

FEEDSIM AVENIR

Association pour la promotion de la recherche
et de l'analyse économique sur l'agriculture
et l'agro-industrie du Grand Ouest

Approche territoriale de la durabilité de l'approvisionnement en matières premières de la Nutrition Animale dans le Grand- ouest, et en particulier en Bretagne : Etat des lieux et simulations

Décembre 2016

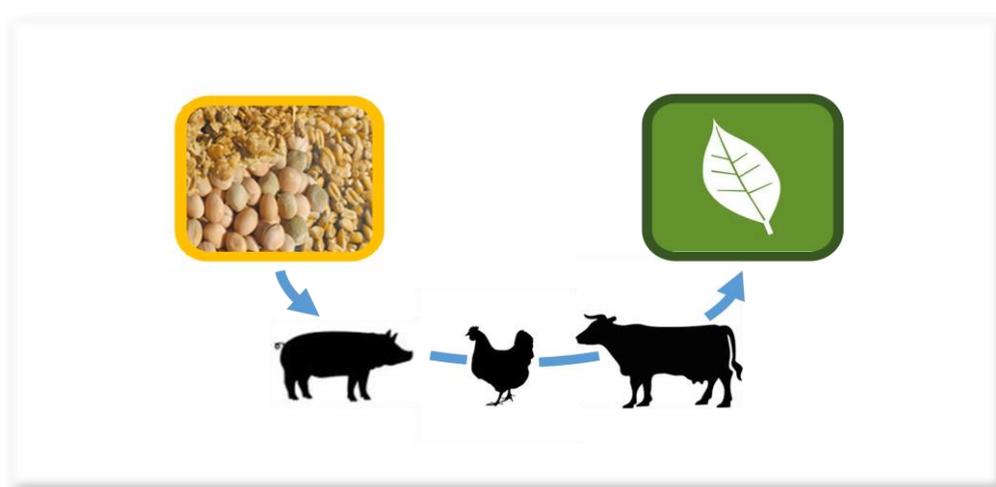
Laurent Morin (Feedsim Avenir),

Yves Dronne (Associé Feedsim Avenir)



Livrable complémentaire au projet :

ECOALIM : AMELIORER LES BILANS ENVIRONNEMENTAUX DES ELEVAGES EN OPTIMISANT LEURS RESSOURCES ALIMENTAIRES



Coordinateur : *Sandrine Espagnol - IFIP*

Partenaires : *Didier Gaudré, IFIP ; Léonie Dusart, ITAVI ; Paul Ponchant, ITAVI ; Aurélie Tailleur, Arvalis ; Sylvie Dauquet, Terres Inovia ; Florence Garcia-Launay, INRA UMR PEGASE ; Bertrand Méda, INRA URA ; Christian Bockstaller, INRA LAE ; Aurélie Wilfart, INRA UMR SAS ; Armelle Gac, Institut de l'Élevage ; Laurent Morin, Feedsim Avenir*

N° de contrat ADEME : 1260C0061

N° convention CASDAR : 12AAP1291

Date d'exécution : 2013-2016



SOMMAIRE

Contenu

INTRODUCTION.....	4
I Les impacts des matières premières utilisées en nutrition animale en Bretagne	6
1.1. Le modèle utilisé et le baromètre mensuel	6
1.2. Données de cadrage sur les aliments composés et les matières premières utilisées	8
1.3. Données de cadrage territorial sur les indicateurs de développement durable	12
1.3.1. Données globales	13
1.3.2. Détails par espèces.....	20
1.4. Conclusions.....	25
II Scénarios de réduction des indicateurs de durabilité à l'échelle de la Bretagne (Base Juin 2012) ...	26
2.1. Méthodologie	26
2.2. Réduction des principaux indicateurs un à un	26
2.2.1. Réduction des GES.....	26
2.2.2. Réduction des GESLUC	30
2.2.3. Réduction de LANDOC.....	35
2.2.4. Réduction de TECOT	40
2.2.5. Réduction de CUMULEN.....	45
2.2.6. Réduction de EUTRO	48
2.2.7. Réduction de ACID.....	53
2.3. Les couts marginaux de réduction un à un des divers indicateurs	57
2.3.1. GES et GESLUC.....	57
2.3.2. TECOT, LANDOC, CUMULEN	59
2.4. Conclusions.....	60

III Approche territoriale multicritère (Base Juin 2012).....	61
3.1. Méthodologie	61
3.2. Résultats de simulation par catégorie d'aliments composés.....	61
3.3. Résultats des simulations par indicateur de développement durable et utilisations de matières premières	65
3.3.1. Ensemble des aliments composés.....	66
3.3.2. Aliments composés pour porcs	68
3.3.3. Aliments composés pour volailles de chair	70
3.3.4. Aliments composés pour volailles de ponte	72
3.3.5. Aliments composés pour bovins	74
3.5. Conclusions.....	76
CONCLUSION GENERALE.....	76
ANNEXE : Caractéristiques des diverses matières premières issues de la base ECOALIM	80

Introduction

Ce document présente les résultats des travaux menés par l'Association FEEDSIM AVENIR dans le cadre du projet ECOALIM. Une grande partie de ces résultats ont été présentés synthétiquement lors de la réunion du COPIL du 19 janvier 2016 puis à celle de novembre 2016.

Une première partie de ce rapport est consacrée à la présentation des impacts des matières premières (matières premières) utilisées en Nutrition Animale industrielle dans le Grand Ouest en terme d'indicateurs du Développement Durable, avec un premier paragraphe sur le modèle utilisé, un second sur l'état des lieux en terme de production d'aliments composés au cours des années 2011 à 2014, et enfin une dernière partie sur les données de cadrage au niveau de la Bretagne et du Grand Ouest (Grand-ouest : Bretagne, Pays de la Loire et Basse-Normandie) en ce qui concerne les valeurs moyennes et la variabilité des différents indicateurs du développement durable (en quantité globale et par tonne d'aliments composés) calculées à l'aide du modèle FEEDSIM.

Une seconde partie présente la méthodologie utilisée pour mesurer à l'aide du modèle les réductions possibles de chacun des indicateurs du développement durable ainsi que les implications théoriques de ces réductions unitaires en terme de coût matière des divers aliments composés et de substitutions entre matières premières. Cette partie présente également certains résultats en terme de coûts marginaux de ces diverses réductions.

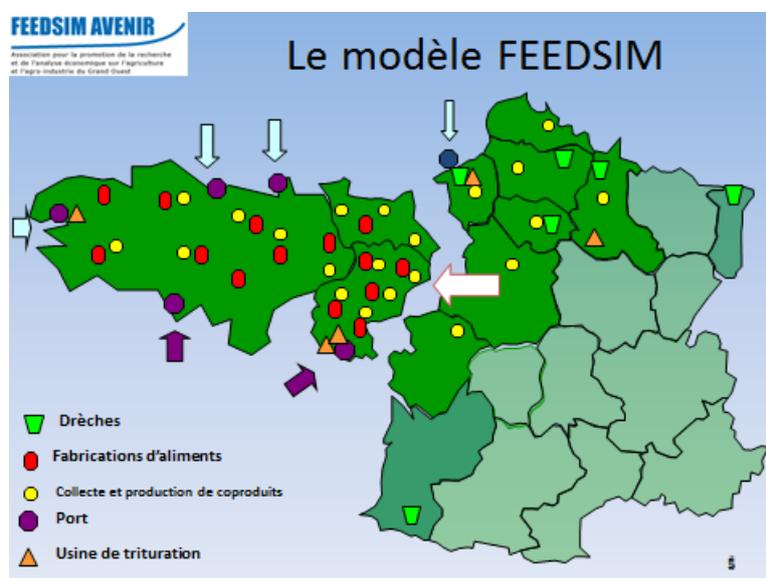
Une troisième partie s'intéresse à l'approche multiobjectif appliquée au niveau territorial selon la méthodologie et les paramètres de pondération définis par le groupe « Formulation » d'ECOALIM. Les différents résultats sont présentés ainsi qu'une procédure pour déterminer le coefficient de pondération entre la composante « prix » et la composante « environnement ».

Dans la conclusion sont repris les principaux enseignements tirés du travail de FEEDSIM AVENIR.

I Les impacts des matières premières utilisées en nutrition animale en Bretagne

1.1. Le modèle utilisé et le baromètre mensuel

Le modèle utilisé pour calculer les données de cadrage à l'échelle de la Bretagne et du Grand-ouest est un modèle logistico-nutritionnel basé sur la programmation linéaire qui permet de calculer les flux optimaux des diverses matières premières utilisées en Nutrition Animale entre a) des zones de disponibilités situées principalement dans le Grand-ouest mais aussi dans quelques régions limitrophes ou traditionnelles en terme d'origine pour certaines matières premières (bassins de collecte, usines de trituration, d'amidonnerie, d'éthanolerie, etc., des ports maritimes régionaux) et b) des zones de demande de matières premières qui sont constituées a) principalement des usines de production d'aliments composés industriels (FAB), b) des zones d'achat de tourteaux et autres matières premières protéiques pour la « fabrication à la ferme » (FAF) qui comprend à la fois une part de l'alimentation des porcins et une part de l'alimentation des bovins, c) les usines de production de coproduits utilisées en aliments composés (graines oléagineuses pour la trituration régionale, blé et maïs pour l'amidonnerie et l'éthanolerie, blé pour la meunerie). Toutes les matières premières peuvent être a priori transportées à l'intérieur de la France par route ou fer (sous réserve d'existence d'embranchement ferroviaire).



En ce qui concerne les usines représentatives des productions régionales d'aliments composés, les tonnages fabriqués de chaque type d'aliments composés sont fixés de façon exogène à partir des statistiques disponibles au niveau de NUTRINOE ou des syndicats nationaux (Coop de France Nutrition Animale et SNIA) ainsi que les contraintes nutritionnelles de chaque type d'aliments composés et les contraintes minimum et maximum d'incorporation de certaines matières premières ou certains groupes de matières premières.

Les différents flux routiers et ferroviaires entre toutes les zones de disponibilité et toutes les zones de demande sont calculés pour chaque matière première dans le programme écrit en GAMS par le solveur CPLEX par minimisation sous contraintes d'une fonction objectif. De façon générale cette fonction objectif correspond au coût global d'approvisionnement du Grand-ouest (somme des multiplications de chaque flux multiplié par le prix départ de chaque matière première depuis chaque zone augmenté du coût de transport fer ou route entre l'origine et la destination).

FEEDSIM AVENIR
Association pour la promotion de la recherche et de l'analyse économique sur l'agriculture et l'agro-industrie du Grand-Ouest

Caractéristiques du modèle (1)

Formulation multi espèces/multi régions sous contraintes de disponibilités de matières premières

✓ **Chiffres :**

- 53 Matières premières, 52 Formules d'aliments, 60 contraintes nutritionnelles, 14 bassins de collecte, 10 usines de coproduits (tourteaux, drèches), 14 zones de meunerie, 6 ports d'approvisionnement, 10 régions hors Grand-Ouest de fourniture de MP, jusqu'à 50 usines représentatives FAB, 15 FAF.

✓ **Variables de sortie du modèle :**

Variables primaires calculées par le solveur :

- ↳ flux routiers et ferroviaires
- ↳ Consommation de chaque MP pour chaque usine et chaque formule

Exemples de Variables secondaires calculées :

- ↳ Coût matière de chaque type d'aliment composé pour chaque usine
- ↳ Emissions des matières premières pour chaque formule
- ↳ Consommation totale de chaque matière première par région
- ↳ etc.

6

La formulation avec pour fonction le coût global d'approvisionnement est en particulier celle retenue dans le cadre du Baromètre mensuel élaboré par FEEDSIM depuis 8 ans. D'autres fonctions sont disponibles pour des analyses spécifiques (fonction multiobjectifs, fonction indicateur(s) environnemental).

FEEDSIM AVENIR
Association pour la promotion de la recherche et de l'analyse économique sur l'agriculture et l'agro-industrie du Grand-Ouest

Caractéristiques du modèle (2)

- Optimisation de l'approvisionnement en MP de l'ensemble du Grand Ouest (GO) sur le cout total des MP et du transport
- Possibilité d'utilisation de diverses fonctions objectifs (cout, indicateurs, multi objectif)
- Possibilité d'utilisation des données des bases FEEDPRINT ou ECOALIM
- 13 indicateurs pris en compte :
 - GES, GESLUC, GESCNL
 - EUTRO, EUTRODCU, EUTROMER, EUTROTET
 - ACID, ACIDCNL
 - ENTOT, CUMULEN (énergie non renouvelable)
 - TSCOT (Phosphore)
 - LANDOC (occupation du sol)
- Automatisation des calculs itératifs de simulation et développement des programmes de lecture, de calcul, de gestion des données et d'écriture des résultats dans des fichiers Excel

7

A partir des différents flux, de nombreux autres résultats synthétiques sont également calculés en routine par le modèle. Il s'agit notamment pour chaque type d'aliments composés dans chaque usine représentative, du coût matière, de la composition nutritionnelle (teneur en protéines, acides aminés digestibles, énergie, etc..) et de la composition en matières premières (taux d'incorporation de chaque produit). Toutes les valeurs duales des diverses contraintes (nutritionnelles et disponibilités en particulier) sont également calculées.

De façon plus agrégée à partir des chiffres précédents sont calculés notamment les consommations de chaque matière première par usine représentative et par région, les tonnages de matières premières provenant de chaque origine (en particulier usine et port) et le mode de transport, etc.

1.2. Données de cadrage sur les aliments composés et les matières premières utilisées

L'analyse effectuée par FEEDSIM prend en compte les tonnages de tous les aliments composés (hors poissons et chiens et chats) fabriqués dans les usines. Il s'agit pour l'essentiel d'aliments complets pour porcins et volailles mais aussi d'aliments complémentaires pour porcs (achetés par les éleveurs pour compléter leurs céréales autoconsommées) et d'aliments complémentaires pour bovins répartis entre aliments de type VL18 et aliments de type VL40.

Au cours des années 2011 à 2014, les tonnages d'aliments composés de la Bretagne ont évolué de la façon suivante

<i>Milliers de tonnes</i>	TOTAL	PORCIN	VOL CHAIR	VOL PONTE	BOVINS	AUTRES
2011	8401,4	4093,3	2144,1	1019,2	1060,0	84,7
2012	8321,7	4026,3	2077,3	1035,1	1106,2	76,9
2013	8110,8	3881,4	1907,5	1093,9	1156,4	71,7
2014	7918,2	3743,3	1828,6	1112,4	1173,5	60,5
moy annuelle	8188,0	3936,1	1989,4	1065,2	1124,0	73,5
moyenne mens	682,3	328,0	165,8	88,8	93,7	6,1
écart type	32,1	18,6	14,0	5,1	12,9	0,9
coefficient var	4,70%	5,66%	8,45%	5,71%	13,76%	15,40%

En résumé :

FEEDSIM AVENIR
Association pour la promotion de la recherche
et de l'analyse économique sur l'agriculture
et l'agro-industrie du Grand-Ouest

La Nutrition animale en Bretagne – 2011 - 2014

- 8,2 Mt d'aliments produits en moyenne par an
 - 48% Porcins
 - 24 % Volailles de chair
 - 13 % Volailles de ponte
 - 14 % Bovins
- 67 % des FAB du Grand-Ouest

5

La variabilité mensuelle (due notamment aux facteurs saisonniers et éventuellement aux variations de nombre de jours ouvrables de chaque mois) des productions d'aliments composés est un élément notable à prendre en compte par la suite dans la mesure où elle est particulièrement importante pour les aliments bovins. Celle-ci se caractérise à la fois par des variations de tonnage total mais aussi fortement par des fortes variations saisonnières de la répartition entre aliments de type VL18 et VL40, ce qui a naturellement des conséquences fortes sur les consommations des diverses matières premières (et en particulier la répartition entre céréales et tourteaux)

FEEDSIM AVENIR
Association pour la promotion de la recherche
et de l'analyse économique sur l'agriculture
et l'agro-industrie du Grand-Ouest

La Nutrition animale en Bretagne – 2011 - 2014

Variabilité mensuelle des tonnages des FAB : 4,7 %

- Porcins : 5,7 %
- Volailles de chair : 8,5 %
- Volailles de ponte : 5,8 %
- Bovins : 13,9 %

10

Dans la mesure où il n'existe aucune statistique « officielle » sur les utilisations annuelles de matières premières réparties par grands groupes d'aliments composés, nous avons utilisé les résultats sur les 48 mois du Baromètre FEEDSIM, dont les résultats ont été validés à la fois statistiquement sur 2011 et 2014 (dernières années d'enquête du SCEES du Ministère de l'Agriculture) et de façon régulière dans le cadre de la Commission Formulation de FEEDSIM par les membres experts de l'Association.

