

Impact environnemental de la production et de l'utilisation de l'huile de colza triturée dans une exploitation agricole.

Ing. J.-F. MAISSIN
Ir R. LESCROART
PIERRARD - Virton

Cet article constitue une suite au travail de fin d'études consacré à la cogénération sur base d'huile de colza dans une ferme de production porcine située dans la commune de Tintigny en province de Luxembourg. Le colza produit dans cette exploitation agricole sert à la fois à la production et consommation locales du biocombustible et d'aliments pour bovins (tourteau). Le CO₂ ainsi évité est calculé et comparé aux valeurs utilisées par la CWaPE (Commission Wallonne Pour l'Energie) dans le cadre des Certificats Verts.

Mots-clés :

Cogénération, biocombustible, CO₂ évité, huile de colza.

This paper is the continuation of a graduation paper devoted to a rapeseed oil based cogeneration at a large pigsty situated in the district of Tintigny in the province of Luxembourg. The rapeseed is grown and processed locally to produce the biofuel and cattle feed (oilcake) needed at the farm and surroundings. We estimate the CO₂ emissions avoided that way and compare them with values the CWaPE uses to calculate the Green Certificates.

Key-words :

Cogeneration, biofuel, avoided CO₂, rapeseed oil.

1. Introduction

Pour faire face à l'épuisement des combustibles fossiles et pour lutter contre l'effet de serre, il existe plusieurs alternatives dont celle du développement durable. La biomasse qui est une énergie renouvelable permet actuellement de substituer une petite partie des énergies fossiles dans un certain nombre d'applications. Plus particulièrement, la culture du colza donne lieu d'une part à une huile végétale utilisable pure comme biocarburant mais également à une matière sèche riche en protéines obtenue à la suite de la trituration des grains et valorisable sur site agricole. Dans cette optique, la rédaction de cet article consiste à étudier l'impact environnemental de la culture du colza depuis la production jusqu'à l'utilisation et la valorisation des produits finis.

2. Le cycle du colza

2.1. Introduction

Le carbone contenu dans les combustibles renouvelables (plantes énergétiques, biodiesel, huile végétale, biométhane) se transforme en CO₂ lors de la combustion mais n'est pas considéré comme une émission nette puisque ce CO₂ a été puisé dans l'atmosphère par les plantes lors de leur croissance. En réalité, il se peut qu'une partie de la biomasse soit imbrûlée ou que ce carbone soit émis sous forme de CH₄ qui a un pouvoir de réchauffement global plus élevé que le CO₂. Dans une filière bien mise en œuvre, ces flux doivent rester minimes et nous les négligerons ici.

Par contre, de l'énergie fossile a été nécessaire à la production des plantes (gasoil des tracteurs, gaz naturel dans les usines de production d'engrais, etc.) et à leur transformation en combustibles renouvelables. Cette énergie fossile conduit à une production de CO₂. L'objectif du travail développé ci-dessous est d'évaluer cette consommation d'énergie fossile et la production de CO₂ correspondante. Ce travail a principalement été réalisé sur base de l'étude de l'asbl ValBiom qui détermine les émissions de CO₂ des diverses sources de biomasse pour le calcul des Certificats Verts par la CWaPE.

Tableau 2 : Estimation de la consommation de carburant pour la culture du colza

Carburants	Durée (h/ha)	Consommation spécifique (l/h)	Consommation (l/ha)
Epandage engrais de fond	1	10	10
Labour	1	20	20
Travail du sol	1,5	15	22,5
Semis	1	10	10
Epandage azote	0,5	10	5
Produits phytosanitaires (5 passages)	1,25	10	12,5
Récolte	1,5	30	45
Transport au lieu de stockage*	0,33	10	3,3
Total			128,3

* 10 km aller retour, 1 h, 3 ha par chargement

Remarque : les chiffres entre [...] correspondent à différentes études reprises dans « Références ».

