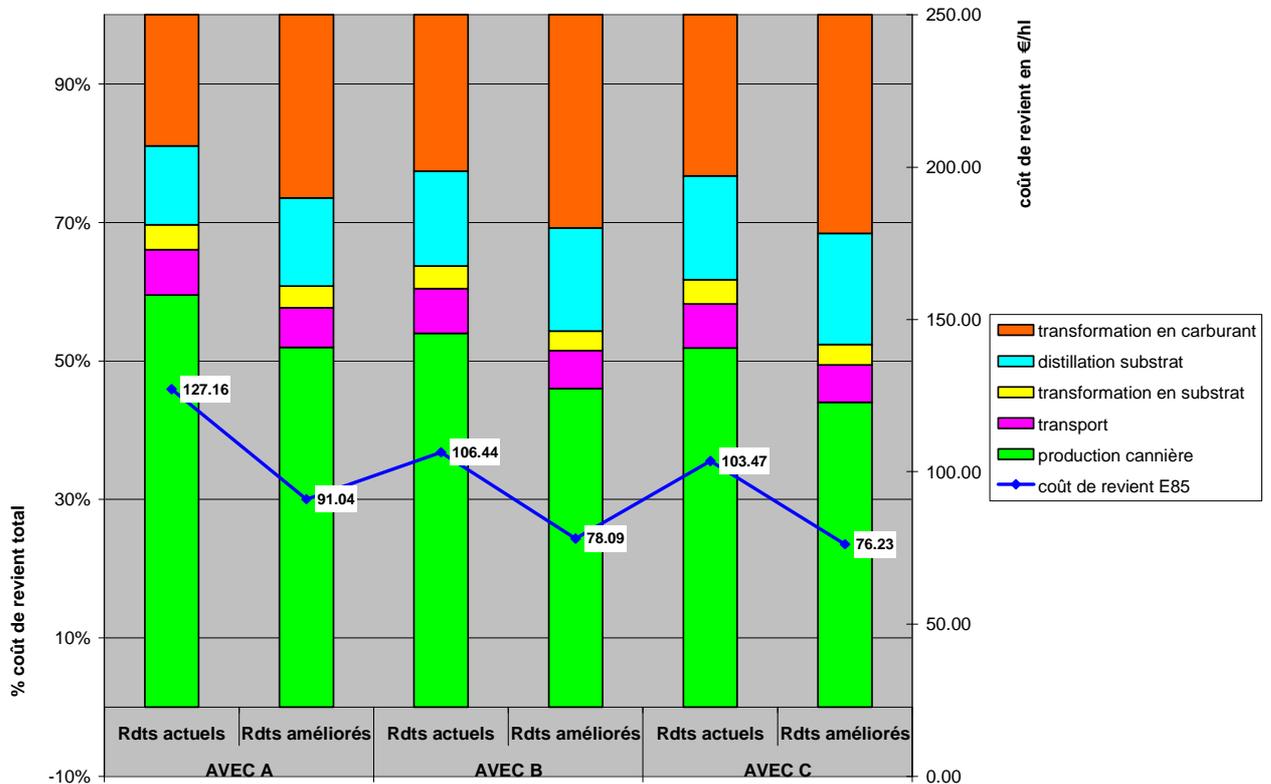
Offre en canne maximum
 Contingent maximum : 100 000 t
 Pétrole : 80 \$/bl
 Coûts avec aides, donnés hors marge

Structure du coût de revient de l'E85 par projet



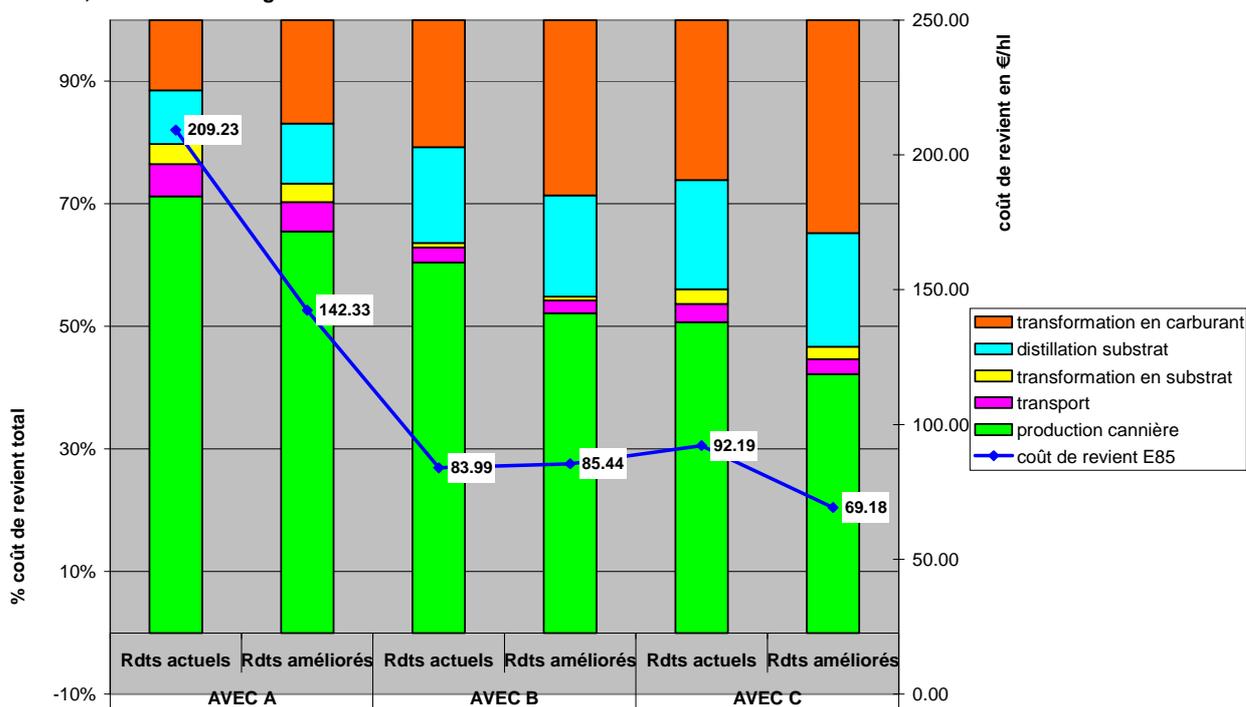
Offre en canne maximum
 Contingent minimum : 50 000 t
 Pétrole : 80 \$/bl
 Coûts avec aides, donnés hors marge

Structure du coût de revient de l'E85 par projet



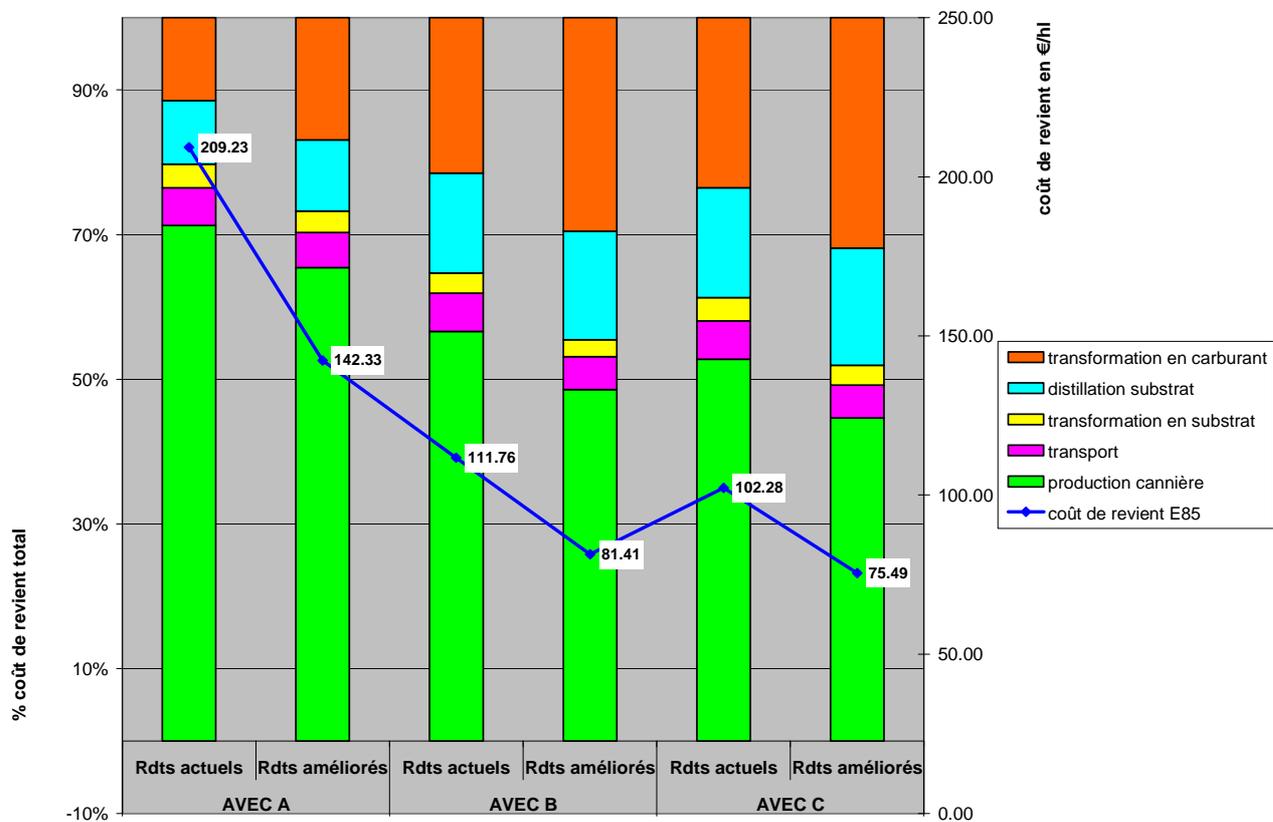
Offre en canne minimum
 Contingent maximum : 65 000 t
 Pétrole : 80 \$/bl
 Coûts avec aides, donnés hors marge