La catégorie « Autre » relativement importante comprend en particulier les minéraux et, pour des tonnages plus faible, l'urée et les acides aminés.

FEEDSIM AVENIR		Estimation FEEDSIM des consommations de matières premières en Bretagne (1000 t) – Moy 2011-2014				
BRETAGNE	TOTAL	PORCIN	VOL CHAIR	VOL PONTE	BOVINS	
Blé + triticale	2869	1596	849	374	49	
Mais	1245	450	407	299	86	
Orge	512	482	8	6	10	
TT soja	1173	239	474	179	281	
TT colza	564	359	3	1	201	
Tt tournesol	390	192	5	9	178	
wheatfeed	241	132	1	1	121	
Son + remoulage	188	111	4	6	50	
drèches	182	36	63	49	33	
Pois	91	91	0	0	0	
Gr oléagineuses	73	0	45	27	0	
Huiles	105	35	62	2	5	
Autres	535	213	68	111	108 ¹¹	

Répartition par catégorie d'aliments composés des diverses matières premières

BRETAGNE	PORCIN	VOL CHAIR	VOL PONTE	BOVINS
Blé + triticale	56%	30%	13%	2%
Mais	36%	33%	24%	7%
Orge	94%	2%	1%	2%
TT soja	20%	40%	15%	24%
TT colza	64%	1%	0%	36%
Tt tournesol	49%	1%	2%	46%
wheatfeed	55%	0%	0%	50%
Son + remoulage	59%	2%	3%	27%
drèches	20%	35%	27%	18%
Pois	100%	0%	0%	0%
Gr oléagineuses	0%	62%	37%	0%
Huiles	33%	59%	2%	5%
Autres	40%	13%	21%	20%

Les aliments composés porcins qui représentent environ 48% du tonnage total utilisent des parts plus élevées de pois, d'orge, de tourteau de colza, de son et remoulage, de blé et de wheatfeed. Les volailles de chair avec 24% du tonnage total utilisent 62% des graines oléagineuses, 59% des huiles et 40% du tourteau de soja, les volailles de ponte (13% du tonnage) utilisant des parts plus élevées de graines oléagineuses, de drèches et de maïs. Enfin les bovins (14% du tonnage) utilisent des parts importantes de wheatfeed ainsi que de tourteaux de tournesol et de colza.

En ce qui concerne le tourteau de soja, les volailles en utilisent 55% à elles seules et le porc seulement 20%.

Au-delà des tonnages consommés des diverses matières premières ou groupes de matières premières, il est intéressant de souligner certaines différences entre catégories d'aliments composés en terme de taux d'incorporation.

En aliments porcins, les incorporations de céréales (surtout blé et triticales) atteignent un total de 64% (comme pour les volailles de chair et de ponte) contre seulement 13% en aliments bovins (en raison de la part importante de VL40). Pour l'ensemble des tourteaux la situation est toute différente. Alors que les porcins ont un taux d'incorporation global de seulement 20% (dont moins du tiers de soja), les volailles de chair en incorporent 24% et les volailles de ponte 18%. Le taux pour les bovins atteint 59% (dont près de la moitié de soja). L'incorporation de pois n'est significative qu'en porc et celle de graines oléagineuses et d'huiles ne l'est qu'en volailles.

BRETAGNE		TOTAL	PORCIN	VOL CHAIR	VOL PONTE	BOVINS
Blé + triticales	35,0%	40,5%	42,7%	35,1%	4,4%	
Mais	15,2%	11,4%	20,5%	28,1%	7,7%	
Orge	6,2%	12,3%	0,4%	0,5%	0,9%	
TT soja	14,3%	6,1%	23,8%	16,8%	25,0%	
TT colza	6,9%	9,1%	0,2%	0,1%	17,9%	
Tt tournesol	4,8%	4,9%	0,3%	0,9%	15,9%	
wheatfeed	3,2%	3,4%	0,0%	0,1%	10,8%	
Son + remoulage	2,3%	2,8%	0,2%	0,6%	4,4%	
drèches	2,2%	0,9%	3,2%	4,6%	3,0%	
Pois	1,1%	2,3%	0,0%	0,0%	0,0%	
Gr oléagineuses	0,9%	0,0%	2,3%	2,5%	0,0%	
Huiles	1,3%	0,9%	3,1%	0,2%	0,4%	
Autres	6,5%	5,4%	3,4%	10,4%	9,6% ¹²	

1.3. Données de cadrage territorial sur les indicateurs de développement durable

Les 13 indicateurs du développement durable figurant dans la base ECOALIM sont les suivants et correspondent aux notations retenues dans le modèle FEEDSIM

GES : GES sans changement d'utilisation des terres (kg CO2 eq)

GESLUC : Emission de GES (kg CO2 eq)

GESCML : Réchauffement climatique (kg CO2 eq) (méthode CML)

ENTOT : Consommation d'énergie totale (MJ)

CUMULEN : Consommation d'énergie non renouvelable (MJ)

TECOT : Consommation de phosphore (kg P)

LANDOC : Utilisation des terres (m²a)

ACID : Acidification (molc H+ eq)

ACIDCML : Acidification (kg SO2 eq) (méthode CML)

EUTRO : Eutrophication (kg PO43- eq)

EUTROTER : Eutrophisation terrestre (molc N eq) (méthode ILCD)

EUTRODOU : Eutrophisation eau douce (kg P eq) (méthode ILCD)

EUTROMER : Eutrophisation marine (kg N eq) (méthode ILCD)

Les 7 premiers indicateurs ont une portée globale alors que les 6 derniers ont une portée locale.

1.3.1. Données globales

1.3.1.1. Moyenne annuelle des indicateurs de développement durable

Le tableau suivant indique les valeurs globales des différents indicateurs en moyenne annuelle correspondant au Grand-ouest, à la Bretagne et aux Pays de la Loire, les valeurs pour la Basse-Normandie qui produit très peu d'aliments composés étant très faible.

	Gd ouest	Bretagne	Pays de la Loire
GES sans changement sol (Tonne eqCO2)	6345728	4211673	1905745
GES avec changement sol (Tonne eqCO2)	8200087	5390804	2502849
GES CML (Tonne eqCO2)	8200017	5390758	2502828
Acidification (1000 molc H+)	121919	82040	35875
Acidification CML (Tonne SO2eq)	75417	50580	22324
Eutrophisation (Tonne eqPO4 3-)	47164	31716	13825
Occupation des sols (1000 m2=0,1 ha)	17322255	11673921	5037958
Conso phosphore (Tonne Phosphore)	82569	55347	24889 ¹⁴

En ce qui concerne les principaux indicateurs, les émissions de CO² des matières premières utilisées dans les aliments composés du Grand-ouest (y compris la part imputable au transport routier et ferroviaire sur le sol français, mais non compris celle liée au processus de fabrication des aliments composés) représentent 8.2 Millions de tonnes (Mt) avec changement d'affectation des sols (GESLUC et GES CML) et 6.35 sans changement des sols (soit 23% de moins imputable surtout aux facteurs d'émissions du tourteau de soja). La Bretagne représente à elle seule 66% du total.

Pour l'occupation des sols on a un chiffre pour le Grand-ouest de 1.73 millions d'hectares (Mha) dont 1.17 pour la Bretagne (68%), enfin pour la consommation de phosphore on est à 82.6 milliers de tonnes pour le Grand-ouest dont 55.3 en Bretagne (67%)

FEEDSIM AVENIR
Association pour la promotion de la recherche et de l'analyse économique sur l'agriculture et l'agro-industrie du Grand-Ouest

Indicateurs de durabilité de l'approvisionnement en matières premières des entreprises du Grand-Ouest de nutrition animale (hors process FAB) – Moyenne annuelle 2011 - 2014

	Gd ouest	Bretagne	Pays de la Loire
Eutrophisation terrestre (1000 molc Neq)	485052	327784	141536
Eutrophisation eau douce (Tonne Peq)	2446	1611	745
Eutrophisation marine (Tonne Neq)	67786	45730	19719
Utilisation d'énergie non renouvelable (1000 MJ)	69215478	45565311	20923312
Energie totale (1000 MJ)	90335172	57521536	29070666

Une part de la Bretagne comprise entre 64 (Entot) et 68 %₁₅ (Euroter)

Pour l'énergie, la consommation dans le Grand-ouest est au total de 90.3 milliards de Joules (MMJ) dont 69.2 MMJ (77%) sous forme d'énergie non renouvelable. La part de la Bretagne est de 64% pour l'énergie totale et de 66% pour l'énergie non renouvelable.

1.3.1.2. Part du transport

Le transport intérieur français par route et fer intervient dans le niveau des différents indicateurs de développement durable, mais toujours de façon modeste. Il est le plus important pour l'énergie non renouvelable avec 6.5 à 6.6% du total des consommations de MJ en raison du poids significatif du carburant pour les camions. Pour la même raison liée au carburant « pétrole », il intervient pour 3.4% dans les GES avec changement d'usage du sol et pour 4.4% sans changement d'affectation du sol. Pour tous les autres indicateurs le pourcentage est extrêmement faible (maximum de 1.6% pour l'acidification).

On n'observe pas de différence notable dans les pourcentages entre les diverses régions

FEEDSIM AVENIR
Association pour la promotion de la recherche et de l'analyse économique sur l'agriculture et l'agro-industrie du Grand-Ouest

Part du transport intérieur France (fer et route) dans les indicateurs totaux de durabilité de l'approvisionnement en MP (MP+Transport)

	BRETAGNE	PAYS DE LA LOIRE	GRAND-OUEST
GES sans changement sol	4,4%	4,4%	4,4%
GES avec changement sol	3,4%	3,4%	3,4%
Acidification	1,5%	1,6%	1,6%
Eutrophisation	0,6%	0,6%	0,6%
Utilisation d'énergie non renouvelable	6,5%	6,5%	6,6%
Occupation des sols (m2/tonne MB)	0,1%	0,1%	0,1%
Conso phosphore	0,0%	0,0%	0,0%

Part significative pour énergie non renouvelable et GES sans changement sol ₁₅

1.3.1.3. Variabilité interannuelle des indicateurs de développement durable

Pour analyser les variations des différents indicateurs en fonction de la période (année, mois) ou selon la catégorie d'aliments composés, il convient de rapporter chaque indicateur au tonnage d'aliments composés concerné.

Pour la Bretagne les émissions de GES ont été en moyenne de 514,4 kg eq CO₂/tonne sans prise en compte du changement d'affectation des sols (mini 510 en 2011 et maxi 516 en 2013) et de 658,3 kg eq CO₂/tonne avec prise en compte de ce facteur (pour GESLUC et GES CML mini de 647 en 2014 et maxi de 665 en 2011). Les différences entre les niveaux et les extrêmes de valeurs de GES et GESLUC s'expliquent, comme pour les autres indicateurs, par la composition en matières premières des aliments. Cela s'explique principalement par la proportion de coproduits céréaliers, de protéagineux et de l'équilibre entre les différentes céréales (blé/maïs/orge). Dans le cas des GESLUC, la proportion de tourteau de soja dans les formules au cours de chaque année (et donc par la compétitivité prix de ce produit au cours de la période notamment par rapport aux tourteaux de colza et tournesol et par rapport à certains coproduits comme les drèches), est un facteur explicatif majeur compte tenu des émissions de GESLUC attribuées à ce produit.

Pour l'occupation des sols, la moyenne est de 1426,1 m²/t, soit 0,143 ha/t (avec un minimum de 0.140 ha/t en 2012 et un maximum de 0.146 en 2014). Ces variations peuvent s'expliquer par des modifications de la part des céréales (en particulier du blé et du maïs) qui ont un coefficient d'occupation du sol nettement plus faible que les protéagineux ou les tourteaux.

La consommation de Phosphore pour sa part, varie entre 6.5 et 7.1 kg P/t avec une moyenne de 6,8. La part des minéraux dans le tonnage total des aliments composés et donc le poids des aliments bovins et volailles de ponte peut expliquer ces variations.

FEEDSIM AVENIR		Indicateurs de Durabilité de l'approvisionnement en matières premières des entreprises bretonnes de nutrition animale (hors process FAB)			
/ Tonne AC	2011	2012	2013	2014	
GES sans changement sol (kg eqCO ₂ /tonne d'AC)	510,1	515,7	516,2	515,7	
GES avec changement sol	665,4	658,8	661,8	647,0	
GES CML (kg eqCO ₂ /tonne d'AC)	665,4	658,8	661,8	647,0	
Acidification (molc H ⁺ /tonne d'AC)	9,9	10,1	10,0	10,1	
Acidification CML (kg SO ₂ eq/tonne d'AC)	6,1	6,2	6,2	6,2	
Occupation des sols (m ² /tonne d'AC)	1411,9	1398,9	1436,4	1457,7	
Conso phosphore (kg P/tonne d'AC)	7,1	6,6	6,8	6,5 ¹	

Pour tous les indicateurs liés à l'eutrophisation on observe une grande stabilité.

En ce qui concerne l'énergie il faut en moyenne 5566,4 MJ d'énergie non renouvelable par tonne d'aliments.