Le tableau 3 reprend les minima et maxima de ces intrants multipliés respectivement par les minima et maxima des émissions spécifiques (provenant de l'étude [4] qui est elle-même une revue bibliographique très large), afin d'obtenir des valeurs extrêmes pour les émissions de CO₂ par hectare. La moyenne des émissions vaut 1090 kg CO₂/ha.

Tableau 3 : Intrants de la culture du colza, émissions spécifiques et émission finale de CO₂ de la culture

	Intrants (kg/ha)		Emissions spécifiques (kg CO ₂ /kg) [4]		Emissions (kg CO ₂ /ha)	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
N minéral	96	260	2,42	2,666	232,3	693,2
P ₂ O ₅	40	100	0,666	1,48	26,6	148,0
K ₂ O	30	300	0,479	0,86	14,4	258,0
Produits phyto	1	5,7	15,45	15,45	15,5	88,1
Carburants	86 (103 l)	107 (128,3 l)	3,64*	3,64	313,3	390,3
Total					602,1	1577,6
Moyenne					1089,9	

* avec 306 kg/MWh, 9,94 kWh/l et 0,835 kg/l

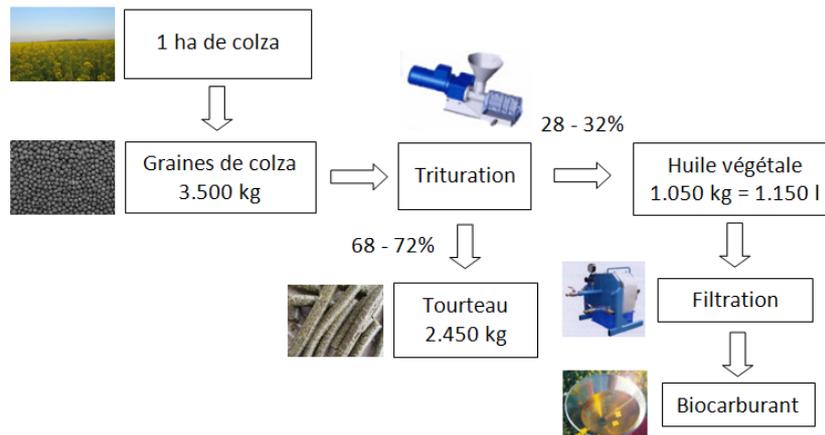
2.3. Rendements de colza

Tableau 4 : Rendement de colza sur cinq années de référence [2]

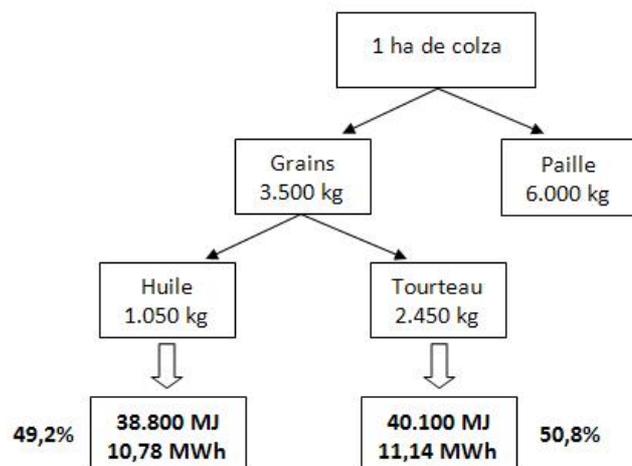
année	1998	1999	2000	2001	2002	Moyenne
Enquêtes APPO	4024	4332	3333	3895	3726	3862
Statistiques officielles	3600	3730	2990	3640	3430	3478

Le tableau 4 donne les rendements de colza sur cinq années de référence en Belgique. On constate qu'un rendement de 3500 kg grains/ha est représentatif de la réalité. Cependant, ce rendement est relativement variable en fonction des années et des endroits puisqu'il dépend de nombreux facteurs tels que les conditions climatiques, la nature du sol, les éventuelles maladies, etc.