Structure du coût de revient de l'E85 par projet



Offre en canne minimum
 Contingent minimum : 50 000 t
 Pétrole : 80 \$/bl
 Coûts avec aides, donnés hors marge

Structure du coût de revient de l'E85 par projet



VII. Conclusion

Les politiques de promotion des biocarburants et la dérégulation du marché du sucre en Europe, offrent à la Guadeloupe un concours de circonstances favorables à l'émergence d'une filière locale d'éthanol carburant (production et consommation).

Cette étude des possibilités de développement de la filière éthanol de canne à sucre a été menée selon une démarche exploratoire : rechercher des sources d'approvisionnement locales pour cette filière conduit à s'interroger sur l'avenir de la production cannière en Guadeloupe. Malgré la régression de la superficie agricole face à la poussée de l'urbanisation et à la pression foncière, la sole cannière est parvenue à se stabiliser depuis une dizaine d'années autour de 14 000 ha avec des rendements à l'hectare en progression. Notre étude montre qu'il existe encore des marges de développement pour la production cannière permettant de conforter sa position dominante de culture multifonctionnelle, indispensable à l'équilibre de l'agriculture, d'un poids économique, social et culturel majeur en Guadeloupe. Le développement de l'élevage et des cultures de diversification végétale peuvent contribuer, en intégrant la canne à sucre dans des systèmes de production, à assurer l'avenir de l'agriculture guadeloupéenne. Mais la canne, culture complémentaire de ces filières, reste l'axe essentiel de l'exploitation, par ses qualités agronomiques et environnementales sans équivalent, et par son rôle pour l'aménagement du territoire et l'entretien des paysages.

1- Exploration des pistes de développement de la filière éthanol et construction des scénarios d'étude

La détermination des pistes de développement de la filière éthanol passe par l'identification des sources de matière première mobilisables et des améliorations techniques pour la production d'éthanol : exploitation de surfaces supplémentaires en canne, gains de productivité potentiels pour la filière et changements de mode de valorisation de la canne.

Plusieurs pistes de développement ont ainsi été mises en évidence :

- L'éthanol comme débouché complémentaire des productions traditionnelles : valorisation des « surplus » de canne quand les contingents limitant la production de sucre et de rhum ne permettent pas d'absorber la totalité de la production.
- L'éthanol comme voie de reconversion pour les agriculteurs exploitant des sols contaminés à la chlordécone, où les productions à destination alimentaire ne sont plus souhaitables.
- L'éthanol comme débouché d'appoint pour les éventuelles cannes reportées qui complètent l'approvisionnement de la filière éthanol alimentée par les excédents de mélasse des sucreries.

Dans cette étude, l'introduction du débouché éthanol au sein de la filière canne est complémentaire des débouchés traditionnels, sucre et rhum. Cette voie de diversification de la filière canne s'appuie sur les possibilités offertes par les infrastructures existantes utilisées en l'état. Leur fonctionnement discontinu permet de dégager des marges d'activité supplémentaire et de tirer profit de la capacité de production de leurs outils industriels disponibles pendant une partie de l'année.

Les projets de production d'éthanol étudiés concernent la sucrerie de Gardel et la distillerie industrielle de Bonne-Mère (SIS). La participation des distilleries agricoles à la production d'éthanol, bien que prévue et techniquement réalisable, n'a pas pu être incluse à l'étude en

L'absence de mise à notre disposition de leurs données économiques. L'évaluation de la faisabilité des schémas logistiques de production d'éthanol impliquant Gardel et la SIS permet de distinguer trois projets, selon que l'éthanol est produit à partir de sirop de canne et(ou) d'égout de sucrerie, et que le procédé d'extraction du sucre est plus ou moins poussé :

- projet A : valorisation des égouts A et éventuellement de sirop,
- projet B : valorisation d'égout B et éventuellement de sirop,
- projet C : valorisation de sirop et éventuellement d'excédents de mélasse.

L'intérêt des projets conjugués d'introduction d'un nouveau débouché dans la filière canne et de production d'éthanol, dépend des contextes locaux et macroéconomiques, de leurs interrelations et de l'évolution de la filière canne à l'horizon 2015. Différentes perspectives pour la filière canne se dégagent selon les tendances d'évolution de ces éléments, créant des scénarios de contexte contrastés. Les hypothèses d'évolution à l'origine de ces scénarios portent sur :

- Les orientations des politiques agricoles et leurs conséquences sur la PAC, l'OCM sucre, le traitement spécifique accordé aux RUP.
- Le niveau de contingentement de la production de sucre.
- Les orientations des politiques énergétiques et environnementales (Plan Climat, objectifs de production et de consommation de biocarburants, dispositifs fiscaux relatifs aux biocarburants, certification des biocarburants).
- La restriction des aides européennes et les modalités d'attribution des aides nationales (contraintes environnementales).
- Les conditions des marchés mondiaux du pétrole, du sucre, de la mélasse.
- Le soutien politique local des programmes d'irrigation.
- Les résultats de productivité obtenus par les planteurs et par l'encadrement technique (conseil, diffusion des enseignements de la recherche agronomique, formation).
- Les performances techniques et le dynamisme des industriels.
- L'engagement et la confiance des planteurs face aux incertitudes planant sur le secteur sucrier et leur profession.

Ces scénarios servent de point de départ au déroulement des scénarios de développement de la filière éthanol, selon l'opportunité de cette production dans la situation considérée. Ils conduisent au développement graduel de la filière éthanol :

- Développement limité à la valorisation des excédents de mélasse et éventuellement des cannes reportées (**scénario d'appoint**).
- Développement modéré avec l'utilisation des cannes cultivées sur les surfaces mécanisables de la zone contaminée à la chlordécone (**scénario de reconversion**).
- Développement accru de la filière éthanol, dont l'importance est liée à l'offre en canne, au contingent de sucre et au procédé technologique choisi (**scénario d'alternative énergétique**).

2- Evaluation technique des scénarios d'étude

Dans le scénario d'alternative énergétique, la faisabilité technique des projets associant la production d'éthanol à la production de sucre (valorisation des égouts de sucrerie et éventuellement de sirop) repose d'abord sur la durée de la campagne donc sur le ratio de l'offre en canne destinées à la sucrerie et de la capacité de broyage de cette sucrerie. La durée maximum étant estimée à 200 jours, des difficultés logistiques peuvent survenir si la

campagne ne démarre pas dès le mois de janvier et si des conditions climatiques défavorables en perturbent le déroulement. A noter que, si le projet de production d'éthanol comporte une phase préalable de production de sirop pour l'éthanol, il est alors possible de diviser en deux périodes la campagne éthanolière : une fois finie la campagne sucre-éthanol, la campagne de production d'éthanol à partir de sirop se poursuit avec l'amélioration du climat.