FEEDSIM AVENIR
Association pour la promotion de la recherche et de l'analyse économique sur l'élevage et l'agro-industrie du Grand Ouest

Indicateurs de durabilité de l'approvisionnement en matières premières des entreprises bretonnes de nutrition animale (hors process)

/ Tonne AC	2011	2012	2013	2014
Eutrophisation (kg eqPO4 3-/tonne d'AC)	3,88	3,85	3,88	3,88
Eutrophisation terrestre (molc Neq/tonne d'AC)	39,4	40,4	40,0	40,3
Eutrophisation eau douce (kg Peq/tonne d'AC)	0,2	0,2	0,2	0,2
Eutrophisation marine (kg Neq/tonne d'AC)	5,6	5,5	5,6	5,6
Energie totale (MJ/tonne d'AC)	7177,8	7051,0	7076,9	6782,6
Energie non renouvelable (MJ/tonne d'AC)	5483,6	5625,3	5579,0	5573,1

21

1.3.1.4. Variabilité inter mensuelle des indicateurs de développement durable

On constate qu'au niveau annuel les variations des valeurs des différents indicateurs rapportés à la tonne d'aliments composés sont faibles. Au niveau mensuel, on peut calculer les coefficients de variation de ceux-ci

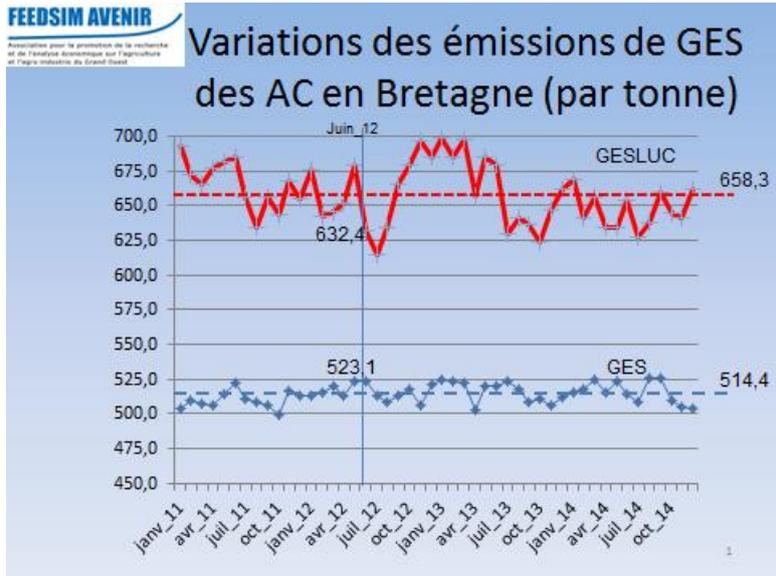
FEEDSIM AVENIR
Association pour la promotion de la recherche et de l'analyse économique sur l'élevage et l'agro-industrie du Grand Ouest

Coefficients de variation (CV) mensuelle des Indicateurs de durabilité de l'approvisionnement en matières premières des entreprises bretonnes de nutrition animale (hors process FAB) – sur 48 mois 2011 - 2014

GES sans changement sol (kg eqCO2/tonne AC)	1,4 %	GES avec changement sol	3,3 %
GES CML (kg eqCO2/tonne)	3,3 %	Eutrophisation terrestre (molc Neq/tonne)	2,3 %
Eutrophisation (kg eqPO4 3-/tonne MB)	2,0 %	Eutrophisation eau douce (kg Peq/tonne)	4,9 %
Conso phosphore (kg P/tonne MB)	5,4 %	Eutrophisation marine (kg Neq/tonne)	2,8 %
Acidification (molc H+/tonne MB)	2,1 %	Acidification CML (kg SO2eq/tonne)	1,9 %
Occupation des sols (m2/tonne MB)	3,9 %		
Utilisation d'énergie non renouvelable (MJ/tonne MB)	3,8 %	Energie totale (MJ/tonne)	5,9 %

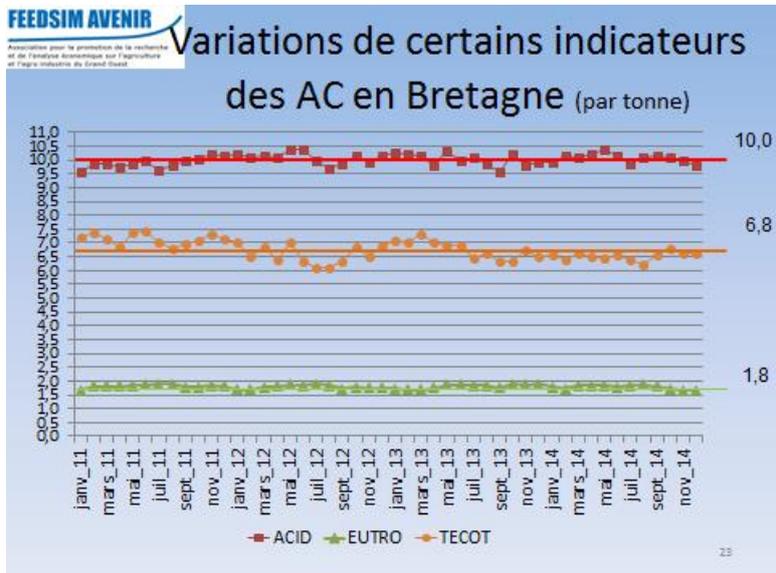
22

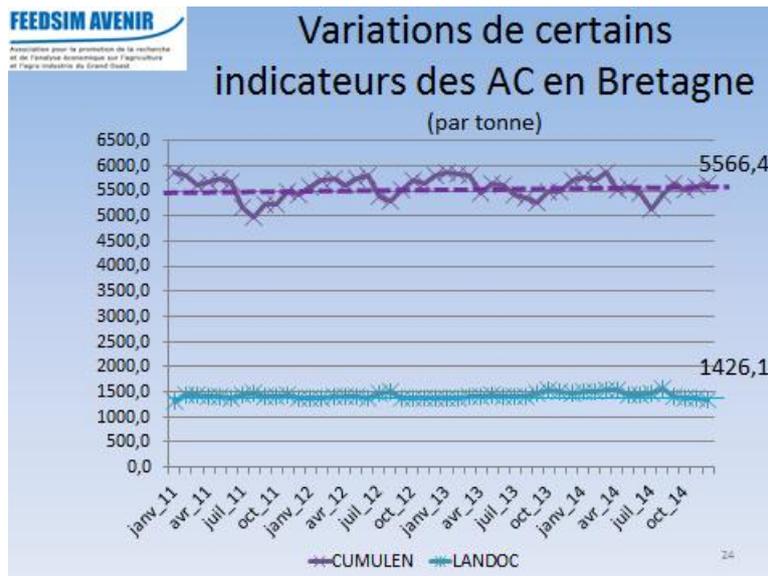
La valeur la plus élevée (5.9%) est observée pour l'énergie totale suivie du Phosphore (5.4%). Ces variations s'expliquent sans doute par les variations saisonnières de la part de certains aliments composés (VL40 par exemple au sein de la catégorie bovins) et les modifications des incorporations globales des diverses matières premières en fonction des prix.



En ce qui concerne les GES le coefficient de variation est sensiblement plus élevé (3.3% pour GESLUC et GESCML) quand on prend en compte l'affectation des sols que pour GES (1.4% sans prise en compte). Cela s'explique comme indiqué précédemment par la forte sensibilité de l'indicateur GESLUC aux variations d'incorporation du tourteau de soja.

Cela s'explique aussi par la variabilité des incorporations de coproduits céréaliers et des diverses céréales.





1.3.1.5. Variabilité des indicateurs de développement durable et incorporations des matières premières

Toutes les matières premières incorporées dans les aliments composés ont une certaine contribution à la valeur globale de chaque indicateur par tonne d'aliment qui dépend à la fois a) du pourcentage d'incorporation et b) de la valeur unitaire de l'indicateur pour la matière première considérée. Ainsi certains produits comme les acides aminés industriels sont incorporés à des pourcentages très faibles mais ont des valeurs unitaires d'indicateurs généralement très élevées (sauf pour LANDOC naturellement).

Le blé (et triticale) qui a le plus fort pourcentage d'incorporation dans l'ensemble des aliments composés de la Bretagne (35.0%) est aussi le premier contributeur en GES (31%), en ACID (37%), en EUTRO (36%) et en LANDOC (35%). Sa contribution est nettement plus faible que son taux d'incorporation en GESLUC (24%), en CUMULEN (19%) et en TECOT (20%).

Le maïs présente le second taux d'incorporation (15.2%) et a des contributions qui sont toujours inférieures à ce chiffre sauf pour l'acidification (ACID : 20.7%) où il est le second contributeur après le blé.

Part des diverses matières premières dans la durabilité en Bretagne (%) – Moy 2011-2014

BRETAGNE	Tonnage	GES	GESLUC	ACID	EUTRO
Blé + triticale	35,0%	31,2%	24,2%	36,9%	36,2%
Maïs	15,2%	14,3%	11,1%	20,7%	14,4%
Orge	6,2%	5,0%	3,8%	6,0%	6,0%
TT soja	14,3%	18,8%	31,5%	12,7%	17,1%
TT colza	6,9%	5,8%	4,5%	5,9%	5,3%
Tt tournesol	4,8%	3,4%	3,6%	2,7%	5,9%
wheatfeed	3,2%	3,7%	2,8%	2,6%	2,1%
Son + remoulage	2,3%	0,4%	0,3%	0,5%	0,4%
drèches	2,2%	3,0%	2,3%	2,0%	2,0%
Pois	1,1%	0,4%	0,4%	0,3%	1,1%
Gr oléagineuses	0,9%	1,1%	1,2%	0,9%	1,8%
Huiles	1,3%	4,0%	5,2%	4,1%	4,0%
Autres	6,5%	9,0%	9,1%	4,8%	3,6% ²⁵

Avec 14.8%, le tourteau de soja a le troisième taux d'incorporation. Il a une contribution supérieure à ce chiffre pour tous les indicateurs à l'exception de l'acidification (ACID 12.7%).

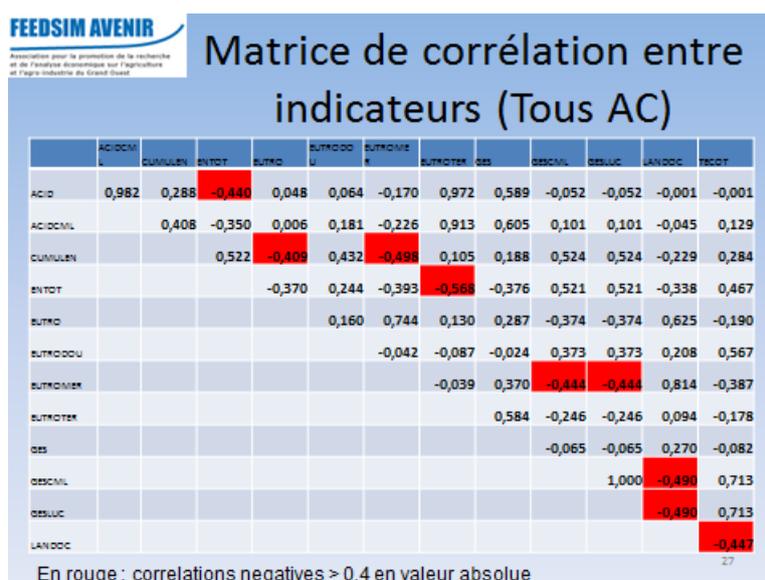
Globalement ces trois matières premières qui ont un taux d'incorporation total de 64.5% ont une contribution majeure pour presque tous les indicateurs : 66.8% pour GESLUC, 64.3% pour GES, 70.3% pour ACID, 67.7% pour EUTRO et seulement 56.5% pour CUMULEN, 57.1% pour TECOT et 63.3% pour LANDOC.

Part des diverses matières premières dans la durabilité en Bretagne (%) – Moy 2011-2014

BRETAGNE	TOTAL	CUMULEN	LANDOC	TECOT
Blé + triticale	35,0%	19,3%	34,6%	20,3%
Maïs	15,2%	13,1%	13,1%	7,9%
Orge	6,2%	3,3%	6,5%	3,8%
TT soja	14,3%	24,1%	15,6%	28,9%
TT colza	6,9%	4,1%	5,9%	3,0%
Tt tournesol	4,8%	3,3%	8,9%	2,0%
wheatfeed	3,2%	4,6%	1,9%	1,2%
Son + remoulage	2,3%	0,3%	0,4%	0,3%
drèches	2,2%	3,9%	1,3%	1,0%
Pois	1,1%	0,5%	1,8%	0,5%
Gr oléagineuses	0,9%	1,0%	2,4%	1,3%
Huiles	1,3%	3,1%	4,2%	2,7%
Autres	6,5%	19,4%	3,3%	27,2%

1.3.1.6. Corrélation entre les indicateurs de développement durable

Au niveau mensuel, les valeurs de tous les indicateurs par kg d'aliments composés changent, soit dans le même sens soit en sens contraire. Il est donc possible de calculer la matrice de corrélation entre ces valeurs. Plus la valeur absolue du coefficient entre deux indicateurs est proche de 1 plus la liaison entre ces deux facteurs est forte. Lorsque le coefficient est positif les deux indicateurs évoluent dans le même sens et au contraire en sens inverse lorsqu'il est négatif.



La plupart des coefficients sont positifs ou faiblement négatifs, cependant certains d'entre eux sont significativement négatifs. Il s'agit en particulier des indicateurs caractérisant l'eutrophisation avec l'énergie mais aussi, et surtout, de l'indicateur d'occupation des sols avec les indicateurs d'émissions de GESLUC. Cela s'explique par la faible occupation des sols engendrée par la production de tourteau de soja comparativement à la production d'autres matières premières partiellement substituables.

1.3.2. Détails par espèces

1.3.3. Moyenne annuelle des indicateurs de développement durable

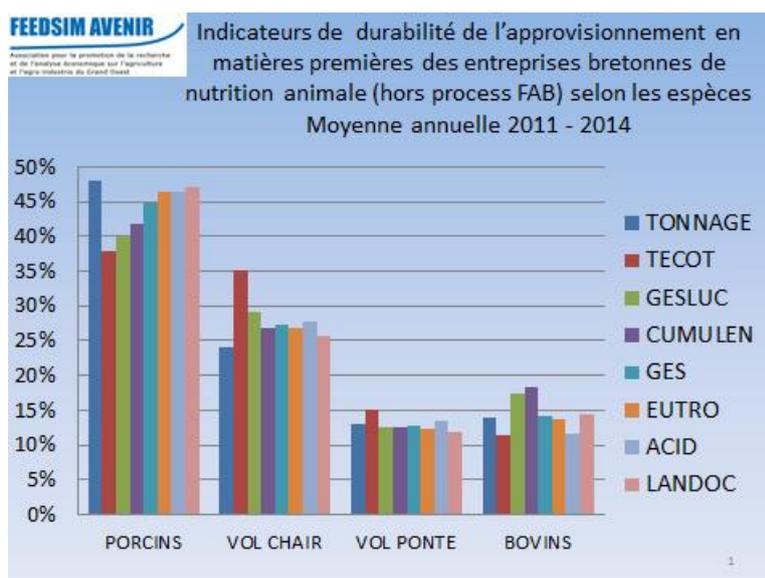
Compte tenu des fortes différences dans les contraintes nutritionnelles, les taux d'incorporation des matières premières dans les différents types d'aliments composés sont très différents et on retrouve ces différences quand on agrège ces aliments composés par grande catégories (Porc, volailles de chair, volailles de ponte, bovins). Il existe une catégorie « autres » qui inclut essentiellement les lapins et ovins pour laquelle les résultats n'ont pas été présentés compte tenu de son faible tonnage.

Indicateurs de Durabilité de l'approvisionnement en
 matières premières des entreprises bretonnes de
 nutrition animale (hors process FAB) – MOY ANNUELLE 4
 ANS

/ Tonne AC	PORC	VOL CHAIR	VOL PONTE	BOVINS
GES sans changement sol (kg eqCO2/tonne MB)	478,9	577,1	503,3	528,3
GES avec changement sol (kg eqCO2/tonne MB)	546,0	790,9	637,2	834,8
Acidification (molc H+/tonne MB)	9,7	11,4	10,4	8,5
Eutrophisation (kg eqPO4 3-/tonne MB)	3,7	4,3	3,7	3,9
Utilisation d'énergie non renouvelable (MJ/tonne MB)	4838,1	6144,8	5396,0	7347,3
Occupation des sols (m2/tonne MB)	1399,4	1503,5	1286,2	1487,1
Conso phosphore (kg P/tonne MB)	5,3	9,8	7,8	5,6 ₁

De façon générale les volailles de chair ont les valeurs les plus élevées pour tous les indicateurs à l'exception du GESLUC et de l'utilisation d'énergie non renouvelable (CUMULEN) où ce sont les bovins. Ceci s'explique largement par le taux de protéine élevé de ces rations pour volailles qui tend à imposer une incorporation notable de tourteau de soja. La catégorie « bovins » présente en fait une forte hétérogénéité entre des aliments à relativement bas taux de protéines (type VL18) et des aliments beaucoup plus concentrés nécessitant beaucoup plus de tourteaux.