2.4. Production d'huile végétale pure à la ferme



2.5. Répartition énergétique



Les valeurs des potentiels énergétiques de l'huile et du tourteau qui conduisent à ces résultats sont issues de l'étude [4].

Les pourcentages représentent la répartition énergétique entre l'huile et le tourteau. Cette répartition permet de déterminer l'émission de CO₂ propre à l'huile de colza. Ainsi, une imputation de 49,2% de l'émission totale du cycle de production sera répercutée au point suivant lors de la détermination du coefficient de la filière.

2.6. Emissions de CO₂ sur l'entièreté du cycle de production

Tableau 5 : Emissions de CO₂

	Emission totale (kg CO ₂ /ha)	Pourcentage d'imputation (%)	Emission imputée au biodiesel (kg CO ₂ /ha)
Culture	1090	49,2	537
Trituration [4]	325	49,2	160
Total (kg CO ₂ /ha)	1415		697
Energie dans l'huile (MWh/ha)			10,78
Emission CO ₂ (kg /MWh d'huile)			64,7

La valeur d'émission résultant de la culture du colza a été calculée précédemment. En ce qui concerne la trituration, la valeur est de nouveau issue de l'étude [4]. Cette référence tient compte non seulement du procédé de trituration mais également de celui de filtrage qui s'ensuit.

Notons que dans le cas présent, il n'y a aucun transport d'huile ni de tourteau à comptabiliser dans le calcul du fait que la trituration a lieu sur le site agricole.

La production d'huile de colza consiste en fait en une coproduction. En effet, lors de la trituration, l'huile est extraite des graines de colza tandis que la matière sèche est extirpée en fin de presse constituant ainsi un tourteau riche en protéines. Par conséquent, il est intéressant d'évaluer le coefficient d'émission au cas où on considère l'entièreté du potentiel énergétique issu de la trituration. Le tableau 5 donne donc la valeur du nouveau coefficient.

Tableau 5 : Emissions de CO₂

	Emission totale (kg CO ₂ /ha)
Culture	1090
Trituration [4]	325
Total (kg CO ₂ /ha)	1415
Energie totale (MWh/ha)	21,92
Emission CO ₂ totale (kg /MWh)	64,6

On constate que ce nouveau coefficient ne varie pas ou très peu. Ce résultat est assez logique du fait que tous les paramètres sont liés. En effet, aucune imputation n'est appliquée mais au lieu de diviser l'émission totale par

l'énergie contenue dans l'huile, on la divise par l'énergie contenue dans l'huile augmentée de celle du tourteau.

2.7. Comparaison avec la valeur de la CWaPE

La CWaPE publie annuellement les coefficients d'émissions de CO₂ de sources d'énergies primaires entrant en compte dans le calcul des Certificats Verts. Pour la filière colza (huile vierge de colza), le coefficient d'émission de référence vaut 65 kgCO₂/MWh_p ; c'est-à-dire par MWh d'huile. Cette valeur correspond exactement à la valeur calculée ci-dessus. Néanmoins, certains paramètres diffèrent entre la présente approche et l'étude de ValBiom.

Tout d'abord, dans le tableau 2, le transport vers usine a été enlevé du fait que le transport vers le lieu de stockage correspond également au lieu où les graines de colza sont triturées. Ainsi, une économie de 5 l/ha est réalisée par rapport à l'étude en question. Cela dit, cette économie est quasi négligeable puisqu'au final, le nombre de kgCO₂/ha émis pour la culture passe de 1097 à 1090.