La SIS est ensuite mobilisée pour la deuxième étape de transformation. La campagne rhumière est menée en priorité, puis vient la production d'éthanol, dont la faisabilité dépend, là aussi, du ratio de la quantité de matière première à traiter et de la capacité de production de la distillerie. Selon le contexte d'offre en canne et le projet étudié, la distillerie peut devoir passer d'un fonctionnement par périodes discontinues à une marche continue annuelle. Cette possibilité est techniquement envisageable, sous réserve néanmoins, de pouvoir assurer la maintenance de l'installation et d'investir dans des cuves supplémentaires pour le stockage du substrat pour l'éthanol. Si l'offre en substrat pour l'éthanol est supérieure à la capacité maximum de production de la SIS, la possibilité d'implanter sur le site de Gardel une distillerie spécifiquement destinée à la production d'éthanol se doit d'être évoquée. Cette option présente des avantages (fourniture de vapeur et d'électricité par la CTM, économies de transport, technologies de pointe, dimensionnement adéquat) mais elle reste théorique car il avait été pré-établi de ne travailler qu'avec l'existant, et nous n'avons donc pas recueilli les éléments de l'évaluation technique et économique d'un tel projet.

Le déroulement de ce scénario d'alternative n'a pas de conséquences sur la production agricole et l'organisation de la récolte pour le planteur. En revanche, on a vu qu'une dissociation des activités de production de sucre et d'éthanol, si elle s'accompagne d'une différenciation des modes de rémunération de la canne selon son débouché, nécessite d'établir un prévisionnel afin d'équilibrer la répartition des cannes entre les débouchés selon une règle équitable pour les planteurs (organisation rationnelle en cycles de production et découpage des bassins, ou contractualisation de la production).

Le scénario de reconversion impose la mise en place d'un système de traçabilité de la production afin d'éviter tout risque de contamination des filières alimentaires. La campagne éthanolière doit donc être strictement séparée des campagnes sucrière et rhumière. En fonction des rendements obtenus sur cette zone, la campagne se déroule sur 40 à 60 jours et seul le projet de production de sirop pour l'éthanol peut être mis en œuvre. Ce scénario ne pose pas de difficultés majeures d'organisation industrielle mais impose la décontamination des outils de production et le traitement des déchets ultimes (risque de contamination des vinasses par la chlordécone).

Les planteurs doivent cependant ajuster les cycles de culture sur une période de récolte plus tardive afin que la campagne éthanolière succède à la campagne sucrière. A moins qu'une flotte de prestataires ne soit spécialement chargée de la récolte des cannes pour l'éthanol avec un équipement adapté aux conditions du Sud Basse-Terre, le déroulement de la récolte dépend de la disponibilité des opérateurs qui pendant l'inter-campagne s'occupent des travaux de plantation et d'entretien.

Le scénario d'appoint ne mobilise les unités de production que sur une courte durée (au maximum une dizaine de jours), mais se déroule pendant l'inter-campagne et sur une période soumise aux aléas climatiques. La sucrerie, alors en période d'entretien du matériel, doit s'organiser afin de réceptionner et transformer ces cannes en sirop. Cette contrainte ne constitue pas un réel obstacle de faisabilité car, dans ce scénario, l'offre en canne a très peu progressé par rapport à son niveau actuel, ce qui laisse 7 à 8 mois pour préparer la campagne sucrière suivante. Mais il faut pouvoir compter sur la disponibilité des prestataires à intervenir dès que les conditions climatiques permettent la récolte des cannes reportées.

Bien que la possibilité d'impliquer les distilleries de rhum agricole dans la production d'éthanol ait été écartée, elle avait été d'abord évoquée pour son intérêt technique présumé : le fonctionnement limité et discontinu des distilleries ainsi que leur répartition sur l'ensemble du territoire pouvaient permettre de créer un réseau d'unités de production d'éthanol, et de raccourcir à la fois la durée de la campagne éthanolière et les distances parcourues pour le transport des cannes vers l'unité de broyage. Les distilleries ne fonctionnant qu'une partie de l'année durant la campagne rhumière, leur intervention dans la production d'éthanol pendant ces périodes de disponibilité aurait permis de mieux rentabiliser leur outil de production et leur aurait apporté un revenu complémentaire.

L'évaluation technique de cette voie montre que les économies réalisables sur les coûts logistiques sont faibles par rapport aux contraintes générées. En effet, la capacité de broyage de ces unités étant limitée (de 15 t/jour à 250 t/jour au maximum), leur contribution au désengorgement de l'approvisionnement de Gardel et leur participation à la transformation de la production cannière en éthanol resteraient anecdotiques, sauf dans le scénario d'appoint. Mais les cannes reportées sont situées pour l'essentiel dans le Nord Grande-Terre et la majorité des distilleries implantées en Basse-Terre, les gains espérés sur les économies de transport seraient donc modestes. L'évaluation économique n'a pas pu être menée à bien faute de coopération de la part des distillateurs (à une unique exception près). De fait, pour eux, l'intérêt économique du projet semble limité, sauf éventuellement pour la production de carburant utilisé en autoconsommation, destiné à leurs distillerie et machines agricoles. Cette proposition serait à approfondir.

3- Rémunération des planteurs selon le débouché de la canne

La discussion des modalités de rémunération des planteurs dans le cas d'une production de canne spécifiquement dédiée au débouché éthanol (projet de production d'éthanol à partir de sirop) se situe à l'interface des questions de faisabilité technique et de rentabilité économique des projets. En effet, la rémunération des planteurs est ajustée selon :

- Les critères de qualité de la canne pour l'éthanol et les exigences des transformateurs industriels, qui servent de base de calcul de la rémunération des planteurs.
- Les itinéraires techniques et les pratiques culturelles de la canne pour l'éthanol, qui influent sur les coûts de production des planteurs.
- L'impact des aides financières accordées aux filières qui se répercute sur la part industrielle dans le prix payé à la tonne de canne.

Tous ces paramètres sont liés. Les critères de qualité recherchés pour la canne-éthanol peuvent amener les planteurs à modifier leurs pratiques de culture pour répondre aux exigences des transformateurs et dégager le maximum de marges de leur production. Les coûts de production des planteurs qui dépendent de l'itinéraire technique pratiqué, peuvent aussi servir à moduler le prix d'achat de la canne. Et enfin, les aides financières octroyées à la filière éthanol permettent d'ajuster la contribution des industriels au paiement des planteurs, avec une incidence possible sur la hauteur et les modalités de rémunération des planteurs.

Au cours de cette étude, on a vu que les critères de qualité de la canne-éthanol correspondent à ceux définis pour les cannes « loyales et marchandes » (mis à part l'ajout éventuel de bouts blancs pour leur teneur élevée en azote).

Tout comme il n'existe pas, pour la production de rhum, d'itinéraire technique ni de variété de canne spécifiques, il n'en existe pas (encore) pour la production d'éthanol. Des travaux de recherche portant sur la sélection de variétés spécifiques et la conception d'itinéraires

techniques adaptés à la production de cannes-éthanol sont en cours⁴². A notre niveau, les progrès agronomiques envisageables n'ont donc pas pu être pris en compte, ce pan de l'étude serait à approfondir.

L'inconnue de l'équation est le niveau d'aides pouvant être accordé à la production de canne pour l'éthanol. Si les aides européennes et les compensations de l'État ne permettent pas de mettre en place un système d'aides équivalent pour garantir le prix des cannes pour le sucre et pour l'éthanol, soit le revenu du planteur est directement affecté, soit l'industriel ajuste sa part du prix d'achat des cannes et répercute la différence sur le prix de vente du substrat pour l'éthanol, soit de nouvelles modalités de rémunération doivent être instaurées. En ce cas, un revenu décent alloué au planteur « moyen » tiendra compte de ses coûts de production et de sa productivité, et sera ajusté à la valeur économique créée et aux bénéfices environnementaux générés par son travail.

De plus, les cannes-éthanol n'étant pas valorisées pour le sucre cristallisable que l'on peut en extraire mais pour leur aptitude à la fermentation, donc pour leurs sucres totaux, il est logique de modifier le calcul du prix de ces cannes pour tenir principalement compte du Brix, non plus de la pureté et du Pol, utilisés dans le calcul de la richesse (formule du paiement de la canne pour le sucre).

Bien que ce ne soit pas la politique de la filière, il peut donc s'avérer nécessaire de lier les modalités de paiement des planteurs aux débouchés de leur production. Ce mode de paiement différencié selon le débouché de la production agricole, a déjà été choisi en métropole, où il existe des prix différents pour la betterave destinée aux productions de sucre, d'alcool ou d'éthanol. L'analyse de la structure du coût de revient de l'éthanol montre que la production cannière est le principal poste de dépenses (50 à 70% du coût final avec les rendements actuels, 35 à 65% du coût final avec les rendements optimisés), ce qui renforce cette idée.