1.3.4. Contribution des espèces animales aux indicateurs de développement durable

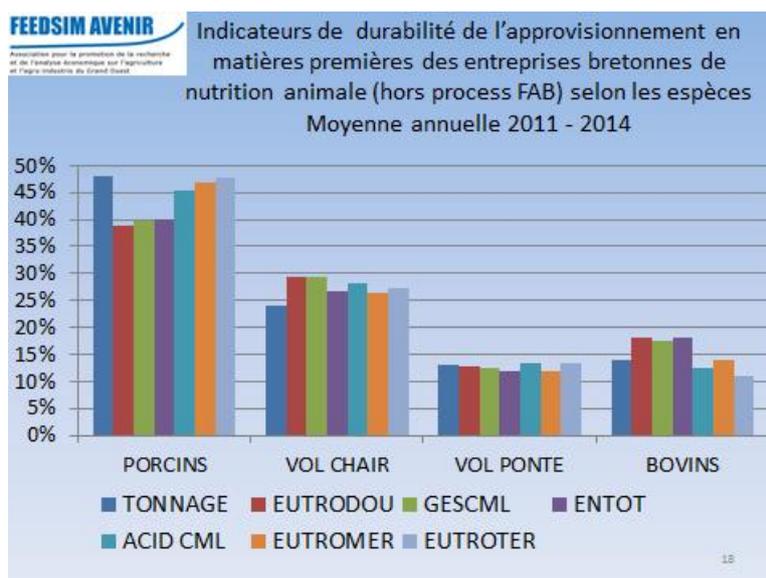


En ce qui concerne la contribution de chaque catégorie animale à la valeur régionale (Bretagne) des divers indicateurs, on observe que les aliments composés porc qui représentent 48% du tonnage des

aliments fabriqués en Bretagne, ont des contributions toujours inférieures pour tous les indicateurs figurant dans le graphique ci-dessus. La situation est totalement inverse pour les volailles de chair.

Pour les volailles de ponte (13% en part de tonnage) les contributions sont souvent proches de ce chiffre sauf pour le phosphore où on a un niveau sensiblement plus élevé.

Pour les bovins la situation dépend fortement de l'indicateur considéré. La contribution est forte pour CUMULEN, GESLUC, GES et LANDOC, mais sensiblement plus faible pour le phosphore (TECOT) et l'acidification (ACID).



1.3.5. Variabilité mensuelle des indicateurs de développement durable

Au niveau des fluctuations mensuelles des valeurs des indicateurs par tonne d'aliments composés de chaque catégorie animale, on observe des coefficients de variation plus élevés que pour l'ensemble des aliments composés dans la mesure où il y a souvent une certaine compensation entre les fluctuations à la hausse ou à la baisse des différents aliments composés.

FEEDSIM AVENIR
Association pour la promotion de la recherche et de l'analyse économique sur l'élevage et l'agro-industrie du Grand Ouest

Coefficients de variation des indicateurs de Durabilité de l'approvisionnement en matières premières des entreprises bretonnes de nutrition animale (hors process FAB) – 48 mois

/ Tonne AC	PORC	VOL CHAIR	VOL PONTE	BOVINS
GES sans changement sol (kg eqCO2/tonne MB)	2,7%	2,1%	3,2%	2,3%
GES avec changement sol (kg eqCO2/tonne MB)	4,5%	3,1%	2,9%	8,9%
Acidification (molc H+/tonne MB)	3,7%	3,4%	3,8%	3,1%
Eutrophisation (kg eqPO4 3-/tonne MB)	2,9%	2,0%	4,9%	4,2%
Utilisation d'énergie non renouvelable (MJ/tonne MB)	4,7%	3,5%	5,5%	7,1%
Occupation des sols (m2/tonne MB)	5,5%	3,3%	8,7%	6,5%
Conso phosphore (kg P/tonne MB)	8,5%	5,1%	5,2%	9,6%

De façon générale les chiffres les plus élevés sont observés pour les bovins (GESLUC, CUMULEN, TECOT) en raison notamment des fluctuations des taux d'incorporation du tourteau de soja (concurrence avec colza et tournesol) et de la part des aliments composés de type VL40. Les aliments pour volailles de chair présentent globalement une moindre variabilité en raison de la moindre flexibilité des formules qui contiennent toujours une part importante de maïs et de tourteau de soja en raison des contraintes élevées en protéines et énergie.

Le porc et les volailles de ponte ont certains coefficients élevés, ce qui traduit une plus forte flexibilité des formules.

1.3.6. Matrices des corrélations entre les indicateurs de développement durable

On observe des corrélations entre les indicateurs de développement durable très différentes d'une espèce à l'autre.

Concernant le porc, les corrélations sont très majoritairement positives ; A noter un antagonisme des évolutions de l'énergie avec l'acidification et l'eutrophisation terrestre.

FEEDSIM AVENIR
Association pour la promotion de la recherche et de l'analyse économique sur l'élevage et l'agro-industrie du Grand-Ouest

Matrice de corrélation entre indicateurs (AC porcins)

TOT PORC	ACIDCM L	CUMULEN	ENTOT	EUTRO	EUTRODDU	EUTROME	EUTROTET	DES	DESCML	DESCLUC	LANDOC	TECOT
ACID	0,992	0,222	-0,729	-0,263	0,145	0,168	0,990	0,807	0,101	0,101	0,161	0,019
ACIDCML		0,296	-0,674	-0,279	0,215	0,199	0,966	0,851	0,204	0,204	0,175	0,108
CUMULEN			0,290	-0,024	0,674	-0,093	0,112	0,418	0,520	0,520	-0,003	0,469
ENTOT				0,160	0,203	0,002	-0,783	-0,391	0,154	0,154	0,080	0,339
EUTRO					-0,192	-0,274	-0,247	-0,211	-0,028	-0,028	-0,357	0,138
EUTRODDU						0,301	0,063	0,295	0,282	0,282	0,418	0,333
EUTROME							0,168	0,474	0,080	0,080	0,889	-0,117
EUTROTET								0,756	-0,018	-0,018	0,170	-0,090
DES									0,365	0,365	0,339	0,226
DESCML										1,000	-0,104	0,585
DESCLUC											-0,103	0,585
LANDOC												-0,309

En rouge : corrélations négatives > 0,4 en valeur absolue

Matrice de corrélation entre indicateurs (AC bovins)

TOT_BOVINS	ACIDCM	CUMULEN	ENTOT	EUTRO	EUTRODDU	EUTROME	EUTROTER	DES	DESCML	DESJUC	LANDOC	TECOT
ACID	0,935	0,539	0,246	-0,248	-0,561	-0,159	0,955	0,594	0,008	0,008	-0,173	-0,671
ACIDCM		0,642	0,498	-0,325	-0,364	0,024	0,791	0,661	0,279	0,279	-0,060	-0,445
CUMULEN			0,790	-0,469	-0,329	-0,099	0,395	0,455	0,208	0,208	0,003	-0,405
ENTOT				-0,261	-0,056	0,044	0,006	0,247	0,729	0,729	-0,097	0,006
EUTRO					0,250	0,005	-0,185	-0,417	0,146	0,146	-0,124	0,025
EUTRODDU						0,614	-0,669	-0,095	0,207	0,207	0,653	0,751
EUTROME							-0,268	0,181	0,290	0,290	0,814	0,304
EUTROTER								0,504	-0,220	-0,220	-0,231	-0,795
DES									-0,038	-0,038	0,150	-0,102
DESCML										1,000	-0,070	0,251
DESJUC											-0,070	0,251
LANDOC												0,202

En rouge : corrélations négatives > 0,4 en valeur absolue

En bovins, ponte et volailles de chair, il faut mettre en avant les corrélations négatives, pas toujours statistiquement significatives néanmoins, entre l'occupation des sols et de nombreux autres indicateurs dont l'acidification et l'énergie. Notons que l'acidification, l'eutrophisation, l'occupation des sols et le phosphore ont le plus souvent des corrélations négatives avec plusieurs indicateurs dont l'eutrophisation marine.

Matrice de corrélation entre indicateurs (AC Vol chair)

TOT_BOVINS	ACIDCM	CUMULEN	ENTOT	EUTRO	EUTRODDU	EUTROME	EUTROTER	DES	DESCML	DESJUC	LANDOC	TECOT
ACID	0,994	0,358	0,244	-0,417	-0,174	-0,127	0,988	0,793	0,417	0,417	-0,343	0,365
ACIDCM		0,441	0,345	-0,431	-0,106	-0,210	0,965	0,770	0,495	0,495	-0,430	0,440
CUMULEN			0,868	-0,052	0,332	-0,728	0,232	0,242	0,502	0,502	-0,824	0,465
ENTOT				-0,299	0,666	-0,719	0,094	-0,033	0,809	0,809	-0,788	0,784
EUTRO					-0,276	-0,048	-0,384	-0,186	-0,621	-0,621	0,207	-0,529
EUTRODDU						-0,280	-0,277	-0,559	0,601	0,601	-0,102	0,767
EUTROME							-0,005	0,131	-0,384	-0,384	0,738	-0,417
EUTROTER								0,820	0,305	0,305	-0,226	0,251
DES									0,108	0,108	-0,324	-0,048
DESCML										1,000	-0,619	0,913
DESJUC											-0,619	0,913
LANDOC												-0,432

En rouge : corrélations négatives > 0,4 en valeur absolue

Matrice de corrélation entre indicateurs (AC vol ponte)

TOT SOUVINS	ACIDCM	CUMULEN	ENTOT	EUTRO	EUTRODDU	EUTROME	EUTROTER	GES	GESCM	GESLUC	LANDOC	REGOT
ACID	0,994	0,875	0,787	-0,131	-0,399	-0,379	0,988	0,774	0,646	0,646	-0,624	0,261
ACIDCM		0,913	0,848	-0,139	-0,460	-0,469	0,965	0,780	0,700	0,700	-0,704	0,279
CUMULEN			0,909	-0,208	-0,698	-0,636	0,809	0,811	0,639	0,639	-0,670	0,083
ENTOT				-0,094	-0,540	-0,807	0,686	0,580	0,854	0,854	-0,912	0,429
EUTRO					0,289	-0,081	-0,133	-0,379	-0,075	-0,075	0,162	0,213
EUTRODDU						0,500	-0,330	-0,744	-0,289	-0,289	0,805	0,429
EUTROME							-0,239	-0,158	-0,597	-0,597	0,832	-0,403
EUTROTER								0,774	0,559	0,559	-0,510	0,205
GES									0,432	0,432	-0,637	-0,277
GESCM										1,000	-0,735	0,652
GESLUC											-0,735	0,652
LANDOC												-0,153

En rouge : corrélations négatives > 0,4 en valeur absolue

1.4. Conclusions

Il faut retenir de cette première analyse :

- Une certaine variabilité des valeurs mensuelles des indicateurs due à 1) tonnages des aliments composés, 2) répartition des aliments composés (part du VL40 et porc complémentaire), 3) parts tourteaux soja/colza/ tournesol, 4) parts maïs/blé-orge
- Une part du transport limitée (significative pour GES et Energie non renouvelable) dans la caractérisation du développement durable de la nutrition animale.
- Des corrélations parfois négatives entre indicateurs (surtout en volailles, moyennement en bovins et peu en porcs), induisant des difficultés à définir les voies prioritaires à mettre en œuvre pour répondre aux exigences d'une production animale durable.
- Des céréales impactant fortement l'empreinte en terme de durabilité de la nutrition animale, compte tenu de leur importance dans la composition des aliments et une incidence du tourteau de soja fortement marquée dans les émissions de GESLUC avec prise en compte du changement d'affectation des sols

II Scénarios de réduction des indicateurs de durabilité à l'échelle de la Bretagne (Base Juin 2012)

2.1. Méthodologie

Les réductions sont calculées par rapport aux valeurs de référence du même mois (juin 2012) obtenues par optimisation sur les seuls coûts matières premières et transport. Pour chaque indicateur pris isolément on impose au niveau de la Bretagne une baisse progressive de celui-ci par pas de 2% jusqu'à ce que le modèle ne trouve mathématiquement plus de solution. On impose également par cohérence que la valeur de l'indicateur considéré n'augmente pas dans les deux autres régions. On simule en fait une politique hypothétique où les Pouvoirs Publics de la Bretagne imposeraient une baisse autoritaire de valeur de chaque indicateur tour à tour, les Pouvoir Publics des deux autres régions se contentant d'imposer qu'il n'y ait pas de dégradation de leur situation régionale en terme de développement durable.

Dans la mesure où il s'agit d'une contrainte de réduction globale d'un indicateur (et non d'une réduction homothétique sur tous les aliments composés) c'est le modèle qui calcule pour chaque usine représentative et chaque formule d'aliments composés, la ou les diminutions de l'indicateur, qui doivent être réalisées pour parvenir à l'objectif régional au moindre coût. Ces réductions s'effectuent à disponibilités en matières premières constantes. Cela veut-dire que le modèle prend en compte la concurrence qui peut exister entre régions pour s'approvisionner en certaines matières premières intéressantes du point de vue de l'indicateur. Le rôle du transport est également pris en compte, cela veut dire que pour réduire un indicateur il peut être « intéressant » d'utiliser plus de transport ferroviaire au détriment de la route quitte à aller chercher plus loin une marchandise, ou au contraire utiliser moins de route pour aller chercher plus près une matière première un peu moins intéressante.

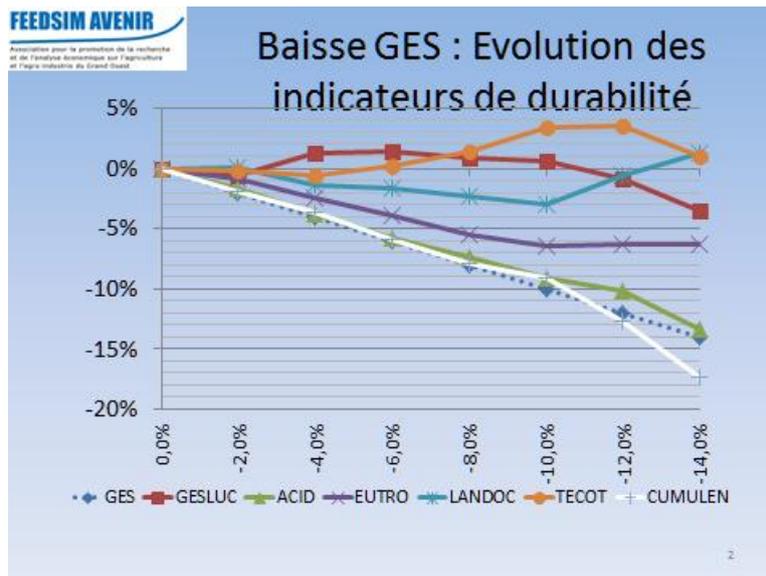
Il convient d'être prudent en terme d'analyse des réductions potentielles maximum. En effet l'existence d'une solution mathématique n'implique pas que celle-ci soit réaliste d'un point de vue économique.