Au niveau de la répartition énergétique, certains paramètres varient également. La répartition initiale est déterminée selon l'étude [4] qui tient compte d'un rendement en huile légèrement supérieur à 38%, chiffre surévalué par rapport à une fiche technique de l'asbl ValBiom plus récente (2006) où l'ordre de grandeur vaut 30%. Ainsi, au lieu de partir d'un potentiel énergétique de 13,71 MWh avec imputation de 59,2% pour l'huile, il est considéré ici qu'avec un rendement réaliste de 30%, ce potentiel est diminué à 10,78 MWh correspondant à une imputation de 49,2%.

Finalement, au niveau du tableau 5, le fait de produire l'huile directement dans l'exploitation agricole permet de nouveau de réaliser une économie de transport d'huile à savoir 31 kgCO₂/ha par rapport à l'étude en question.

Tableau 5 bis

	Emission totale (kg CO ₂ /ha)	Pourcentage d'imputation (%)	Emission imputée au biodiesel (kg CO ₂ /ha)
Culture	1097	59,2	650
Trituration [4]	325	59,2	193
Transport huile [4]	31	100	31
Total (kg CO ₂ /ha)	1453		874
Energie dans l'huile (MWh/ha)			13,71
Emission CO ₂ (kg /MWh d'huile)			63,7

Le tableau 5 bis est donc directement tiré de l'étude de l'asbl ValBiom. Malgré la variation des paramètres cités précédemment, le coefficient d'émission est quasi identique. De plus, ce terme a été arrondi à 65 kgCO₂/MWh_p pour le calcul des Certificats Verts, ce qui correspond exactement au coefficient déterminé lors de la présente approche.

2.8. Ratio énergétique d'usage

Une notion importante dans ce type d'étude est le Ratio Énergétique d'Usage (REU). Le REU est le rapport entre l'énergie contenue dans les produits finaux et l'énergie fossile nécessaire à la production de ces produits, en répartissant cette énergie fossile entre le biocombustible et le coproduit (tourteau) au prorata de leur contenu énergétique. Il est logique d'effectuer une telle répartition puisque, si le biocarburant n'avait pas été produit, il aurait quand même fallu produire le coproduit pour l'alimentation animale par exemple, ce qui aurait suscité des dépenses énergétiques et émissions de CO₂.

Tableau 6 : Ratio Energétique d'Usage de l'huile de colza

	Quantité (kg/ha)	Energie unitaire (MJ/kg)	Energie (MJ/ha)	Energie imputée à l'huile (MJ/ha)
N minéral	185 [2]	70 (36-104)	12950	
P ₂ O ₅	90 [7]	12 (8 -16)	1080	
K ₂ O	135 [7]	7,5 (5-10)	1012,5	
Produits phyto	2,37 [2]	200	474	
Carburants	107 (128,3 l) [Tableau 2]	56,3	6031	
Sous-total culture			21548	10602
Trituration			6092 [4]	2998
Total (b)			27640	13600
Energie de l'huile (MJ/ha) (a)				38800
REU (a/b)				2,85

Ainsi, une unité de combustible fossile permet d'obtenir 2,85 unités de biocombustible. Différentes valeurs de REU sont également disponibles dans la littérature (tableau 7), et parfois les émissions de CO₂ qui y correspondent.

Tableau 7 : Ratio énergétique d'usage et émissions de CO₂ pour la production d'huile de colza