Cette question de la rémunération de la tonne de canne se posera avec plus d'acuité avec la production de biocarburants de 2^{ème} génération. En effet, la canne à sucre présente non seulement l'intérêt d'être une plante saccharifère directement valorisable en éthanol avec les technologies actuelles, mais aussi celui d'une culture pérenne, à croissance rapide et cycle continu, et à très fort rendement en biomasse⁴³. Lorsque les procédés de conversion de la lignocellulose en biocarburant passeront au stade industriel, l'utilisation de la canne à sucre permettra de faciliter la transition d'une filière éthanol classique vers les filières biocarburants de 2^{ème} génération.

Avec la valorisation de la plante entière, on ne cherchera plus à optimiser son contenu en sucres fermentescibles mais la valeur énergétique totale contenue dans sa biomasse. Les modalités de rémunération de la canne devront prendre en compte des critères de qualité définis sur les caractéristiques de la biomasse. La production de canne pour la valorisation énergétique de sa biomasse nécessite également de mettre au point des systèmes de production qui différeront de ceux pratiqués pour la filière éthanol de 1^{ère} génération et sucre-éthanol sur de nombreux points : cycles, périodes de récolte, fréquence de coupe, cultivars, fertilisation, mécanisation, modes de récolte, etc.

⁴² Travaux menés à la Barbade au West Indies Central Sugar Cane Breeding Station (WICSCBS), en coopération avec la Chine et Maurice ; au Brésil au Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) et Redes Interuniversitaria para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (RIDESA).

⁴³ La canne à sucre est l'une des espèces végétales les plus efficaces du monde en termes de production de biomasse (Brumley, 2007) avec une production moyenne de 12 tep/ha/an de biomasse, sans compter la matière sèche résiduelle ni les excédents de bagasse.

4- Evaluation économique des scénarios d'étude

L'évaluation économique des projets proposés dans chaque scénario d'étude, fait appel à plusieurs indicateurs et repose sur l'analyse de l'ensemble des résultats des simulations.

On s'intéresse d'abord à l'estimation des coûts de revient de la production d'éthanol à chaque étape de la transformation de la canne à sucre en carburant. En ajoutant les marges intermédiaires, on peut ainsi calibrer les rémunérations des différents acteurs de la filière impliqués dans la production.

On estime ensuite le déséquilibre de la filière éthanol qui correspond au montant du soutien économique nécessaire pour l'annuler (effort sur la TSC proportionnel à la quantité mise sur le marché d'un E85 totalement détaxé, et différence entre le coût de revient de l'éthanol et le prix à la pompe de l'E85). Ce déséquilibre économique, exprimé par hectolitre d'E85 mis sur le marché, varie en fonction du coût de revient de l'éthanol produit en Guadeloupe et du cours du pétrole qui se répercute sur le prix de l'essence à la pompe.

Il faut insister sur le différentiel de déséquilibre économique dans les situations avec projet et sans projet. Cet indicateur de substitution permet d'évaluer la pertinence d'un scénario : on détermine le soutien économique à apporter pour la mise en œuvre du projet et on le compare aux aides financières sans projet. Dans la situation avec projet, ce soutien correspond à l'écart entre le « prix objectif » de l'E85 à la pompe et son prix réel de revient en station. Cet écart de prix dépend du coût de revient final de l'éthanol et du prix de l'essence à la pompe, donc du cours du pétrole. Dans la situation sans projet, l'apport financier à injecter correspond au bilan coûts/bénéfices de la vente du sucre produit hors contingent sur le marché mondial du sucre et de la vente de la mélasse supplémentaire produite sur le marché mondial de la mélasse. Le bilan est donc lié aux cours mondiaux du sucre et de la mélasse. On peut ainsi déterminer à partir de quel couple de prix du sucre et de la mélasse sur les marchés mondiaux et de quel prix du pétrole il est plus intéressant économiquement de privilégier une « situation avec projet » ou une « situation sans projet ».

Enfin, on tient compte dans l'évaluation économique des subventions supplémentaires accordées à la production cannière relatives à la production d'éthanol. En effet, le contingentement de la production de sucre s'accompagne d'une enveloppe destinée à l'ensemble de la filière canne. Dans le cas où Gardel produirait du sucre au-delà de cette limite contingentée, l'usine ne bénéficierait pas de l'aide de l'Etat (23,81 €/t de canne) pour compléter la rémunération du planteur. Dans cette perspective, soit l'usine est amenée à diminuer le prix d'achat au planteur, en instaurant un prix moyen pour tous les planteurs ou des prix différenciés par débouché, soit l'usine choisit de maintenir le prix payé à la tonne de canne, en répercutant l'augmentation de ses coûts de revient sur ses prix de vente. La question « politique » posée est d'identifier à quel niveau de la filière il est préférable d'injecter des aides pour soutenir la production d'éthanol.

On calcule alors la différence de coûts à supporter par la Région et(ou) l'Etat et(ou) l'Europe, pour équilibrer les situations avec projet et sans projet. A partir de là, il faut soupeser l'intérêt et le risque d'accorder son soutien à un industriel afin de maintenir le système de production actuel, ou de faire évoluer l'ensemble d'une filière vers un nouveau système de production. Bien que les considérations économiques l'emportent sur les autres conclusions de l'analyse, la rentabilité globale du système (l'intérêt général), prime sur la rentabilité pour chaque acteur pris individuellement. Le choix d'un projet revient donc aux décideurs politiques régionaux et nationaux.

A l'issue de cette étude, on peut présenter le total des coûts, ramené à la tonne d'éthanol produite ou à la tonne d'essence substituée. Il varie entre 78 €/HAP et 210 €/HAP dans les conditions actuelles de performance de production, et entre 60 €/HAP et 143 €/HAP avec

l'optimisation des performances des procédés. Mais on ne peut pas confronter ce coût total à la somme des ressources supplémentaires créées et des bénéfices apportés par le développement de la filière éthanol : c'est une limite majeure de l'étude. On peut estimer les variations des coûts selon les choix effectués, mais les conclusions resteront incomplètes tant que l'on n'aura pas quantifié les retombées économiques pour la Région, en intégrant les bénéfices sociaux et environnementaux qui en découlent.

Dans le scénario d'appoint, le coût de revient de l'E85 augmente lorsque l'approvisionnement de la filière éthanol, alimentée par les excédents de mélasse, est complété par l'apport de cannes reportées. A 80 \$/bl, avec les rendements actuels des procédés, le coût de revient hors marge passe de 80 à 90 €/hl d'E85 avec l'apport de 70 000 t de cannes reportées, et avec l'optimisation des rendements, il passe de 64 à 70 €/hl d'E85. Le déséquilibre économique de la filière augmente également avec la proportion de cannes reportées valorisées en éthanol, mais à partir de 80 \$/bl, il est inférieur au soutien accordé à la filière éthanol au niveau national. A terme, avec les gains de productivité des industriels et la hausse du prix du pétrole, la filière peut parvenir à s'auto-équilibrer. Cependant, si la Région fixe un montant maximum au-delà duquel le soutien à la filière éthanol pèserait trop dans la balance commerciale régionale, l'augmentation du déséquilibre économique engendré par la transformation des cannes reportées se répercuterait sur la rémunération du planteur. Dans ce cas, malgré la perte de revenu de 30 à 40% consécutive au changement des modalités de paiement, le planteur aurait intérêt à vendre ses cannes pour la production d'éthanol plutôt que de les reporter à la campagne sucrière suivante qui ne lui apporterait au mieux, qu'un revenu sur deux ans.

Dans le scénario de reconversion, le coût de revient de l'E85 produit à partir des cannes cultivées sur sols contaminés est supérieur de 16% (hors marge) et de 19% (avec marges) au coût de revient de l'E85 issu des excédents de mélasse. Cet écart de coûts de revient est de 12,5% (hors marge) et de 14% (avec marges) avec l'optimisation des rendements. Les résultats obtenus dans le cas de l'installation d'une unité dédiée à la production d'éthanol sont comparables, mais ce projet nécessite en plus un investissement de 25 à 28 millions d'euros. Si le montant du déséquilibre de la filière est plafonné par le soutien régional accordé à la production d'éthanol issu des excédents de mélasse, la part industrielle du prix payé à la tonne de canne subit une diminution d'environ 30% par rapport à la rémunération moyenne de la canne pour le sucre. Le planteur peut compenser cette perte de revenu par des gains de productivité à l'hectare, dès qu'il atteint des rendements de 125 à 130 t/ha.