2.2. Réduction des principaux indicateurs un à un

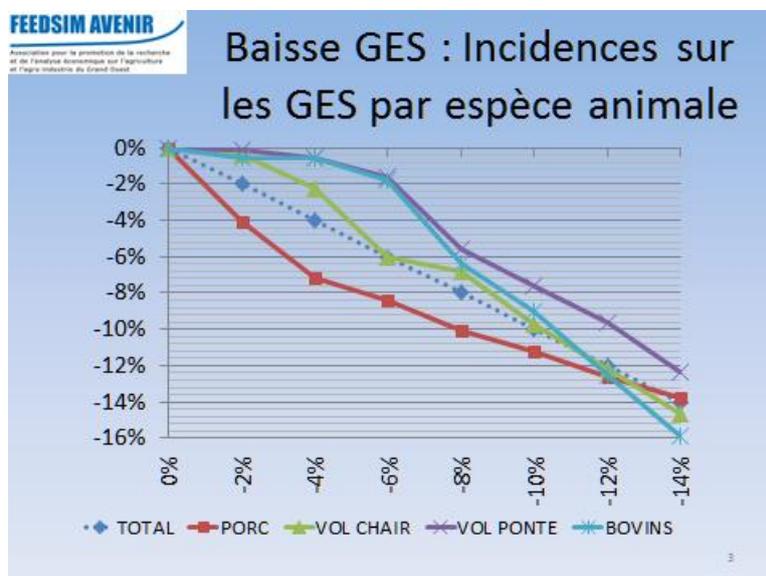
2.2.1. Réduction des GES

Au fur et à mesure que l'on impose une réduction croissante de l'indicateur GES (sans changement d'affectation des sols) on observe des évolutions des valeurs régionales des autres indicateurs, souvent également à la baisse, parfois à la hausse. De même on observe un accroissement du coût matière des aliments composés (prenant en compte le coût de transport).

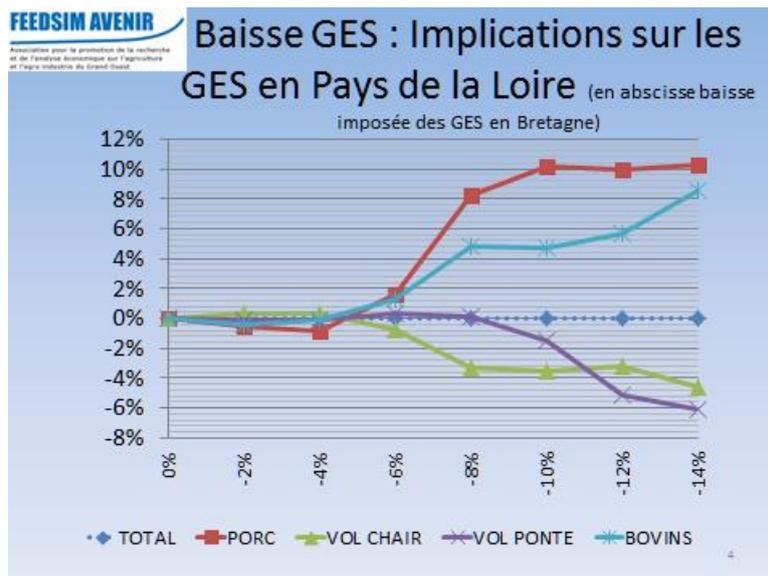
Dans le cas du GES on a une réduction maximum de 14% qui s'accompagne d'une baisse significative pour CUMULEN (-17%) et pour ACID (-13%). Pour les autres indicateurs principaux on a une plus faible baisse et même une augmentation d'un peu plus de 1% pour LANDOC.



Pour réduire les émissions totale de la Bretagne en GES de 14%, la solution optimale est de réduire de 16% les émissions des aliments bovins et seulement de 12% les aliments pour volailles de ponte, les deux autres catégories d'aliments composés présentant une réduction proche du total des aliments composés. Ces différences entre espèces animales sont directement liées aux différences dans les contraintes nutritionnelles et donc aux « facilités » ou non de substitutions entre matières premières. Cela intègre également la proportion des différents aliments dans la fabrication totale d'aliments composés dans la région.

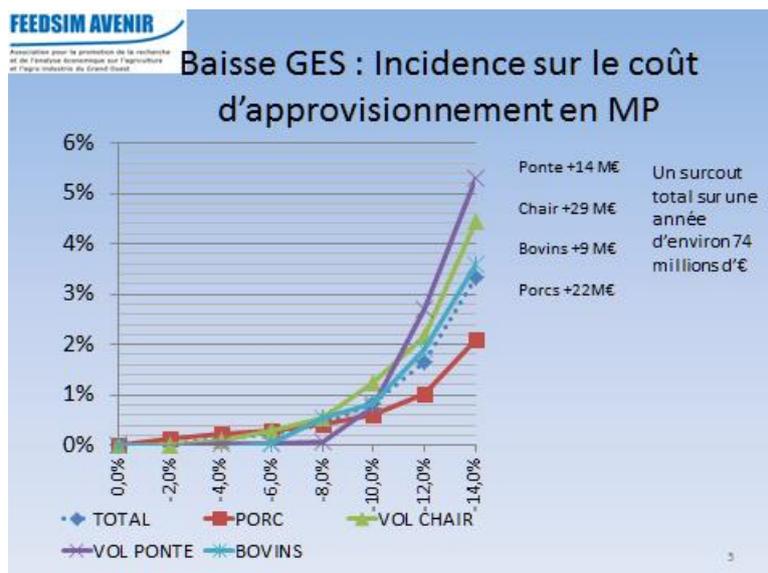


Les modifications de demande des diverses matières premières par les opérateurs bretons a naturellement un impact sur les opérateurs des deux autres régions. En ce qui concerne les pays de la Loire, les émissions totales ne varient pas, mais celles des aliments bovins et volailles de chair diminuent et celles des aliments porcs et volailles de ponte augmentent. Ceci s'expliquent par le fait que les bretons ayant capté une plus grande quantité de certains produits comme le pois protéagineux pour satisfaire leur contrainte de réduction, il en reste moins de disponible pour les pays de la Loire et ces opérateurs doivent donc se rabattre sur d'autre matières premières disponibles ayant un facteur d'émission plus important.



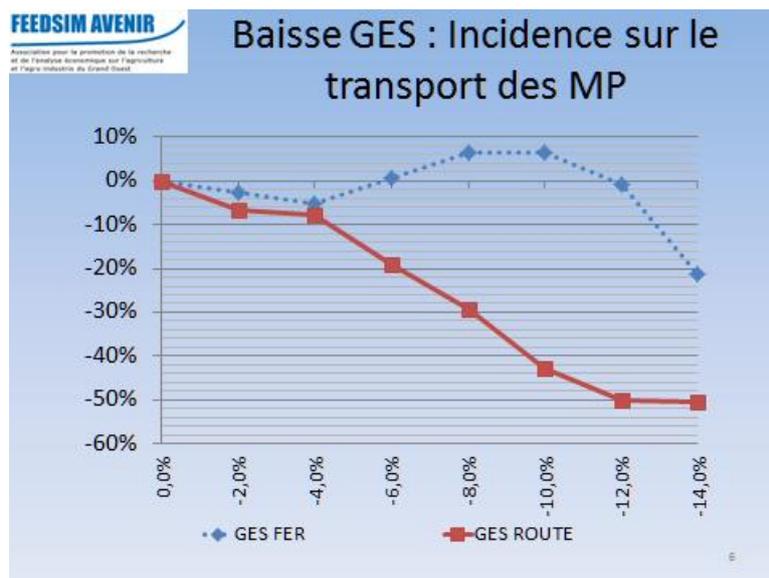
L'analyse de l'impact des réductions sur le coût global des aliments est un élément essentiel pour juger de la crédibilité d'un scénario. Avec une réduction de 14% des GES, le coût total des aliments composés serait augmenté de 3.3%, celui des volailles de ponte de 5.3, celui des volailles de chair de 4.4, celui des bovins de 3.6 et celui des porcs de 2.1.

Ceci représenterait pour l'ensemble du secteur un surcoût annuel de l'ordre de 74 millions d'euro qui devrait être soit répercuté sur l'ensemble de la filière ou compensé par les Pouvoirs Publics. En valeur les surcoûts les plus importants seraient pour la filière volaille de chair (+29 M€) et pour la filière porcine (+22 M€) avec des valeurs plus faibles (en raison notamment des tonnages inférieurs) pour les volailles de ponte (+14M€) et les bovins (+9M€).

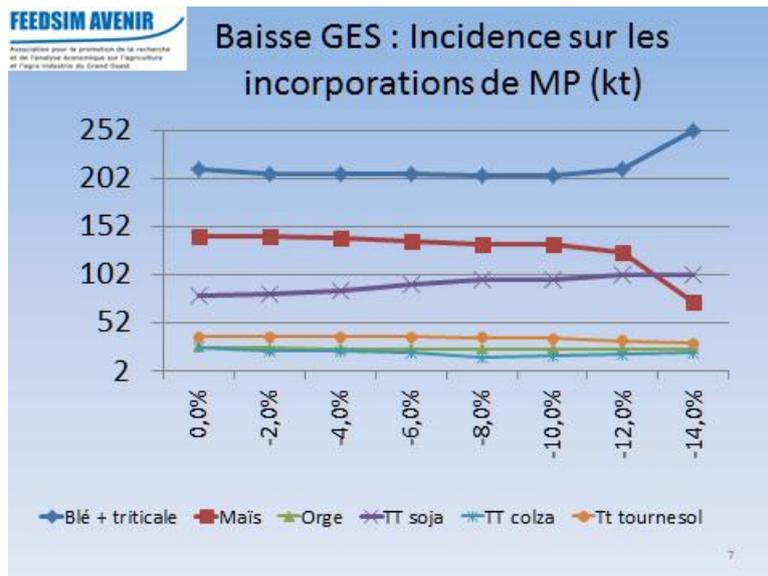


Il est intéressant de mesurer pour chaque catégorie animale le potentiel de réduction en pourcentage et la hausse de coût (aussi en pourcentage). Pour les porcins on a respectivement -14% et +2.1%, pour les bovins :- 16% et +3.6%, pour les volailles de chair -15% et +4.4% et pour les volailles de ponte – 12% et +5.3%. **C'est donc nettement pour le porc et pour les bovins que les réductions sont les moins difficiles et les moins coûteuses en proportion.**

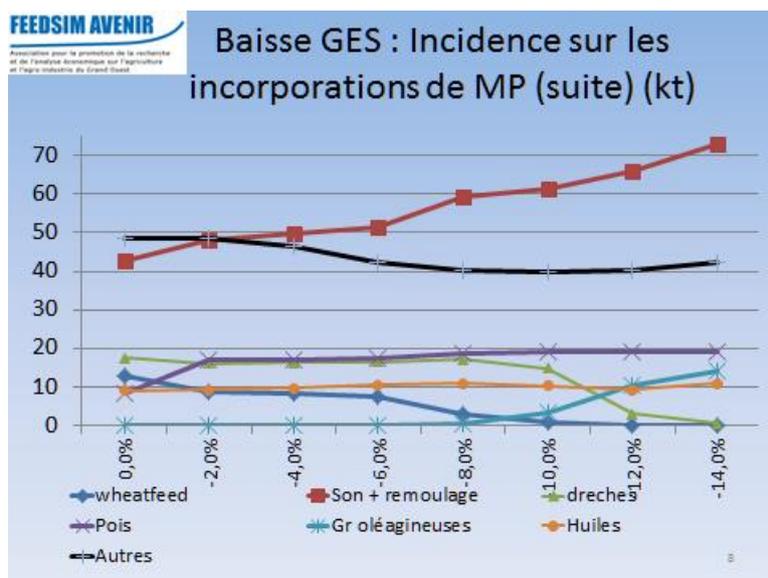
Au niveau du transport, la réduction des GES induit une diminution des émissions liées au transport. Cela veut dire que l'on privilégie des matières premières plus proches même si elles sont légèrement moins intéressantes du point de vue des émissions. Par ailleurs on observe une certaine substitution route-fer.



Les réductions globales de GES s'expliquent par certaines modifications dans les utilisations de matières premières qui sont modérées jusqu'à 12% et s'accroissent entre 12 et 14%. La tendance générale est à une augmentation des usages de l'orge au détriment du blé et du maïs, ainsi qu'à une progression du tourteau de soja, les autres tourteaux restant relativement stables.



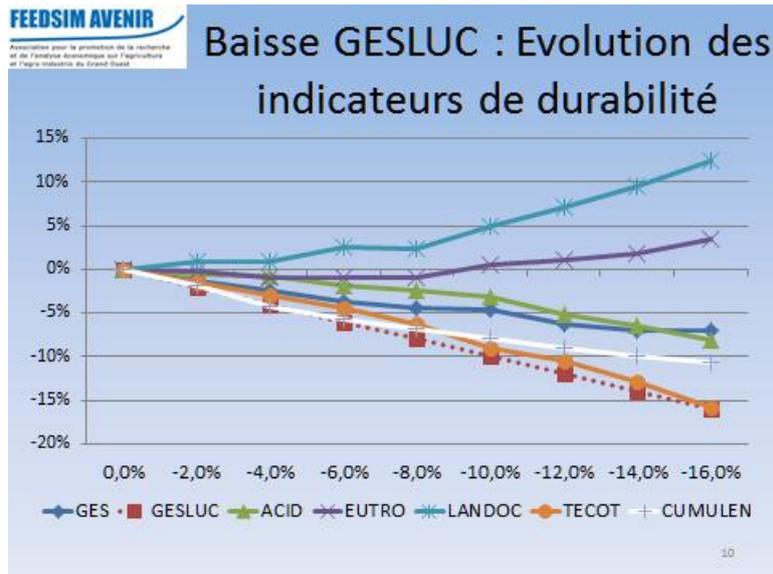
L'autre évolution majeure est la forte progression des sons et remoulages ainsi que celle du pois.



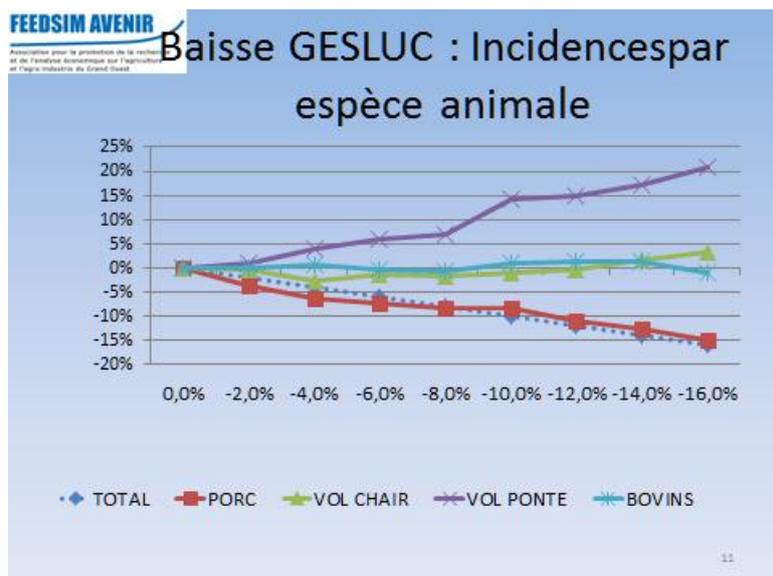
2.2.2. Réduction des GESLUC

Les différences de facteurs d'émission entre GES et GESLUC sont principalement importantes pour le tourteau de soja (et l'huile de palme). On peut donc s'attendre à ce que les principales différences par rapport aux résultats précédents soient fortement liées à ce produit et, par espèce animale, aux formules qui contiennent le plus de ce produit.

