

## La prise en compte du bilan carbone en formulation modifie le profil des aliments composés

MULLER R. (1), STEFANINI L. (2), LONCKE C. (1), RENOULEAU C. (2), SULMONT E. (1)

(1) INZO° SAS, rue de l'Eglise BP 50019 02407 CHATEAU THIERRY CEDEX

(2) ALICOOP SICA SA, 46 rte de la Gasse aux Loups 79800 PAMPROUX

### Résumé

La prise en compte de l'impact environnemental devient un facteur important dans le métier de fabricant d'aliments composés. Que ce soit pour l'approvisionnement, la fabrication ou la livraison des aliments, la consommation en énergie non renouvelable (ENR) est présente à tous les échelons. Dans ce contexte, une étude de formulation conjointe entre Alicoop et INZO° a été menée.

Elle a été conduite en plusieurs phases. En premier lieu, la détermination de la valeur en ENR Production des matières premières (MP) entrant dans la composition des aliments composés a été estimée. Cette valeur représente la quantité d'ENR nécessaire à l'obtention d'une MP (étapes agricoles, procédés de transformation...). Une part du transport a été intégrée, à savoir celle qui permet à la MP importée d'arriver sur le territoire français. En second lieu, la valeur ENR transport a été établie : détermination de la valeur ENR pour l'acheminement sur le site de fabrication : site de Pamproux – Alicoop. Enfin L'ENR totale (MJ/kg) est obtenue par la somme ENR production (MJ/kg) + ENR transport (MJ/kg).

La phase de formulation a démarré par la sélection de 5 aliments différents par leur niveau de MAT (43, 39, 35, 21 et 18%). Sans contrainte spécifique, le critère ENR totale calculée se situe entre 3,2 et 6,4 MJ/kg. Le fait de contraindre ce critère modifie le profil des formules. Une simplification est ainsi observée avec la disparition progressive des MP déshydratées au profit des MP simples et des co-produits issus de la meunerie. Le coût de la contrainte (entre -0,5 et -1 MJ/kg) s'échelonne entre 0 et 7,2% de plus.

Cette étude suggère que la prise en compte du critère ENR en formulation est possible mais qu'elle peut augmenter le prix de revient des aliments. La simplification des formules entraîne en outre des questionnements sur le devenir de certaines MP.

Mots clefs : formulation, aliment composé, environnement, énergie non renouvelable

## Taking into account the carbon balance changes the composition of compound feeds

### Summary

Taking into account environmental impact becomes an important factor for a feed manufacturer. For the supplying, manufacturing or delivering of feeds, the consumption in not renewable energy (NRE) is found at every level. In this context, a formulation joint study was carried out.

This work was done in several phases. The first one is the calculation of the "NRE production" value of raw materials (RM) composing the feed. It is the quantity of NRE necessary for the production of an RM (agricultural steps, industrial process...). This value also includes the NRE necessary for importing this RM in France.

Secondly, the "NRE transport" value was established, it is the calculation of the NRE used for delivering the RM in the feed plant: site of Pamproux - Alicoop.

Finally the total NRE (MJ/kg) is obtained by adding "NRE production" (MJ/kg) and "NRE transport" (MJ/kg).

The formulation phase has started by the selection of 5 feeds with different protein contents. Without a specific constraint, total NRE values calculated are between 3.2 and 6.4 MJ/kg. Forcing this criterion modifies the formula composition. So, simplification is observed with the progressive elimination of dehydrated RM replaced by simple RM and by-products. The constraint cost (between 0.5 and 1 MJ/kg) is from 0 to 12 €/ton.

This study shows that taking into account the NRE criteria to formulate feeds is possible but it can increase the cost of formulae. The simplification of formulae raise questions about the future of some RM.