Le projet A du scénario d'alternative énergétique, testé dans différents contextes d'offre en canne et de contingent de sucre, ne donne pas de résultats convaincants même avec les combinaisons d'hypothèses paraissant les plus favorables : coûts de revient élevés (rendements actuels : 210 à 250 €/hl E85 avec marges à 80 \$/bl ; rendements optimisés : 150 à 175 €/hl E85) pour une production d'éthanol limitée (rendements actuels : 27 600 m³ d'E85 maximum ; rendements optimisés : 44 200 m³ d'E85), induisant un déséquilibre économique important pour la filière. Au regard de son faible intérêt, la possibilité de mettre en œuvre le projet est abandonnée. On se concentre donc exclusivement par la suite sur les résultats obtenus avec les projets B et C.

Dans le scénario d'alternative où la production cannière connaît un développement limité (hypothèse d'offre en canne basse), la production d'éthanol en complément de la production sucrière est plus intéressante que la commercialisation sur le marché mondial des excédents de sucre (production hors contingent vendue au cours mondial à environ 200 €/t de sucre roux brut), quel que soit le niveau du contingent de sucre (dans la limite de la pertinence du

scénario) à partir de différentes valeurs seuils du cours du pétrole. Une réduction du contingent de sucre entraîne une hausse du seuil relatif au cours du pétrole, permettant de mesurer l'intérêt de la mise en œuvre des projets par rapport à la situation sans projet. Ainsi avec les performances actuelles (rendements des procédés), le seuil d'intérêt du projet B relatif au cours du pétrole, passe de 100 \$/bl à 110 \$/bl et celui du projet C de 60 \$/bl à 95 \$/bl. Avec des performances améliorées, le seuil d'intérêt du projet C est inférieur à 50 \$/bl et celui du projet B passe à 50 \$/bl. Dans ce scénario, le déroulement le plus pertinent est la mise en œuvre du projet C (10 000 à 17 375 m³ E85 produits à 120 à 130 €/hl E85 avec marges à 80\$/bl, selon le contingent de sucre, nécessitant un soutien de 30 à 40 €/hl E85), et ce d'autant plus dans la perspective d'une progression des rendements des procédés (16 000 à 27 800 m³ E85 produit à 93 à 99 €/hl E85, générant un déséquilibre de 3,5 à 9,5 €/hl E85). Cependant, dans l'hypothèse où il n'y ait pas de mesures compensatoires pour les cannes destinées à la production d'éthanol et au regard de l'effort fiscal à supporter par la Région (différence entre B et C de 1 M€/an), le projet B autorise un compromis satisfaisant à tous les niveaux de la filière (agriculteurs et industriels soutenus par la Région qui équilibre la filière).

Dans le scénario d'offre en canne importante (hypothèse haute), lorsque le contingent de sucre est maximum (équivalent au quota de sucre), on privilégie la mise en œuvre du projet C, car il offre la production d'éthanol la plus élevée (14 350 à 39 000 m³ E85 avec l'optimisation des rendements) au coût de revient le plus bas (105 à 85 €/hl E85 avec marges à 80 \$/bl, avec les progrès technologiques). Mais si le contingent de sucre est revu à la baisse, l'intérêt de mettre en œuvre le projet C plutôt que le projet B diminue. En effet, les résultats économiques obtenus alors par les deux projets s'équivalent, qu'il s'agisse des coûts de revient (aide économique à la tonne de canne incluse, le projet C est plus favorable à 3 €/hl près, soit 2,5% du coût ; hors aide à la tonne de canne, le projet B devient plus rentable à 1 €/hl près) ou du seuil d'intérêt relatif des projets (110 \$/bl aux rendements actuels, inférieurs à 60 \$/bl avec l'optimisation des performances industrielles). Ils ne se distinguent pas non plus nettement par les quantités d'éthanol carburant produites et leur influence sur la consommation d'essence (entre 20 et 21% de la consommation d'essence avec les rendements actuels, et entre 32 et 34% avec l'amélioration des procédés).

Le choix de mettre en œuvre l'un ou l'autre des projets B et C repose essentiellement sur des décisions politiques portant sur : les objectifs de production d'éthanol (taux ciblé d'incorporation ou de substitution à l'essence), les limites de l'effort fiscal consenti par la Région, les dispositifs de soutien aux filières biocarburants et(ou) à la reconversion des industries sucrières via la diversification de ses débouchés. Cette décision repose aussi sur des évolutions de gain de productivité de la filière éthanol (progression des rendements, procédés de 2^{ème} génération), du contingent de sucre dans un climat de restriction des aides, des fluctuations du cours mondial du sucre marquées par une tendance moyenne à la baisse et de la montée des cours du pétrole avec l'inévitable épuisement de la ressource fossile. Enfin on n'oubliera pas que l'éthanol de canne à sucre est la filière des biocarburants actuellement la moins chère et la moins destructrice en ressource alimentaire pour la population mondiale.

Au terme de cette conclusion, il convient de souligner que l'ensemble de ces résultats n'apporte qu'un éclairage partiel sur un sujet complexe. Des hypothèses ont dû être utilisées pour pallier les difficultés d'accès à des données économiques notamment industrielles, conséquences d'un manque de collaboration ou d'implication de certains acteurs de la filière pourtant directement concernés par cette étude. Des approximations ont également été nécessaires pour progresser, mais n'ont pas pu être corrigées, faute de temps et de moyens.

Par ailleurs, cette étude devait s'appuyer sur les résultats de la première étude sur l'éthanol commanditée par l'ADEME et la Région (Etude de faisabilité relative à l'utilisation d'éthanol carburant en Guadeloupe, Delta AIC). Les échéances n'ayant pas été tenues pour le rendu des résultats, nous n'avons pas pu utiliser, dans les délais, toutes les informations qui auraient pu être fournies. De même, l'étude comparative des valorisations de la canne en éthanol et en biocombustible reste à faire, le projet de valorisation de la biomasse n'ayant pas encore débuté. Enfin, l'absence de référentiel technico-économique dans la filière canne, et plus généralement de références actualisées (observatoire agricole économique, observatoire du foncier, suivi de l'irrigation et autres références techniques) qui font défaut dans le secteur agricole en Guadeloupe, ne permet pas de toujours disposer des données les plus récentes et de prendre le recul nécessaire à une vue d'ensemble.

Outre les hypothèses et le manque de références qui limitent la portée de l'étude, l'essentiel de notre travail se concentre sur le déroulement des différents scénarios et leurs conséquences directes perçues au sein de la filière et au niveau régional. On s'en tient donc à une étude de faisabilité technique et de rentabilité économique par acteur. L'évaluation de la filière éthanol, pour être complète, devra inclure les conséquences indirectes des scénarios envisagés, c'est-à-dire intégrer à l'échelle du territoire, les aspects environnementaux, énergétiques, socio-économiques et sociologiques qui conditionnent la réussite du projet. Ces aspects sont fondamentaux pour évaluer l'impact réel du développement de la filière éthanol de canne à sucre et l'intérêt de mettre en œuvre ce projet de développement.

TABLEAU DE SYNTHÈSE : PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS DES SCÉNARIOS DE DÉVELOPPEMENT DE LA FILIÈRE ETHANOL DE CANNE À SUCRE EN GUADELOUPE