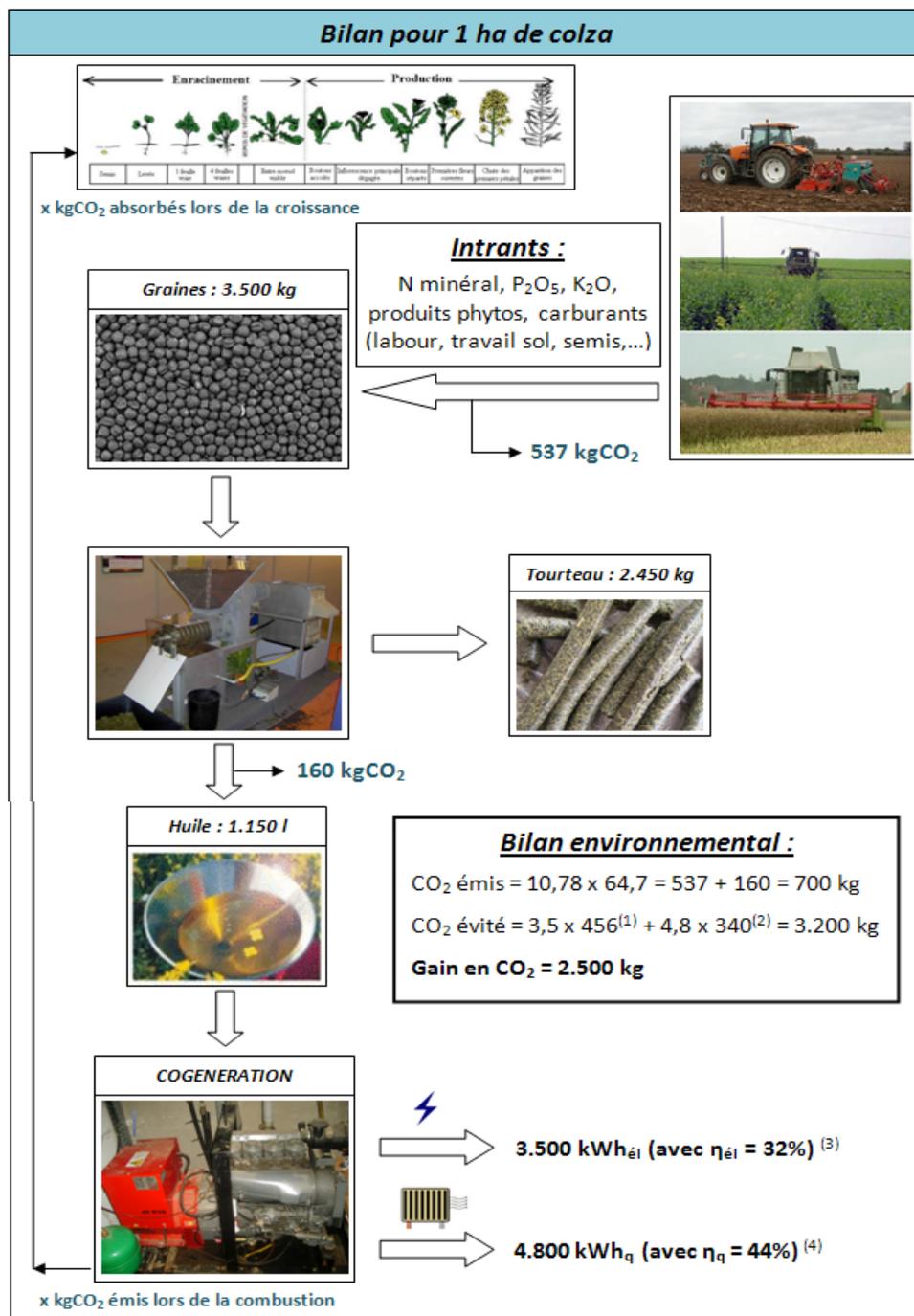
Référence	ci-dessus	[1]	[3]	[5]
REU	2,85	3,1	4,68*	3,06
Emissions en CO ₂ (kgCO ₂ /MWh)	64,7		64,1	61,9

* REU avec imputation massique

De manière générale, le REU tourne autour de 3 mais varie quelque peu en fonction des études réalisées.

Au niveau de l'étude [3], le ratio est beaucoup plus élevé. Cette augmentation est justifiée par une imputation massique. En effet, pour une même énergie contenue dans l'huile, les émissions de CO₂ sont diminuées du fait que le pourcentage d'imputation massique est moins élevé que le pourcentage d'imputation énergétique. Cette valeur de 4,68 est donc donnée à titre indicatif puisqu'elle n'est pas comparable aux autres.