Key words: formulation, feed compound, environment, not renewable energy

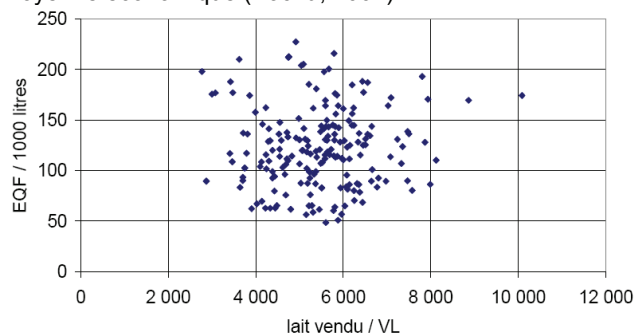
### INTRODUCTION

L'environnement entre de plus en plus dans les préoccupations de la société. Le Grenelle de l'environnement est une manifestation tangible de cette volonté citoyenne. Certains secteurs économiques sont particulièrement visés, parmi eux l'agriculture et plus particulièrement l'élevage des ruminants. Le Grenelle a établi plusieurs axes de recherche pour améliorer le poids écologique de l'agriculture française. L'un de ces points est la recherche d'une agriculture durable. Plusieurs critères peuvent être employés pour évaluer la durabilité des activités économiques. Ainsi, l'utilisation des énergies non renouvelables (ENR) ou la production de gaz à

effet de serre (GES) sont des critères qui semblent être pertinents.

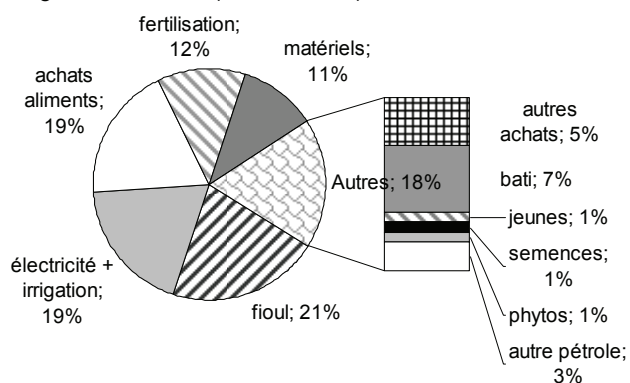
Pour la production laitière, l'enquête SOLAGRO – ADEME (Bochu, 2007) réalisée en 2006 sur 200 exploitations volontaires a déterminé une consommation moyenne d'ENR aux 1 000 L de lait d'environ 5 000 MJ d'ENR par tonne de lait, ce qui équivaut à 122 litres de fuel ou 323 kg de CO<sub>2</sub> rejeté. Cette valeur ENR exprimée en équivalent fuel (EQF) est indépendante de la productivité laitière par vache (figure 1).

**Figure 1** : relation entre ENR en équivalent fuel au 1 000 L et moyenne économique (Bochu, 2007).



Les enquêteurs ont également étudié la provenance de l'ENR (figure 2).

**Figure 2** : Répartition de la consommation moyenne d'énergie en bovin lait (Bochu, 2007).



Parmi les postes contributeurs, les achats d'aliment arrivent en troisième position et représentent 19%, soit 950 MJ pour 1 000 L. Il paraît séduisant d'étudier la réduction possible de cette empreinte carbone avec l'utilisation d'aliments spécifiquement formulés sur des contraintes ENR. En simulant l'effet d'une contrainte ENR sur une gamme resserrée d'aliments composés, il est dès lors possible d'en voir les conséquences sur l'évolution des profils de formules et des coûts.

## 1- MATERIEL ET METHODES

### 1-1- RENSEIGNEMENT DE LA MATRICE DE FORMULATION

La formulation met en jeu une matrice croisant les matières premières (MP) entrant dans la composition des aliments et des critères caractérisant chaque matière première.