Scénarios	Hypothèses de départ : conditions à réunir	Résultats de production	Résultats économiques	Avantages et inconvénients
Scénario d'appoint	<p>Quota de sucre financé en Guadeloupe : 95 000 t, dont 76 000 t pour Gardel</p> <p>Production moyenne de la Guadeloupe continentale : 800 000 t, dont 700 000 t en sucrerie</p> <p>Ethanol issu des excédents de mélasse et production complémentaire avec la valorisation des cannes éventuellement reportées : 10 000 à 70 000 t de canne</p> <p>Cadence moyenne de Gardel : 5 000 tc/jour</p> <p>Cours du pétrole : 80 \$/bl (ESP :158,4 €/hl)</p> <p>Prix de la mélasse pour l'éthanol : 80 €/t</p> <p>Marges intermédiaires : 10%</p> <p>Rémunération du planteur en maintenant le système de paiement de la canne en sucrerie : prix moyen payé par Gardel au planteur de 31,38 €/t de canne</p> <p>Rémunération du planteur fixée par le prix de vente de l'éthanol : prix moyen payé par Gardel entre 20,15 et 22,35 €/t de canne</p>	<p>Mise en œuvre du projet C</p> <p>- Rendements actuels des procédés : 5 000 à 35 000 HAP, soit 600 à 4 100 m³ d'E85</p> <p>- Rendements améliorés : 8 000 à 56 000 HAP, soit 1 000 à 6 600 m³ d'E85</p>	<p>- Coût de revient E85¹ avec les rendements actuels : 80 à 90 €/hl avec la part croissante de canne dans l'approvisionnement de la filière</p> <p>Déséquilibre de la filière² inférieur au soutien national qui s'élève à 33€/hl d'éthanol (prix de vente du E85 à la pompe : 126,7 €/hl)</p> <p>- Coût de revient de l'E85 avec les rendements améliorés : 64 à 70 €/hl</p> <p>Déséquilibre de la filière inférieur à 10 €/hl E85 (prix de vente du E85 à la pompe : 126,7 €/hl)</p>	<p>Intérêt pour le planteur même si sa rémunération est fixée par le prix de l'éthanol ce qui entraîne la diminution du prix d'achat à la tonne de canne (répercussion sur sa marge brute)</p> <p>Contraintes organisationnelles limitées pour les industriels transformateurs</p> <p>Limites de l'accès aux parcelles et de la disponibilité des prestataires de récolte</p>
Scénario de reconversion	<p>Interdiction d'exploiter les sols contaminés à la chlordécone à des fins alimentaires</p> <p>Production de canne-éthanol : 200 000 à 350 000 t de canne sur 2 000 ha</p> <p>Capacité de Gardel : 6 000 tc/jour</p> <p>Cours du pétrole : 80 \$/bl (ESP :158,4 €/hl)</p> <p>Prix de la mélasse pour l'éthanol : 80 €/t</p> <p>Marges intermédiaires : 10%</p> <p>Rémunération du planteur en maintenant le système de paiement de la canne en sucrerie : prix moyen payé par Gardel au planteur de 31,38 €/t de canne</p> <p>Rémunération du planteur avec un système de paiement différencié selon le débouché de la canne : prix moyen payé par Gardel entre 20,4 et 22,5 €/t de canne</p>	<p>Mise en œuvre du projet C</p> <p>- Rendements actuels des procédés : 100 000 à 175 000 HAP, soit 11 700 à 20 500 m³ d'E85</p> <p>- Rendements améliorés : 160 000 à 280 000 HAP, soit 18 800 à 32 900 m³ d'E85</p>	<p>- Coût de revient E85 avec les rendements actuels : 80 à 93 €/hl avec la part croissante de canne dans l'approvisionnement de la filière</p> <p>Déséquilibre de la filière inférieur au soutien national à partir de 90 \$/bl (prix de vente du E85 à la pompe : 130,9 €/hl)</p> <p>- Coût de revient de l'E85 avec les rendements améliorés : 64 à 72 €/hl</p> <p>Déséquilibre de la filière inférieur à 10 €/hl E85 (à 80 \$/bl, prix de vente du E85 à la pompe : 126,7 €/hl)</p>	<p>Intérêt pour le planteur qui peut compenser une perte de revenu (si paiement différencié de la canne) avec l'augmentation de ses rendements (gains de marge brute à partir de 120 t/ha)</p> <p>Contraintes imposées par l'instauration d'un système de traçabilité de la production</p> <p>Installation dédiée à l'éthanol : rentabilité obtenue au même prix sans compter l'investissement initial, meilleurs résultats de production, offre en matière première limitée interdit toutes économies d'échelle</p>

Scénario d'alternative énergétique	<p>Développement de la production cannière :</p> <ul style="list-style-type: none"> - extension de la sole de 12 300 à 15 000 ha - gains de productivité avec la progression des rendements de 5 t/ha et l'irrigation de 20 à 60% de la sole cannière (gains moyens de rendements de 5 à 15 t/ha) <p>Production de 900 000 à 1 250 000 t de canne, dont 800 000 à 1 150 000 t en sucrerie</p> <p>Contingent de sucre de Gardel : 65 000 ou 100 000 t (maximum) à 50 000 t (minimum)</p> <p>Capacité de Gardel : 6 000 tc/jour</p> <p>Cours du pétrole : 80 \$/bl (ESP :158,4 €/hl)</p> <p>Cours du sucre : 200 €/t</p> <p>Cours de la mélasse : 80 €/t</p> <p>Marges intermédiaires : 10%</p> <p>Rémunération du planteur en maintenant le système de paiement de la canne en sucrerie : prix moyen payé par Gardel au planteur de 31,38 €/t de canne</p>	<p>Mise en œuvre du projet A</p> <p>Selon l'offre en canne et le contingent de sucre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - rendements actuels : 6 400 à 27 600 m³ d'E85 - rendements améliorés : 10 200 à 44 200 m³ d'E85 	<p>Coût de revient E85 et déséquilibre de la filière éthanol prohibitifs</p> <p>Selon l'offre en canne et le contingent de sucre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - rendements actuels : 120 à 200 €/hl E85 et déséquilibre de 65 à 120 €/hl - rendements améliorés : 85 à 135 €/hl E85 et déséquilibre de 45 à 85 €/hl 	<p>Projet A non retenu : pas rentable</p>
		<p>Mise en œuvre du projet B</p> <p>Selon l'offre en canne et le contingent de sucre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - rendements actuels : 14 800 à 36 400 m³ d'E85 - rendements améliorés : 23 700 à 58 200 m³ d'E85 	<p>Selon l'offre en canne et le contingent de sucre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coût de revient E85 avec les rendements actuels : 98 à 113 €/hl Déséquilibre de la filière environ de 40 €/hl E85 (prix vente : 126,7 €/hl) Intérêt du projet dès 100 à 110 \$/bl - Coût de revient E85 avec les rendements améliorés : 73 à 82 €/hl Déséquilibre de la filière de 10 à 21,5 €/hl E85 (prix vente : 126,7 €/hl) Intérêt du projet dès 50 à 60 \$/bl 	<p>Contexte d'offre en canne élevée et de baisse du contingent : résultats du projet B équivalents à ceux du projet C</p> <p>En l'absence de mesures compensatoires pour les canne-éthanol, le projet B est le plus rentable</p>
		<p>Mise en œuvre du projet C</p> <p>Selon l'offre en canne et le contingent de sucre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - rendements actuels : 17 400 à 39 000 m³ d'E85 - rendements améliorés : 27 800 à 62 300 m³ d'E85 	<p>Selon l'offre en canne et le contingent de sucre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coût de revient E85 avec les rendements actuels : 77 à 97 €/hl Déséquilibre de la filière de 15 à 40 €/hl E85 (prix vente : 126,7 €/hl) Intérêt du projet entre 60 et 100 \$/bl - Coût de revient E85 avec les rendements améliorés : 60 à 72 €/hl Déséquilibre de la filière inférieur à 10 €/hl E85 (prix vente : 126,7 €/hl) Intérêt du projet à moins de 60 \$/bl 	<p>Contexte d'offre en canne faible : projet C le plus rentable quel que soit le contingent de sucre, mais déséquilibre de la filière important (30 à 40 €/hl E85)</p> <p>Contexte d'offre en canne élevée et de contingent élevé : projet C le plus rentable, sauf en l'absence de mesures compensatoires pour les canne-éthanol</p>

¹ Dans cette synthèse, les coûts de revient de l'E85 sont donnés hors marge.

² Dans cette synthèse, le déséquilibre économique de la filière éthanol est calculé à partir de coûts avec marges.

Le choix du projet à mettre en œuvre repose sur des décisions politiques locales et nationales :

- objectifs de production d'éthanol et effort sur la fiscalité consenti par la Région
- maintien du régime dérogatoire à la réforme de l'OCM sucre dans les DOM
- dispositifs de soutien aux filières biocarburants et accès aux fonds de restructuration des industries sucrières

Mais aussi sur les tendances des marchés (principalement pétrole et sucre) et l'évolution du contexte local (dynamisme de la filière canne et gains de productivité).

Glossaire

Par « canne » on entendra « canne à sucre ».

Amarres : feuilles vertes de cannes destinées à l'alimentation animale.

Andain : alignement de cannes coupées à la main, effectué pour le ramassage mécanique.

Bagasse : résidus fibreux après broyage des cannes.

Batch : procédé de production discontinue (principe du traitement par lots).

Biocarburant : carburant issu d'une matière première renouvelable, la biomasse.

Biomasse : quantité de matière de toutes les espèces vivantes présentes en un milieu naturel donné ; dans le domaine de l'énergie, la biomasse représente la fraction biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture, de la sylviculture, des déchets industriels et municipaux, utilisée pour produire de l'énergie.