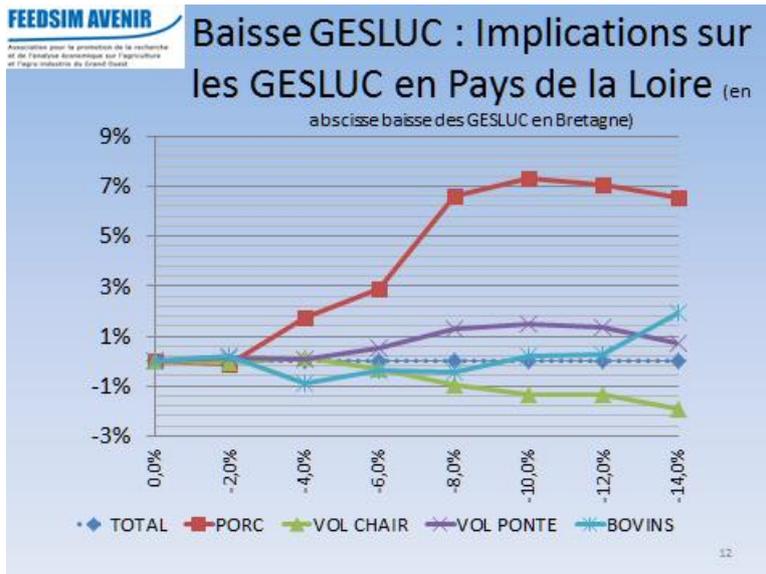
Au niveau technique on peut réduire de 16% les GESLUC (contre 14% pour les GES) mais il convient d'examiner le coût correspondant et de noter que au départ on a une émission de l'ensemble des aliments composés plus importante en GESLUC qu'en GES (particulièrement pour les volailles).



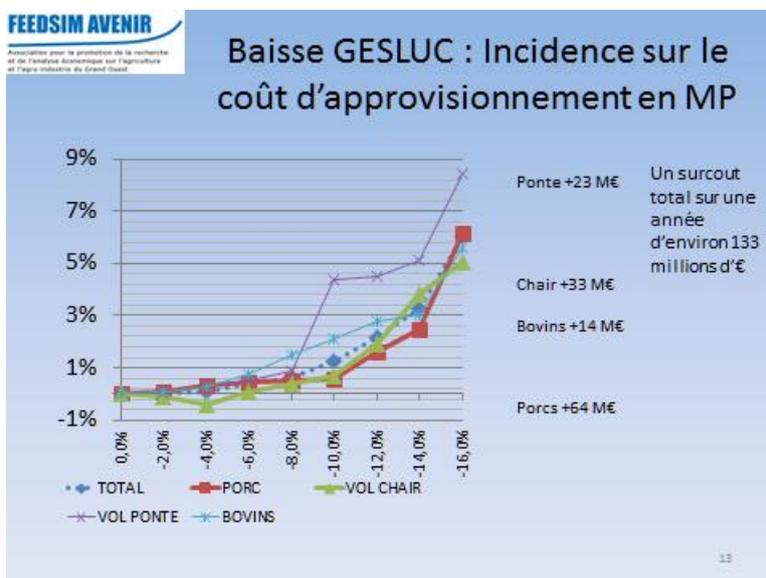
Avec la réduction globale des GESLUC de 16%, on a une réduction des GES de seulement 7% (effet tourteau de soja) et des baisses des indicateurs TECOT (Phosphore) de 16%, CUMULEN de 11% et ACID de 8%. En sens inverse on a des hausses significatives en LANDOC (+12%) et plus modérée en EUTRO (+3%).



Comme pour les GES la catégorie animale qui enregistre la plus forte baisse est le porc (-15% pour une baisse totale de 16%) suivi du bovin -1%. Nous n'avons pas représenté la forte baisse de la catégorie « autres aliments composés ». En sens inverse les émissions des volailles de chair (+3%) et surtout de ponte (+21%) progressent fortement.



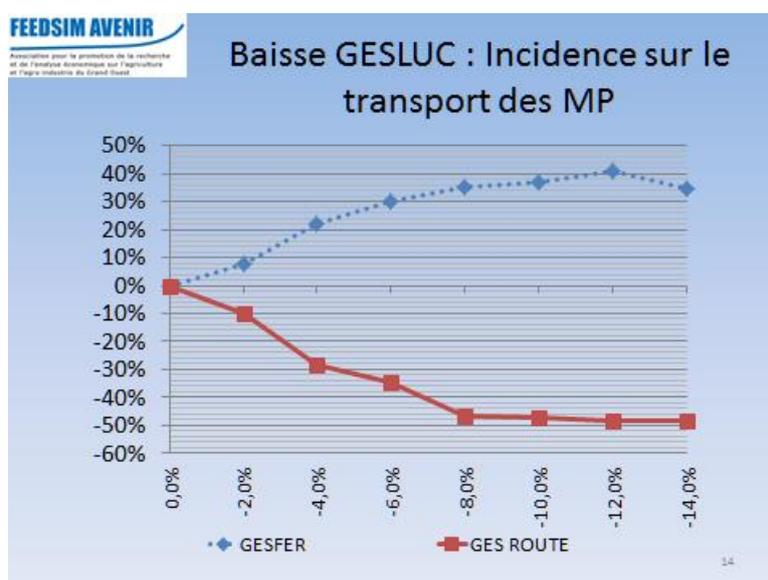
Les implications de la baisse des GESLUC en Bretagne sont très importantes en pays de Loire en ce qui concerne les différentes catégories animales. Avec un total nul, on a une forte progression de GESLUC en porc (+7%) et moindre en bovins (+1%), hausses compensées par les baisses en volailles de chair (-2%). Ces mécanismes s'expliquent par la modification des disponibilités de certaines matières premières pour les pays de Loire induites par les changements de consommation en Bretagne (on peut penser en particulier aux protéagineux pour le porc et aux coproduits céréaliers).



Toutes les catégories d'aliments composés sont nettement affectées par la contrainte de réduction du GESLUC. Globalement la hausse de coût matière pour l'ensemble des aliments composés est de 6% et va pour les différentes catégories d'un minimum de 5% pour la volaille de chair à un maximum de 8% pour la volaille de ponte en passant par 6% pour le porc.

En moyenne sur une année cette réduction globale de 16% entrainerait un surcoût pour l'ensemble de la filière, en moyenne annuelle de l'ordre de 133 M€ dont près de la moitié en porcins (+64 M€) et 33 M€ en volailles de chair, le reste se répartissant entre volaille de ponte (particulièrement impactée) et bovins.

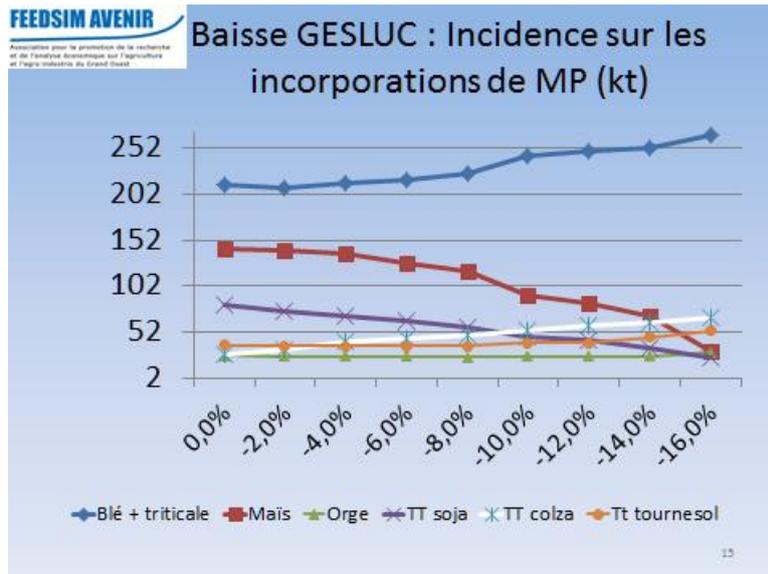
Comme précédemment on peut mettre en regard pour chaque catégorie animale les baisses de GESLUC et les hausses de coûts : porcins : -15% et +6.2%, bovins : -1% et +5.6%, volailles de chair +3% et +5.0% et volailles de ponte +21% et +8.4%. Ces chiffres montrent l'importance des « phénomènes croisés » (ie. Concurrence entre espèces animales). On peut avoir simultanément hausse d'émission et hausse de coût par pénurie de certaines matières premières pour une espèce donnée.



Comme dans le cas précédent, même si le transport ne représente qu'une part minime des émissions de CO² par rapport aux matières premières, on observe de nets ajustements au niveau du transport avec une forte hausse du trafic ferroviaire (+35%) et une très forte baisse du trafic routier de moitié. Ce dernier chiffre s'explique par moins de tonnage transporté et surtout moins de kilomètres parcourus, l'approvisionnement ayant tendance à se faire plus « local ».

Toutes les modifications précédentes sont dues aux changements induits de consommation des diverses matières premières à la fois au niveau global et au niveau des différentes catégories animales.

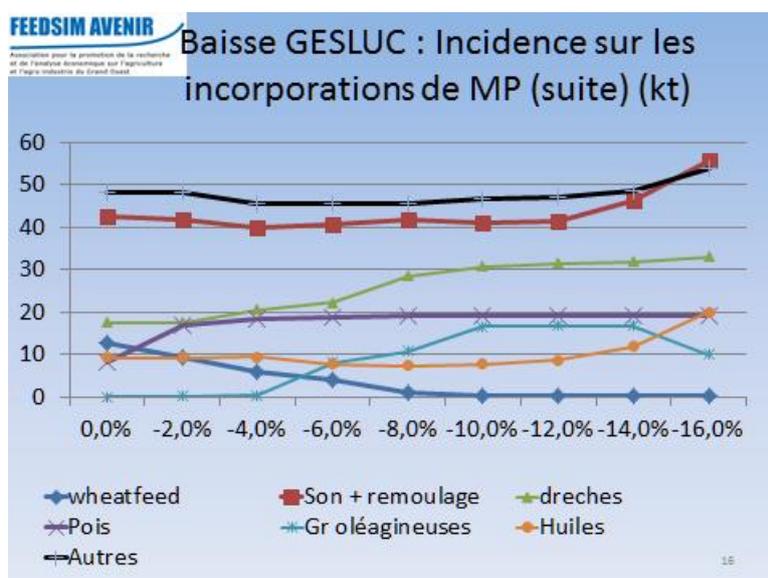
La première observation est la chute très forte de consommation de tourteau de soja dont le tonnage est plus que divisé par deux (il doit en même temps se redistribuer entre espèces animales, certaines pouvant plus « facilement » se passer de ce produit en raison de leur moindre contrainte protéique. Ce produit est principalement remplacé par des tourteaux de colza et de tournesol (et aussi par certains coproduits de céréales type drèches).



La seconde remarque est l'effondrement de la consommation de maïs (division par trois) qui est majoritairement remplacé par du blé mais aussi certains coproduits. On voit qu'à partir d'une réduction de 12% il est fortement fait appel dans les formules à du son et du remoulage. Pour satisfaire les besoins énergétiques des rations ces incorporations croissantes s'accompagnent de plus d'huiles végétales et de graines oléagineuses.

Parmi les autres coproduits céréaliers les drèches progressent fortement et se substituent largement au wheatfeed en raison des facteurs d'émission retenus pour ce dernier produit.

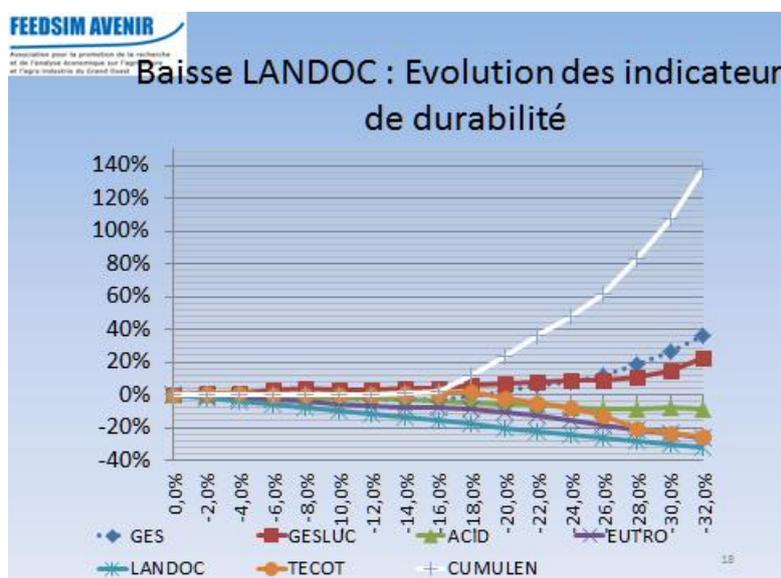
Enfin en ce qui concerne le pois protéagineux, on constate que c'est le premier produit auquel les formulateurs font appel pour réduire le GESLUC. Dès la réduction de 2% son tonnage double, mais compte tenu des faibles disponibilités ne peut continuer à augmenter par la suite.



2.2.3. Réduction de LANDOC

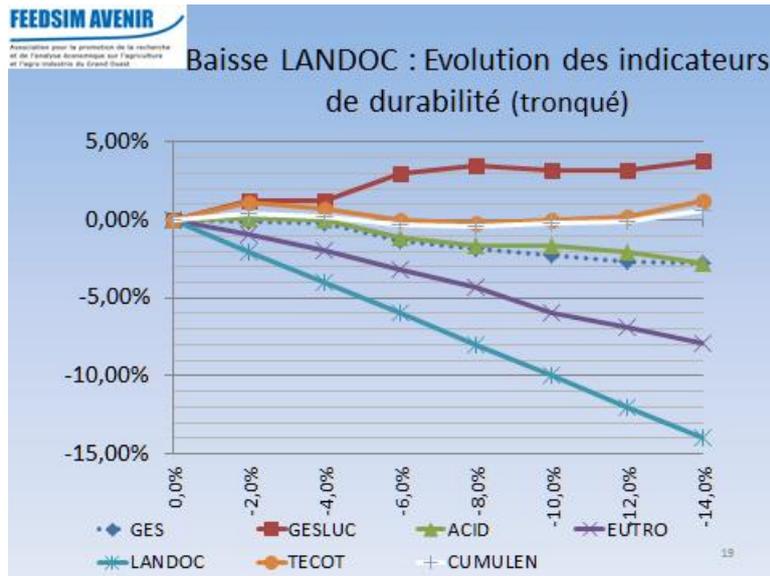
L'occupation des sols (LANDOC) constitue avec les émissions (GES ou GESLUC), la production de phosphore (TECOT), la consommation d'énergie non renouvelable (CUMULEN) l'un des quatre indicateurs globaux considérés comme « principaux » et utilisés dans l'approche multicritère.