En plus des critères nutritionnels classiques, trois critères supplémentaires relatifs à l'ENR (exprimée en MJ/kg) ont été définis :

- ENR Production
- ENR Transport
- ENR Totale

L'ENR Production (ENRP) correspond à la quantité d'ENR nécessaire à l'obtention d'un kilogramme de matière première. Ceci regroupe l'itinéraire culturel de la matière première, la charge énergétique liée à la récolte, au transport éventuel vers le lieu de transformation, la transformation elle-même, et le traitement spécifique du co-produit si nécessaire. Pour les concentrés simples (céréales, graines oléagineuses, ...) et les principales matières premières transformées (tourteaux de graines oléagineuses, luzerne et pulpes de betteraves déshydratées), la référence de la base Planète (Base Planète, 2006) a été utilisée. Pour certains co-produits (son de blé, drêches de distillerie, co-produits de

l'amidonnerie...), absents de la base, l'allocation énergétique a été employée. Pour les matières premières extra territoriales, une part de transport a été affectée à l'ENRP: la part qui permet l'arrivée de celle-ci sur la métropole. Par exemple la valeur en ENRP du tourteau de soja brésilien comprend également le transport du Brésil jusqu'au port de Montoir. Pour certaines MP, il a été impossible d'obtenir des références d'ENR. Ces produits ont été écartés des formules ou maintenus au même niveau que la formule de base pour éviter les biais de formulation (entrée d'une MP qui aurait une valeur ENR à 0 et permettrait de respecter artificiellement la contrainte ENR). La part de ces MP non renseignées est indiquée dans les tableaux suivants (% non renseigné) et reste stable dans l'étude. L'ENRP est indépendante de la localisation géographique de l'usine de fabrication d'aliment.

L'ENR Transport (ENRT) correspond à l'ENR nécessaire pour transporter une MP de son point de départ à l'usine d'aliment du bétail concernée, dans cette étude, l'usine Alicoop de Pamproux (79). Pour les matières premières dont le site de fabrication / d'arrivée est bien identifié, la distance kilométrique a été utilisée. Dans le cas de matières premières approvisionnées localement auprès d'agriculteurs (cas du blé par exemple), une distance d'approvisionnement moyenne a été établie. L'ENRT est fortement dépendante de la localisation géographique de l'usine.

L'ENR Totale est la somme de l'ENRP et de l'ENRT.

Le logiciel de formulation utilisé est Libra 5 de la société Radar Automation. Dans un premier temps, les formules ont été optimisées sans mettre de contraintes sur les critères ENR.

Pour étudier l'impact économique de l'ENR Totale, il a été décidé de contraindre ce critère selon 4 paliers. Ainsi, une valeur d'ENR Totale maximale a été fixée à 95%, 90%, 85% et 80% de la valeur initiale pour chaque formule.

L'amélioration de l'ENR liée à la fabrication des aliments en usine (amélioration énergétique des process) ne sera pas étudiée dans ce travail. Cette valeur ENRF est indépendante de la formule étudiée. Les données de Tecaliman (1997) présentent la répartition de la consommation en énergie selon les différents postes de fabrication :

- réception, expédition, annexes : 0,115 MJ / kg
- dosage, mélange : 0,025 MJ / kg
- broyage : 0,091 MJ / kg
- granulation : 0,514 MJ / kg

Ainsi, un aliment composé en farine ou en granulé coûte donc respectivement 0,231 MJ / kg et 0,745 MJ/kg d'ENR en plus de l'ENR Totale. Ce critère est défini comme l'ENR Fabrication (ENRF).

### 1-2- SELECTION DES ALIMENTS

5 aliments composés tests ont été sélectionnés pour obtenir un échantillon représentatif des aliments ruminants rencontrés couramment en élevage bovins-lait. La sélection s'est établie sur leur teneur en protéines :

- aliment A (43% de Matières Azotées Totales - MAT)
- aliment B (39% MAT sans incorporation d'urée)
- aliment C (30% MAT)
- aliment D (22% MAT)
- aliment E (18% MAT)

Ces formules ont leurs contraintes propres, d'ordre nutritionnel, commercial (avec ou sans urée,...), technologique (niveau d'incorporation de mélasse,...) ou zootechnique (maximum de céréales,...). Il a été décidé de maintenir ces contraintes pour conserver une application pratique en usine des nouvelles contraintes ENR.

Dans la suite de l'étude, notamment pour l'évaluation des variations de quantités de matières premières utilisées, les volumes d'aliments fabriqués seront considérés comme identiques.

## 2- RESULTATS

La composition (en %) des formules initiales pour les grandes familles de MP est indiquée dans le tableau 1. Il est notable que l'ENRP représente en moyenne 95,6% de l'ENR Totale.