Bout blanc : sommité non mûre de la canne étêtée.

Brix : pourcentage apparent de matières sèches solubles contenues dans le jus de canne (saccharose inclus), notamment utilisé dans la formule de calcul de la richesse saccharine.

Canne vierge (ou canne plantée) : canne provenant directement d'une plantation.

Carême : saison sèche, généralement de janvier à juin en Guadeloupe.

Cycle de culture : délai entre la plantation et la récolte du dernier rejeton (5 ans en moyenne).

Ecumes (de défécation) : résidu obtenu en sucrerie après la filtration des jus sucrés traités au lait de chaux.

Egout (de sucrerie) : résidu obtenu en sucrerie issu du turbinage (essorage) de la masse cuite.

Ethanol (ou bioéthanol) : alcool obtenu après fermentation des sucres de matières premières végétales issues de cultures dédiées (canne à sucre, betterave à sucre, céréales, pomme de terre, bois) ou de déchets (pailles, résidus agricoles et forestiers), utilisé comme carburant, seul ou en mélange avec l'essence.

E85 : carburant qui contient en volume 85% d'éthanol et 15% d'essence.

Flegme : alcool brut à 94°, produit de la distillation d'un vin de fermentation.

Flex Fuel Vehicles (FFV) : véhicules acceptant indifféremment un carburant comprenant toutes les concentrations d'éthanol comprises entre 0 et 85%, voire 100% pour certains constructeurs.

Grande culture : cycle annuel, choisi par le planteur, qui consiste à planter en année n et à récolter en année n+2, au bout d'environ 18 mois.

Ku : indice d'efficacité d'une usine mesurant ses performances par rapport à une usine idéale.

Magma : masse visqueuse de sucre réempâté au sirop.

Masse cuite : mélange de sucre et de liqueur avant turbinage (essorage).

Mélasses (égout C) : co-produit de sucrerie, résidu du turbinage de la dernière masse cuite dont est extraite la majeure partie des sucres par cristallisation et centrifugation.

Petite culture : cycle annuel d'environ 12 mois, choisi par le planteur qui plante en année n et vise une première récolte en année n+1.

Pol : quantité de saccharose, exprimée en grammes pour 100 g de jus, contenue dans le jus de canne, utilisée dans la formule de calcul de la richesse saccharine.

Pureté : rapport entre Pol (saccharose) et Brix, qui permet de déterminer la qualité des livraisons de canne.

Rectification : dans le procédé de distillation, étape permettant de séparer les molécules volatiles contenues dans le flegme et d'obtenir un alcool à au moins 96°.

Rejeton (repousse) : parcelle de canne ayant été récoltée au moins une fois (1^{er} rejeton, 2^{ème} rejeton,...).

Rhum agricole : eau-de-vie provenant de la fermentation de jus de canne, présentant les principes aromatiques auxquels les rhums doivent leurs caractères spécifiques et ayant une quantité totale de substances volatiles autres que les alcools éthylique et méthylique supérieure ou égale à 225 g/HAP.

Rhum industriel (de sucrerie) : eau-de-vie provenant de la fermentation de mélasses ou de sirops issus de la fabrication du sucre de canne, présentant les principes aromatiques auxquels les rhums doivent leurs caractères spécifiques et ayant une quantité totale de substances volatiles autres que les alcools éthylique et méthylique supérieure ou égale à 225 g/HAP.

Rhum traditionnel : eau-de-vie provenant exclusivement de la fermentation réalisée dans l'aire géographique de mélasses ou de sirops issus de la fabrication du sucre de canne (rhum de sucrerie) ou du jus de canne à sucre (rhum agricole) produits dans ladite aire, présentant les principes aromatiques auxquels les rhums doivent leurs caractères spécifiques et ayant une quantité totale de substances volatiles autres que les alcools éthylique et méthylique supérieure ou égale à 225 grammes par hectolitre d'alcool à 100%.

Sirop : produit de la sucrerie après clarification, filtration et évaporation du jus de canne.

Vin : solution alcoolique, obtenue par fermentation d'un substrat sucré par des levures.

Vinasses : résidus de la distillation de vins.

Sigles et Unités

ACRONYMES

AFNOR	Association Française de NORmalisation
CIRAD	Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CORT	Comité d'ORientation Technique
CPICS	Commission Paritaire Interprofessionnelle de la Canne et du Sucre
CTCS	Centre Technique de la Canne à Sucre
CTM	Centrale Thermique du Moule
CTSR	Comité Technique de Suivi de Récolte
DAF	Direction de l'Agriculture et de la Forêt
DOCUP	Document Unique de Programmation
IGUACANNE	Interprofession Guadeloupéenne pour la Canne à sucre
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
INRA APC	Institut National de la Recherche Agronomique - unité AgroPédoClimatique de la zone Caraïbe
LAPRA	LABoratoire Professionnel Régional d'Analyses
ODEADOM	Office de Développement de l'Economie Agricole des Départements d'Outre-Mer
SAFER	Société d'Aménagement Foncier et d'Etablissement Rural
SICA	Société d'Intérêt Collectif Agricole
SICADEG	Société d'Intérêt Collectif Agricole de Développement et d'Exploitation du Nord Grande-Terre
SICAGRA	Société d'Intérêt Collectif Agricole Guadeloupéenne pour la Restructuration de l'Agriculture
SICAMA	Société d'Intérêt Collectif Agricole de Marie-Galante
SIS	Société Industrielle de Sucrierie
SPV	Service de Protection des Végétaux
SRMG	Sucrierie et Rhumerie de Marie-Galante
SSA	Service des Statistiques Agricoles
SUAD	Service d'Utilité Agricole et de Diversification
UDCAG	Union pour le Développement Cannier et Agricole de la Guadeloupe
UE	Union Européenne

ABREVIATIONS

AOS	Appellation d'Origine Simple
APE	Accords de Partenariat Economique
CUMA	Coopérative d'Utilisation du Machinisme Agricole
CVO	Cotisation Volontaire Obligatoire
DOM	Département d'Outre-Mer
ETA	Entreprise de Travaux Agricoles
ESP	Essence Sans Plomb
ETP	EvapoTranspiration Potentielle

FVD	Faire Valoir Direct
GES	Gaz à Effet de Serre
GFA	Groupement Foncier Agricole
GIE	Groupement d'Intérêt Economique
OCM sucre	Organisation Commune de Marché du sucre
PAC	Politique Agricole Commune
PCI	Pouvoir Calorifique Inférieur
RS	Richesse Saccharine
RFU	Réserve Facilement Utilisable
RU	Réserve Utile
RUP	Région Ultra-Périphérique
SAU	Surface Agricole Utile
SIG	Système d'Information Géographique
TGAP	Taxe Générale sur les Activités Polluantes
TIC	Taxe Intérieure de Consommation
TIPP	Taxe Intérieure sur les Produits Pétroliers
TSC	Taxe Spéciale sur les Carburants

UNITES

bl	baril
ha	hectare
HAP	Hectolitre d'Alcool Pur
hl	hectolitre
kcal	kilocalorie
kg	kilogramme
km	kilomètre
kWh	kilowattheure
l a.p.	litre d'alcool pur
m	mètre
M€	millions d'euros
MW	mégawatt
t	tonne
tep	tonne équivalent pétrole

Références bibliographiques

PUBLICATIONS

- **Brumley S.M., Purnell M.P., Petrasouits L.A., Nielsen L.K., Twine P.H., 2007.** *Developing the sugarcane biofactory for high value biomaterials.* International Sugar Journal, 109 (1297): 5-15.
- **Fahrasmane L., Ganou-Parfait B., Bazile F., Bourgeois P., 1996.** *Technologie et elements de typicité des rhums des Antilles françaises.* Cahiers Agricultures 1996; 5: 83-88.
- **Fahrasmane L., Ganou-Parfait B., 1998.** *Microbial flora of rum fermentation media.* Journal of Applied Microbiology, 84: 921-928.
- **Rao P.S, Kennedy A., 2004.** *Genetic improvement of sugarcane for sugar, fibre and biomasse.* Ministry of Agriculture Annual Conference, Barbados, 2004. 13p.
- **Sourie JC., Treguer D., Rozakis S., 2005.** *L'ambivalence des filières biocarburants.* INRA sciences sociales, INRA SAE2, 8p.
- **Zébus MF., 1998.** *La diversification agricole, un archipel dans « l'océan des cannes » ? Développement agricole et industrie sucrière en Guadeloupe.* in 123^e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Schoelcher, Antilles-Guyane, 1998/04/04 ; 1998/04/11, 15p.
- **Zébus MF., Darie E., Diman JL., 2002.** *Le rôle déterminant de la prestation de service en Guadeloupe.* in Cahiers d'études et de recherches francophones : agricultures n°6, vol 11, 2002, p. 385-390.