Sur un plan purement technique on peut réduire très fortement cet indicateur (32%). A ce niveau deux autres indicateurs sont sensiblement réduits (EUTRO : -26% et TECOT : -25%), mais certains autres sont très fortement augmentés : CUMULEN +140%, GES +36% et GESLUC +22%. En terme d'évolution on observe une nette rupture au niveau de -16% en LANDOC avec en particulier une forte accélération de la hausse de CUMULEN qui s'explique (cf. infra), à partir de ce niveau, par une incorporation massive de méthionine industrielle, qui naturellement n'occupe aucune surface agricole mais consomme beaucoup d'énergie pour sa production.

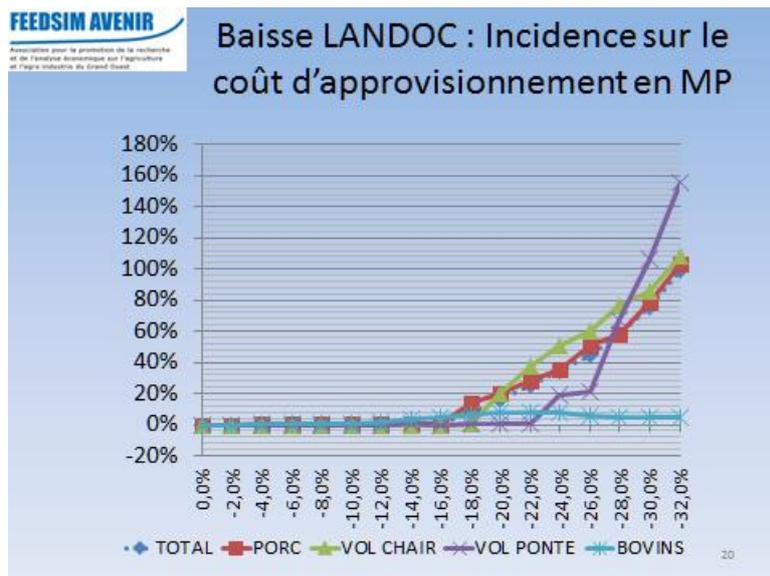


Si on limite l'analyse à la baisse de 14% en LANDOC, les variations des divers indicateurs sont beaucoup plus limitées. On a une hausse de GESLUC (+3.8%), de TECOT (+1.2%) et de CUMULEN (+0.6%). GES, ACID et EUTRO s'inscrivent en baisse.

Entre 0 et 14% de baisse pour LANDOC, on a au niveau des matières premières les mécanismes « normaux » de substitution avec une préférence donnée aux matières premières ayant des faibles facteurs LANDOC (forts rendements agricoles pour les produits agricoles et tourteaux, faible contribution à l'utilisation des terres pour les coproduits) et une faible attractivité de la méthionine qui reste à des niveaux « normaux » compte tenu de son prix élevé. Il est à noter que dans le modèle FEEDSIM il n'y a pas de contraintes maximum sur les acides aminés dans la mesure où dans le fonctionnement normal du modèle c'est le prix qui limite l'utilisation des produits industriels à leurs niveaux nutritionnels requis.

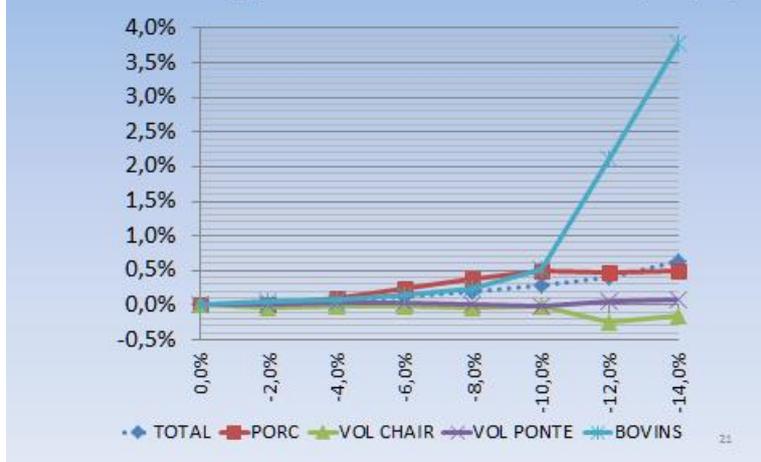


Le graphique montre clairement le caractère irréaliste sur un plan économique des réductions de LANDOC supérieures à 14%. Avec plus que des doubléments de prix des aliments porcs ainsi que volailles.



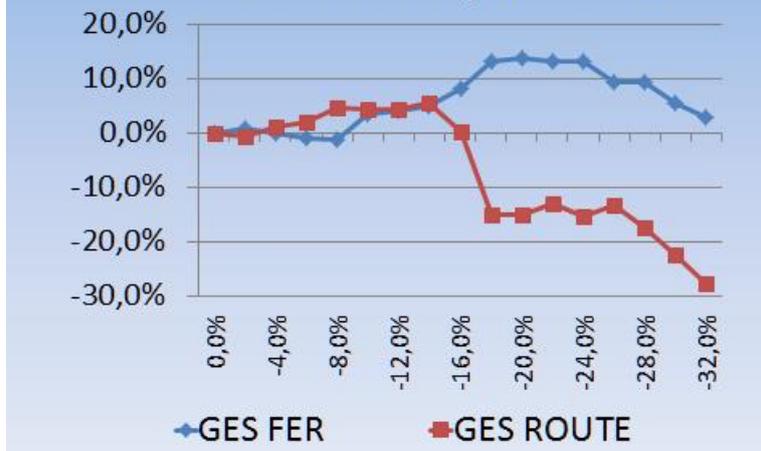
Au niveau de -14% on a une nette augmentation du prix des aliments bovins alors que ceux pour les autres espèces évoluent peu.

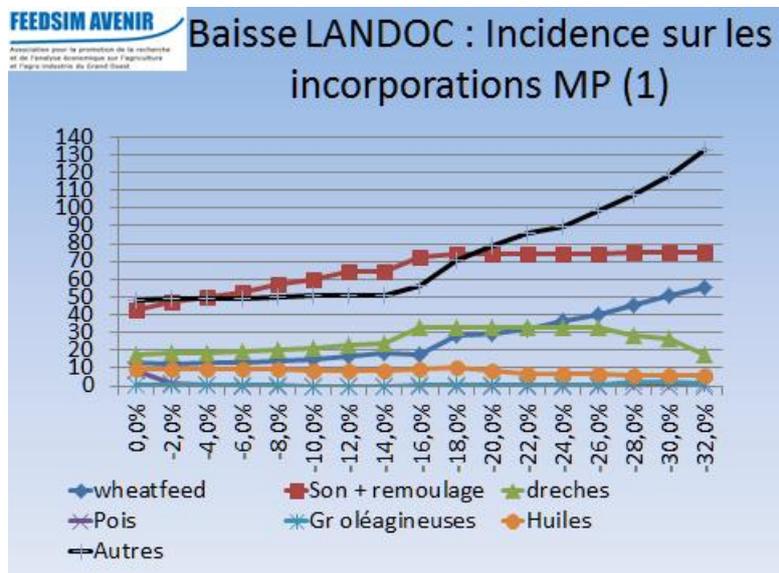
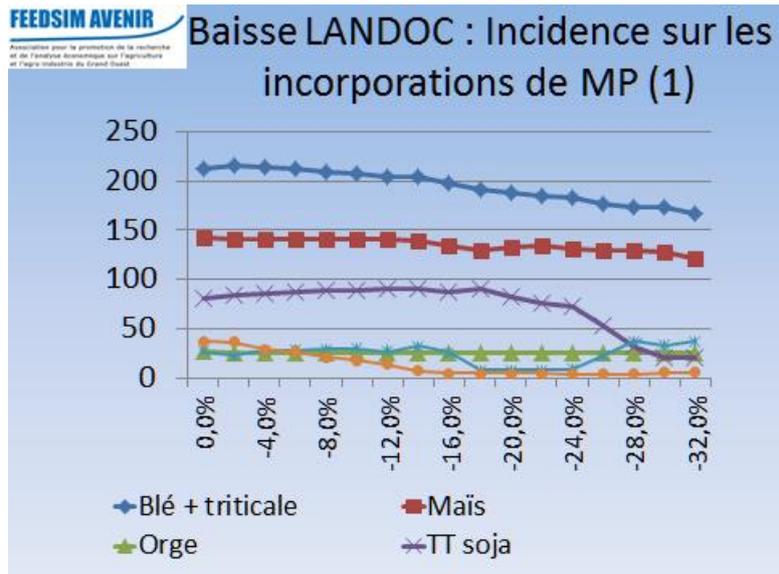
Baisse LANDOC : Incidence sur le coût d'approvisionnement en MP (tronqué)



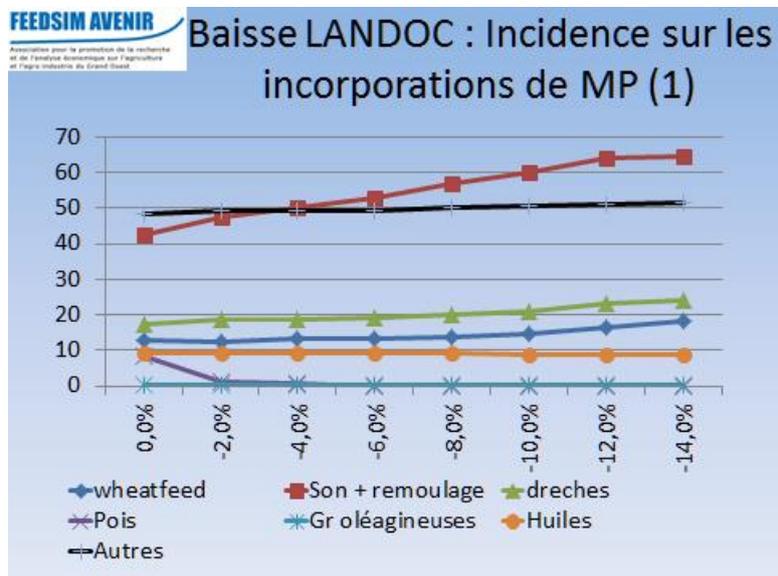
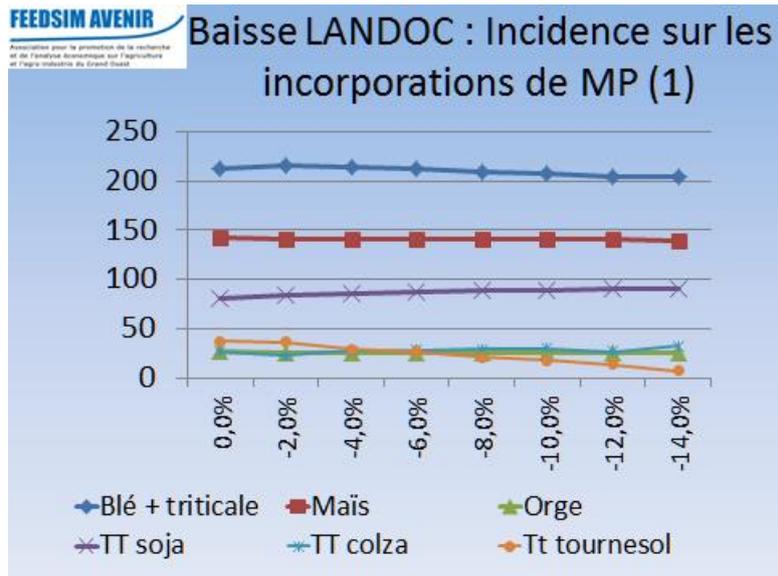
Jusqu'à -14% de LANDOC, nous notons de faibles effets sur le transport, mais ensuite une baisse du transport routier et une augmentation du transport ferroviaire.

Baisse LANDOC : Incidence sur le transport des MP





Au niveau des utilisations de matières premières, sur un plan théorique on aurait une baisse du blé et du tourteau de soja, et surtout une progression de la catégorie « autres» (qui inclut en particulier les acides aminés) ainsi que du wheatfeed et des sons et issues.

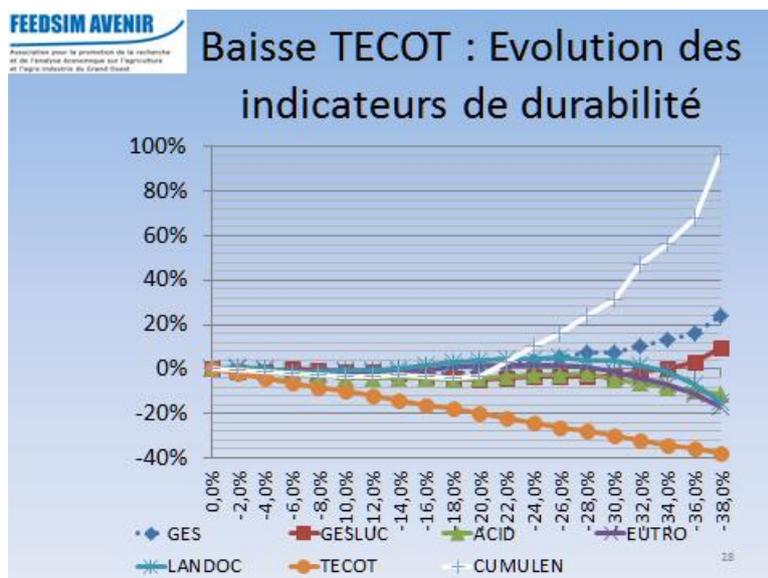


Sur ces graphiques ci-dessus détaillant l'évolution des incorporations de matières premières dans la partie « réaliste » de la réduction de l'indicateur LANDOC, il est observée une forte augmentation des incorporations de sons et remoulage, une réduction de l'incorporation de tourteau de tournesol au profit du tourteau de soja.

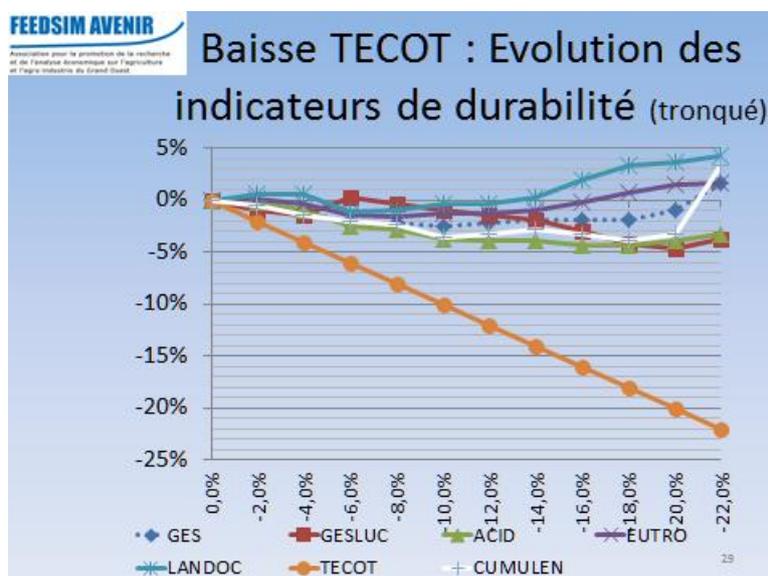
Sur ce dernier graphique, on observe également la disparition du pois en raison de son faible rendement.