**Tableau 1** : compositions initiales et valeurs ENR initiale des formules d'aliments composés présentés en farine

Aliment	A	B	C	D	E
Céréales			4,0	28,0	46,3
Tourteaux	81,8	94,3	61,3	30,0	24,0
Co-produits de céréales	12,0		29,9	32,6	25,0
Co-produits du sucre	2,0	5,0	3,0	5,0	2,0
Graines oléagineuses			1,2	1,9	
Urée	3,6				
Minéraux	0,6	0,7	0,6	2,5	2,7
ENRP	4,97	4,48	4,73	4,79	3,64
ENRT	0,23	0,23	0,20	0,21	0,16
ENR Totale	5,20	4,71	4,93	5,00	3,80
% non renseigné	0,6	0,7	1,9	4,4	2,7

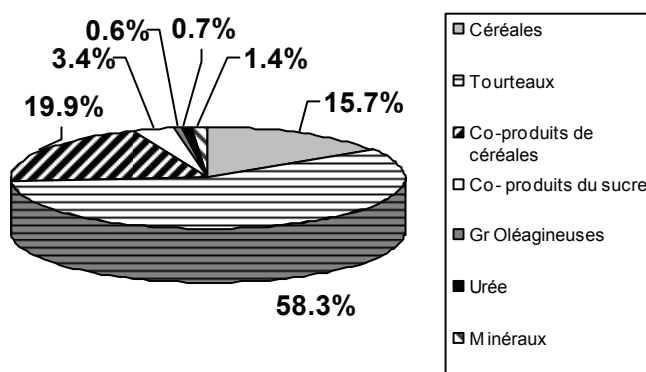
Lorsque l'on tient compte de l'ENRF pour la fabrication d'aliments granulés, la répartition de l'ENR s'établit ainsi (tableau 2) :

**Tableau 2** : Origine de l'ENR dans les aliments granulés

Aliment	A	B	C	D	E
ENRP %	83,6	82,1	83,3	83,4	80,1
ENRT %	3,9	4,2	3,5	3,7	3,5
ENRF %	12,5	13,7	13,1	13,0	16,4

Dans ce cas la part la plus importante de l'ENR provient de la production des matières premières. Le transport vers l'unité de fabrication et la charge liée à la fabrication ne représentent que 16,4 à 19,9% de l'ENR totale (tableau 2). La consommation initiale moyenne en matières premières s'établit comme indiqué dans le graphique 1.

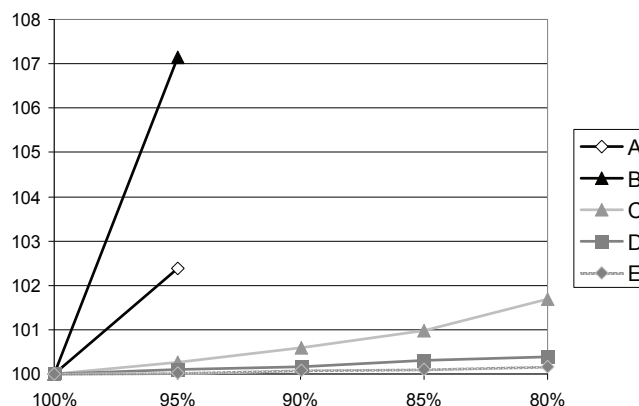
**Graphique 1** : parts relatives des familles de matières premières dans les aliments.



La variété des matières premières utilisées illustre la vocation du métier de fabricant d'aliment du bétail avec l'utilisation d'un panel large de produits : céréales (orge, blé), tourteaux (soja, colza, tournesol, palmiste), co-produits de céréales (son de blé, radicules d'orge, drèches de distilleries), graines oléagineuses (lin), co-produits du sucre (mélasse, vinasse), urée et minéraux (sel, carbonate de calcium, prémélanges d'additifs).

L'évolution des prix pour une contrainte de plus en plus restrictive sur l'ENR Totale est très rapide (graphique 2).