2.9. Schéma récapitulatif de l'entièreté du cycle



Avec :

- (1) Valeur référence de la CWaPE correspondant à la quantité de CO₂ émise par une centrale TGV avec un rendement caractéristique de 55%.
- (2) Valeur référence de la CWaPE correspondant à la quantité de CO₂ émise par une chaudière fuel (car hors zone gaz naturel dans le cas présent) avec un rendement caractéristique de 90%.
- (3) Rendement électrique correspondant à la cogénération étudiée lors du travail de fin d'études.
- (4) Rendement thermique correspondant à la cogénération étudiée lors du travail de fin d'études.

3. Conclusion

Cette étude démontre donc l'intérêt de la culture du colza relativement à l'aspect environnemental. Ainsi, avec un hectare de colza, il est possible d'éviter l'émission de 2,5 tonnes de CO₂ par rapport à une consommation équivalente d'énergie électrique et thermique sans cogénérer. Il est cependant évident qu'une valorisation de ce biocombustible dans le moteur d'un quelconque véhicule diminuerait fortement cette valeur.

Notons qu'au cours de cette étude, la teneur en carbone de la paille ainsi que de la partie racinaire du colza n'entre pas en compte dans les calculs, ce qui limite l'économie en CO₂. Ce choix s'explique tout simplement par la complexité de la détermination de valeurs acceptables. Cela reste assez logique du fait que le coefficient de référence trouvé ci-dessus est lui-même déjà évalué via plusieurs études à partir desquelles des moyennes ont été établies.

En-dehors de l'aspect purement environnemental, la culture du colza comporte également plusieurs avantages. D'un point de vue agricole, cette culture permet la rotation des sols et, de par conséquent, l'augmentation des rendements des récoltes. Au niveau économique, l'impact est également favorable. En effet, l'huile utilisée comme biocarburant donne droit à l'octroi de primes de la Région Wallonne, communément appelées « Certificats Verts », délivrées au prorata du gain en CO₂ réalisé. Ainsi le nombre de CV octroyés permet de rentabiliser d'autant plus vite le montant investi dans l'unité de cogénération. De plus, une production sur site agricole permet la valorisation directe du tourteau riche en protéines. Finalement, la culture du colza apporte également une petite touche d'esthétisme au paysage de nos campagnes par l'intermédiaire de ses belles fleurs jaunes au printemps !

4. Références bibliographiques

- [1] VANHEMELRIJCK JL, *Les combustibles et carburants d'origine agricole*, rapport de convention Région Wallonne, unité TERM, UCL, Belgique, novembre 1992, 134 p.
- [2] APPO, *Rapport d'activités 2002*, APPO asbl, Gembloux, Belgique, 2003, 64 p.
- [3] NTB-nett, *Eubionet – Liquid biofuels Network, Final report*, projet Altener, ADEME, Paris, France, avril 2003, > 100 p.
- [4] SCHARMER K., GOSSE G., *Ecological impact of biodiesel - Production and use in Europe*, dans proc. 2nd European Motor Biofuels Forum, Graz, Autriche, 22-26 septembre 1996, 1998, p.317-328.
- [5] SCHARMER K., *Biodiesel : Energy and environmental evaluation – Rapeseed oil methyl ester*, UFOP, novembre 2001, 61 p.
- [6] JOSSART J.-M., MARCHAL D., GERIN P., VLIÉGEN F., *Information sur le bilan énergétique du maïs et de l'herbe pour la méthanisation*, document d'information générale, laboratoire ECOP – Grandes Cultures, 2003, 19 p.
- [7] JOSSART J.-M., VANHEMELRIJCK J.-L., LEDENT J.-F., *Impact environnemental de trois cultures énergétiques et bilan d'énergie*, dans Cahiers Agriculture n° 4, France, 1995, p. 377-382.