RAPPORTS ET ETUDES

- **AGRESTE, 2006.** *Enquête sur les structures de la production légumière en 2005, Entre tradition et modernisme.* Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Agreste Dom Numéro 13, février 2006, 4p.
- **Bonotto S., 2000.** *Analyse des stratégies des exploitants agricoles planteurs de canne à sucre de Guadeloupe.* CIRAD-CA Guadeloupe Programme Sanne à Sucre, 77p.
- **Cabidoche Y-M, Clermont-Dauphin C, Lafont A, Sansoulet J (INRA Antilles-Guyane APC), Cattan P (CIRAD-Flhor Guadeloupe), Achard R, Caron A, Chabrier C (PRAM/CIRAD-Flhor), 2006.** *Stockage dans les sols à charges variables et dissipation dans les eaux de zoocides organochlorés autrefois appliqués en bananeraies aux Antilles : relation avec les systèmes de culture.* Rapport final d'exécution, INRA Antilles –Guyane APC, CIRAD-Flhor Guadeloupe, PRAM/CIRAD-Flhor, 99p.
- **CONCAWE, EUCAR, JRC, 2005.** *Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European contexte.* Well-to-Wheels report, 88p.

- **Chambre d'Agriculture Guadeloupe, 2001.** *Bilan de la campagne sucrière.* Comité Technique de Suivi de Récolte, 20p.
- **Chambre d'Agriculture Guadeloupe, 2002.** *Bilan de la campagne sucrière.* Comité Technique de Suivi de Récolte, 26p.
- **Chambre d'Agriculture Guadeloupe, 2003.** *Bilan de la campagne sucrière.* Comité Technique de Suivi de Récolte, 24p.
- **Chambre d'Agriculture Guadeloupe, 2004.** *Bilan de la campagne sucrière.* Comité Technique de Suivi de Récolte, 31p.
- **Chambre d'Agriculture Guadeloupe, 2005.** *Bilan de la campagne sucrière.* Comité Technique de Suivi de Récolte, 36p.
- **Chambre d'Agriculture Guadeloupe, 2006.** *Bilan de la campagne sucrière.* Comité Technique de Suivi de Récolte, 37p.
- **CTCS Guadeloupe, 2007.** *Rapport de campagne.* Volet Réception Saccharimétrique, 42p.
- **CTCS Guadeloupe, 2003.** *La mise en œuvre du schéma de pépinières pour la production cannière en Guadeloupe, Bilan 1998-2002 et perspectives.* Service Agronomie, Volet Pépinières, 51p.
- **CTCS Guadeloupe, 2006.** *Rapport pépinières.* Service Agronomie, Volet Pépinières, 24p.
- **Delta AIC, 2006.** *Etude sur les conditions de réalisation d'une filière bioéthanol aux Antilles.* Rapport pour l'ODEADOM, 36p.
- **Delta AIC, 2007.** *Etude de faisabilité relative à l'utilisation d'éthanol comme carburant en Guadeloupe.* Rapport provisoire, Région Guadeloupe, ADEME, juin 2007, 73p.
- **Diman J-L., Mounien R., 1993.** *La canne à sucre en Guadeloupe: des plants pour la relance.* Revue économique Antiane, numéro 21, juin 1003, INSEE: 4-7.
- **Dupré J-Y., Prévot H., 2006.** *Valorisation de la biomasse à des fins énergétiques dans les DOM. Faisabilité du développement de carburants ou de combustibles.* Rapport de mission du Conseil Général des Mines (CGM) et du Conseil Général du Génie Rural des Eaux et Forêts (CGGREF), 31p.
- **Ecobilan, 2002.** *Bilans énergétiques et gaz à effet de serre des filières de production de biocarburants en France.* ADEME / DIREM, 132p.
- **Ecobilan, 2006.** *Bilan énergétique et émissions de GES des carburants et biocarburants conventionnels – Convergences et divergences entre les principales études reconnues (citées).* ADEME, 18p.
- **Ernst & Young Entrepreneur Conseil, 2002.** *Etude de l'organisation de la récolte et du transport en Guadeloupe.* Rapport de synthèse, réalisé par pour le compte de l'ODEADOM, 19 p.
- **Fabre P., Bonnet P., Despréaux D., Freud C., Lassoudière A., Raoult-Wack A-L., 1997.** *Le concept de filière : un outil pour la recherche.* CIRAD, collection Notes et documents n°24, Montpellier, France, 27p.

- **Gagnaire N., Gabrielle B., Da Silveira J., Sourie JC., Bamière L., 2006.** *Une approche économique, énergétique et environnementale du gisement et de la collecte des pailles et d'une utilisation pour les filières éthanol*, avec les collaborations d'Arvalis et de la FNCUMA. INRA / ADEME, 85p.
- **Guyomard H., Le Mouël C., Jez C., Forslund A., Fournel E. 2007.** *Prospective « Agriculture 2013 », résultats et enseignements principaux par thème et par scénario.* INRA, Crédit Agricole, Groupama, 56p.
- **Iguacanne, 2007.** *Plan sectoriel de la filière canne-sucre-rhum, période 2007-2010.* Interprofession Guadeloupéenne pour la filière canne à sucre, 24p.
- **Kartha S., Larson E.D., 2000.** *Bioenergy Primer : Modernized Biomasse Energy for Sustanaible Development*, United Nations Development Program, New York, NY, 133p.
- **Kieken H., Mermet L., Poux X., Treyer S., Van der Helm R., 2003.** *Prospectives pour l'environnement : quelles recherches ? quelles ressources ? quelles méthodes ?* Réponses environnement, La documentation Française. 107p.
- **Mazodier J., Berger A., 2003.** *Révision du protocole de détermination de la richesse saccharine et du prix de la tonne de canne en Guadeloupe.* Rapport de mission, COPERCI / 2003 22. 28p.
- **Poser C., 2002.** *Rotation banane-canne-banane : un système de production prometteur sur la région de Capesterre.* Cirad CA programme canne à sucre, 44p.
- **Prévoit H., Hespel V., Dupré J-Y., Baratin F., Gagey D., 2005.** *Rapport sur l'optimisation du dispositif de soutien à la filière biocarburants.* Conseil Général des Mines, Inspection générale des finances, Conseil Général du Génie Rural des Eaux et Forêts, 120p.
- **Prieur-Vernat A., His S., 2006.** *Panorama 2007 : Les biocarburants dans le monde.* Institut Français du Pétrole (IFP), 6p.
- **Prieur-Vernat A., His S., Bouvard F., 2006.** *Panorama 2007 : Les biocarburants : quels bilans sur l'environnement ?* Institut Français du Pétrole (IFP), 7p.
- **Région Guadeloupe, ADEME, 2007.** *PRERURE Guadeloupe, Plan Régional pluriannuel sur les Energies Renouvelables et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie.* Rapport final provisoire, 183p.
- **SAFER de Guadeloupe, 2007.** *Rapport annuel Assistance technique, exercice 2006, résultats techniques des GFA de la Réforme Foncière.* 212p.
- **Zébus M-F et al., 2004.** *Réalisation et diffusion du modèle de simulation MICA.* Rapport technique final, INRA CIRAD.
- **Zébus M-F, 2005.** *La canne à sucre en Guadeloupe en 2000 d'après le recensement,* Agreste, Cahiers de l'agriculture.

OUVRAGES

- **CIRAD, GRET, Ministère des Affaires Etrangères, 2006.** *Mémento de l'agronome.*

- **CTICS Guadeloupe, 2005.** *Manuel technique de la canne à sucre.*
- **George P. Meade, James C. P. Chem, 1977.** *Cane Sugar Handbook, A manual for cane sugar manufacturers and their chemists*, 10th edition.
- **Hugot E., 1987.** *La sucrerie de cannes.* Lavoisier Tec & Doc 3^{ème} edition.

SITES INTERNET CONSULTÉS

AGRESTE : www.agreste.agriculture.gouv.fr

CEDUS : www.lesucre.com

Courrier International : www.courrierinternational.com

CTCS Martinique : www.ctcs.mq

IAR : www.iar-pole.com/presentationbresil/congresfrancobresilien.htm

IFP : www.ifp.fr

INSEE : www.insee.fr

Le Betteravier français : www.lebetteravier.com

ODEADOM : www.odeadom.fr

Etude cofinancée par