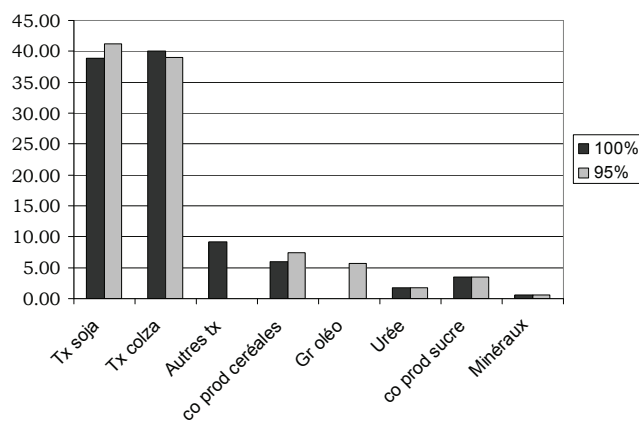
**Graphique 2** : évolution relative du coût des formules par contraintes successives sur l'ENR Totale.



Pour les formules les plus riches en protéine (A et B), le logiciel ne trouve pas de solution quand la contrainte descend en dessous de 95% de la valeur initiale. Un lien se dégage entre le coût de la contrainte en ENR Totale et le niveau de MAT de l'aliment considéré : pour les aliments destinés à apporter principalement des protéines, le surcoût est plus important. Ainsi, pour les aliments A et B, baisser de 5% le niveau d'ENR coûte respectivement 2,4 et 7,2%. Le surcoût très élevé pour la formule B s'explique par la volonté technico-commerciale d'interdire l'urée dans cette formule. A l'inverse, le surcoût lié à la contrainte ENR Totale à 80% se limite à 1,7% (C), 0,4% (D) et 0,2% (E) pour les formules moins riches en protéines. Le lien fort entre coût de la contrainte ENR et niveau de MAT de la formule semble provenir de la difficulté de se passer de certaines MP (tourteau de soja notamment) dans les formules riches en MAT, surtout si l'urée ne peut être employée.

Le graphique 3 illustre la modification des formules A et B par l'application de la contraintes ENR Totale à 95%.

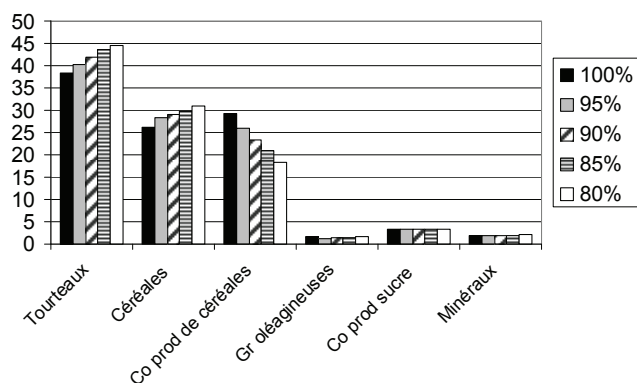
**Graphique 3** : évolution de la moyenne des matières premières pour les formules A et B sous l'effet d'une contrainte ENR Totale à 95%.



Dans ces formules la part de tourteau de soja progresse pour satisfaire plus rapidement la contrainte en MAT et libère de la place à des matières premières pauvres en ENR Totale comme le son de blé. Les autres tourteaux diminuent voire disparaissent au profit des graines oléagineuses qui apparaissent comme un moyen de compléter la contrainte MAT en apportant également de l'énergie.

Le graphique 4 illustre l'évolution de la contribution des matières premières pour les formules C, D et E.

**Graphique 4** : évolution des matières premières pour les formules C, D et E sous l'effet progressif d'une contrainte ENR Totale.



L'évolution globale montre une disparition rapide de certains co-produits de céréales (drèches de distillerie et radicules d'orge) remplacés par des tourteaux (soja et colza), des céréales et du son.

L'impact du critère ENR Totale sur le profil des formules d'aliments composés est immédiat et provoque une simplification notable avec la disparition progressive des matières premières ayant subi des traitements technologiques coûteux en énergie et l'entrée massive des co-produits de meunerie et des matières premières simples. Ainsi, les matières premières déshydratées (drèches de distillerie notamment) sont progressivement exclues au profit du son de blé et des céréales.

### 3- DISCUSSION

L'attente des citoyens vers une agriculture plus respectueuse de l'environnement peut conduire à de nouveaux critères en formulation. La prise en compte factuelle d'un critère d'ENR Totale entre dans ce schéma. Les observations issues de ce travail sont multiples :

1- l'influence de la clé de répartition de l'ENRP pour les coproduits est déterminante dans ce travail. En fonction du critère retenu – allocation énergétique, économique ou massique – l'ENR des matières premières peut être radicalement différente et impacter fortement la formulation dans un sens opposé.

2- la consommation en ENR est principalement issue de la production des matières premières. L'image des ENR est plus traditionnellement focalisée sur les transports de matière et sur les unités de fabrication d'aliment alors que la réalité porte plutôt sur les étapes agricoles et industrielles propres à chaque matière première (déshydratation notamment). Le transport et la fabrication des aliments ne sont qu'une part minoritaire de l'ENR Totale consommée.

3- la faisabilité économique n'est pas réalisable pour tous les aliments. L'impact d'une contrainte en ENR Totale pour les aliments riches en protéines est très rapide. Ces produits sont initialement assez contraints et supportent mal une contrainte supplémentaire.

4- il est possible d'obtenir des aliments composés ayant des valeurs en ENR Totale inférieures aux matières premières simples. Par exemple, le tourteau de soja 46 a une ENR Totale de 6.2 MJ/kg alors que l'aliment A, dont les valeurs nutritionnelles de base sont proches de cette matière première, présente une ENR Totale + ENRF de 5,9 MJ/kg. L'aliment complet peut représenter une amélioration écologique sensible par rapport à la matière première.

5- la prise en compte de l'ENR conduit à des modifications profondes du profil des formules d'aliment avec la disparition des matières premières déshydratées et l'augmentation du tourteau de soja. Ceci pose plusieurs questions d'ordre macro économique. Ainsi, pour certaines matières premières, il devient prépondérant de modifier les procédés d'obtention qui peuvent être gourmands en énergie (déshydratation par des usines fonctionnant au fuel) en les transformant en unités plus économes en énergie. De même, le métier de fabricant d'aliment du bétail repose sur la valorisation de co-produits de l'industrie de l'alimentation humaine, des « carburants verts » ou de l'amidonnerie. La prise en compte de l'ENR Totale peut conduire au désintérêt de certaines matières premières dont la valorisation ne sera plus possible en nutrition animale. De nouveaux débouchés devront être trouvés.

6- pour certains produits, la faisabilité économique est réelle et peut permettre à un fabricant d'aliment du bétail de proposer des solutions nutritionnelles viables, peu différentes économiquement et commercialement différenciées car porteuses d'une plus-value écologique.

### CONCLUSION

La prise en compte de l'ENR en formulation est possible et peu coûteuse pour certains aliments composés. Elle nécessite toutefois de bien cibler les aliments sur lesquels va porter la contrainte. Elle peut permettre également d'améliorer la consommation en ENR par rapport aux matières premières utilisées directement en exploitation. Ceci pose cependant la question du devenir de certaines matières premières gourmandes en énergie.

A l'avenir, il est nécessaire d'approfondir ce travail par la prise en compte plus globale des gaz à effet de serre – voire de critère plus qualitatifs comme la déforestation, l'éthique ou la préservation de l'eau - ce qui permettrait d'aller plus loin dans l'approche écologique de la production agricole.

**Bilan planète 2006**, base de données pour l'analyse énergétique de l'exploitation agricole, fichier Microsoft Excel. Ed Solagro.

**Bochu, JL 2007**, Synthèse 2006 des bilans planètes, compte rendu d'étude réalisée par Solagro pour le compte de l'Ademe, 30 pages, p17 à 19.

**TECALIMAN Bulletin spécial n° 27**, 1997 – La maîtrise de l'énergie en alimentation animale. 76 pages, p20 à 28.