2.2.4. Réduction de TECOT

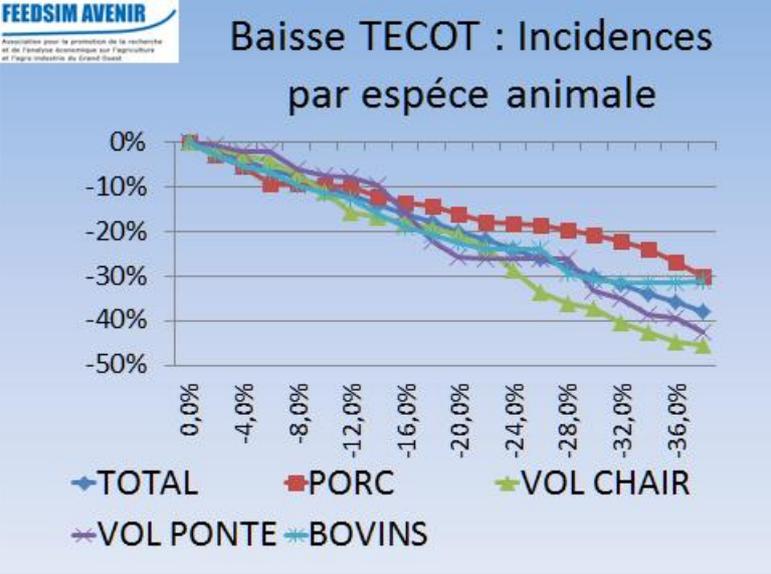
Au niveau du phosphore (TECOT) sur un plan théorique, on a une réduction maximale calculée de 38% qui s'accompagne d'une baisse pour LANDOC (-15%), EUTRO (-17%) et -11% pour ACID. La contrepartie à ces baisses est une explosion de CUMULEN (+96%) et de très fortes hausses de GESLUC (+10%) et surtout de GES (+24%).



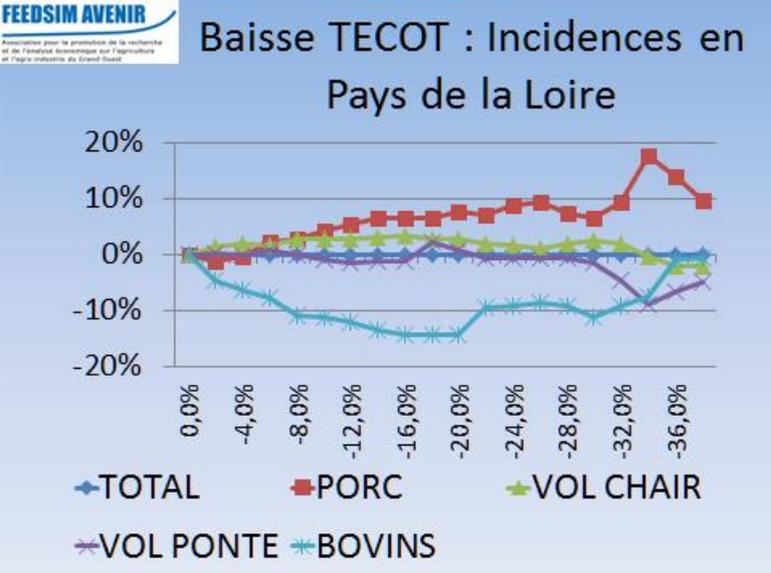
Dans un domaine de réduction de TECOT plus réaliste (limitée à 22%) on a des variations des autres indicateurs qui sont comprises entre +5% et -5%. En ce qui concerne CUMULEN on observe un retournement de tendance, orienté à la baisse jusque-là, il amorce alors son explosion.



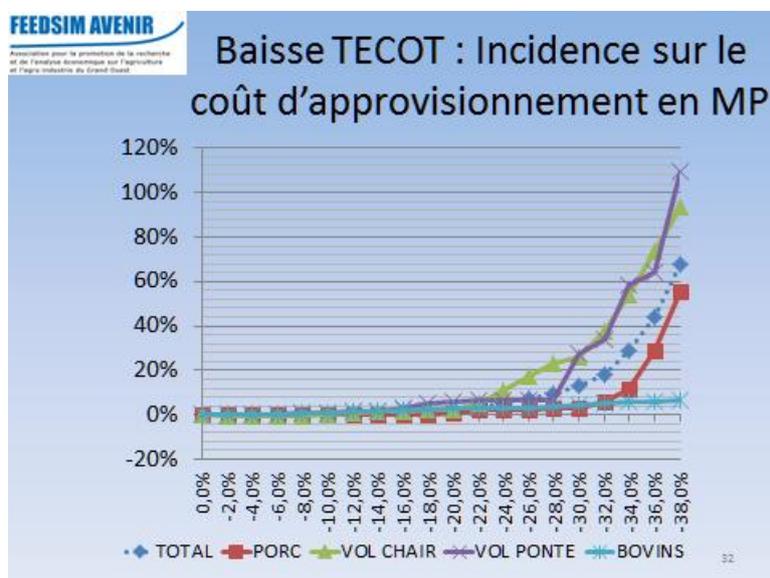
L'analyse par espèce révèle une réduction facilitée au départ sur le porc pour répondre à l'exigence de réduction à l'échelle régionale ; Toutefois, dans un deuxième temps, pour réduire la valeur de TECOT au-delà de - 16 %, les réductions sur les aliments volailles deviennent indispensables.



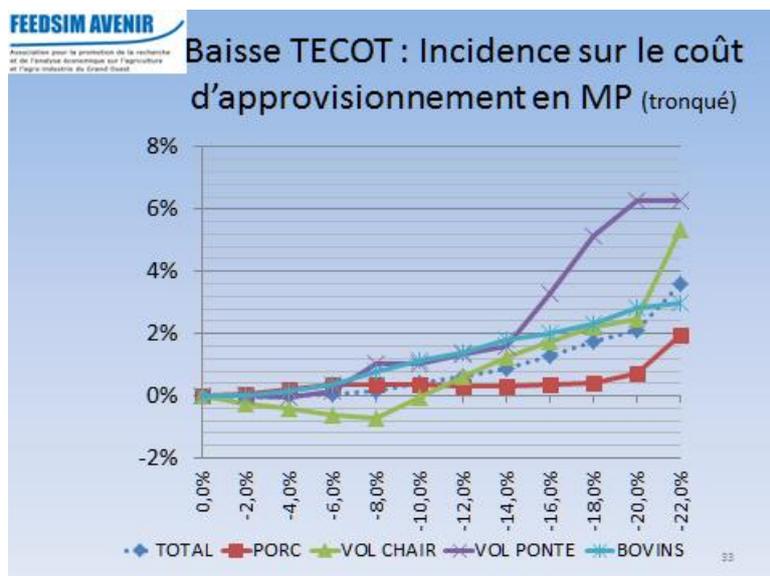
Ces réductions en Bretagne induisent des augmentations de la valeur TECOT en porc et volailles dans la région des Pays de la Loire, compte tenu des disponibilités limitées de certaines matières premières ;

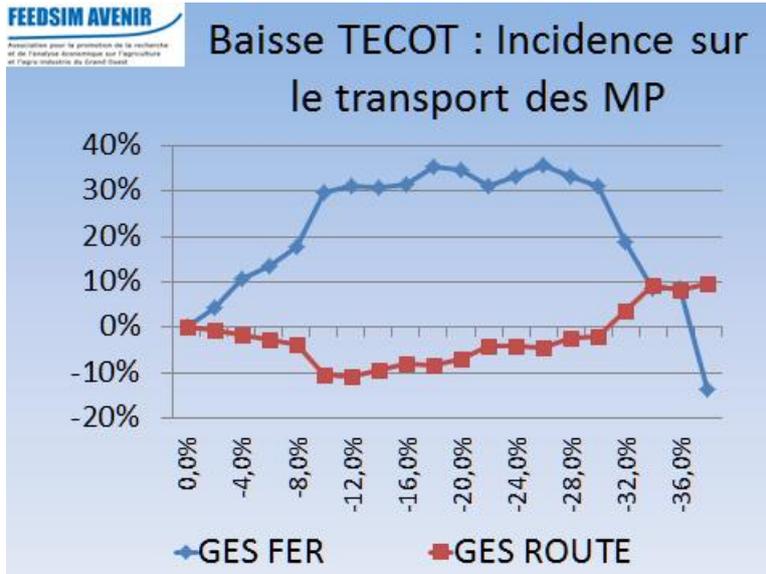


Comme on pouvait s’y attendre au niveau de -38% on observe une explosion des prix pour porcs et volailles avec toutefois une hausse plus limitée pour les bovins.

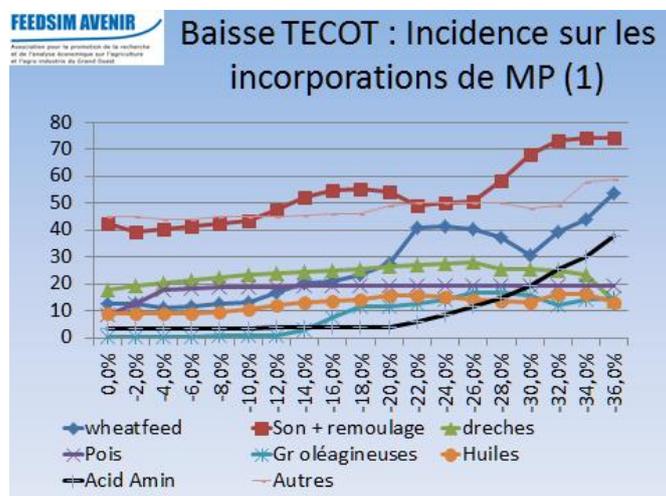
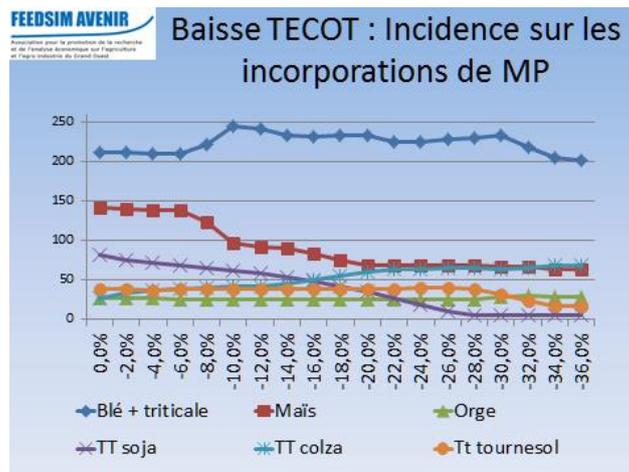


A -22% en TECOT la hausse de prix globale de 3.6% est imputable principalement aux volailles de ponte (+6.3%), aux volailles de chair (+5.4%) et aux bovins (+3.0%) ; jusqu’à une réduction de -5 % environ, la hausse des coûts reste modérée.

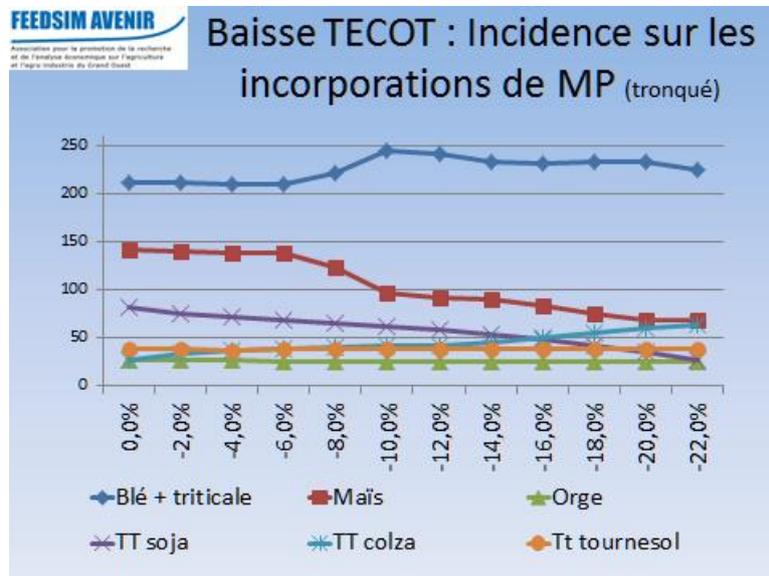




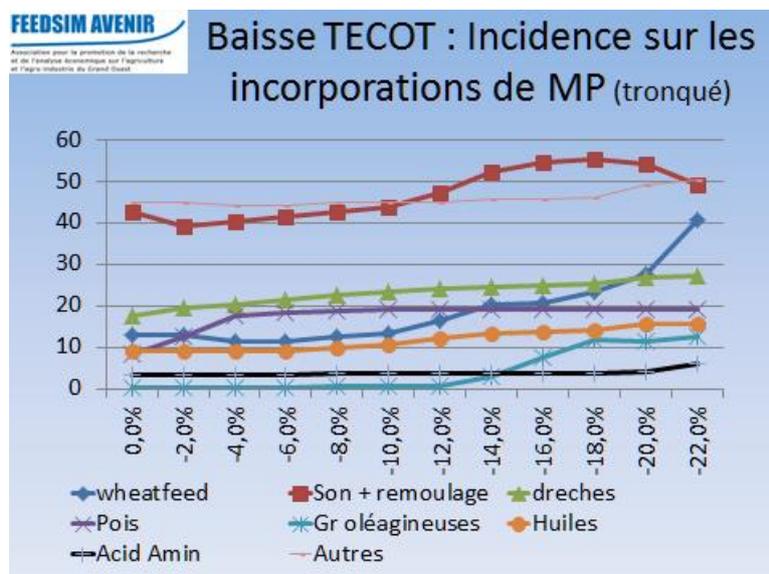
Ces réductions de TECOT, induisent un recours plus marqué au transport ferroviaire pour rechercher des matières premières intéressantes mais plus lointaines, tourteau de colza par exemple. En ce qui concerne les matières premières, on a une forte baisse du maïs et du tourteau de soja, ce dernier étant partiellement compensé par une progression du tourteau de colza et une progression marquée des coproduits céréaliers.



Les conclusions sont légèrement différentes dans la première phase de baisse de TECOT, on a une relative stabilité du blé et du maïs, mais très rapidement le tourteau de soja baisse au profit du tourteau de colza.

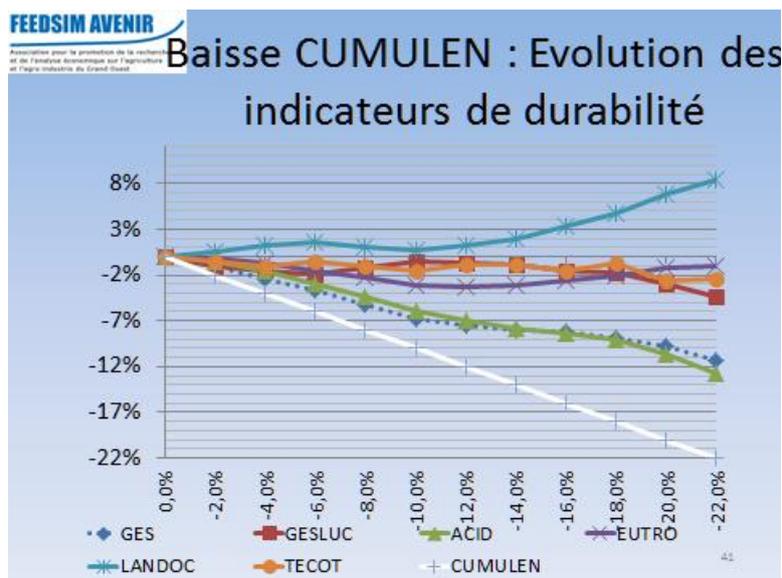


Les incorporations de sons et remoulages progressent ainsi que celles de wheatfeed, accompagnées d'un besoin croissant en huiles.

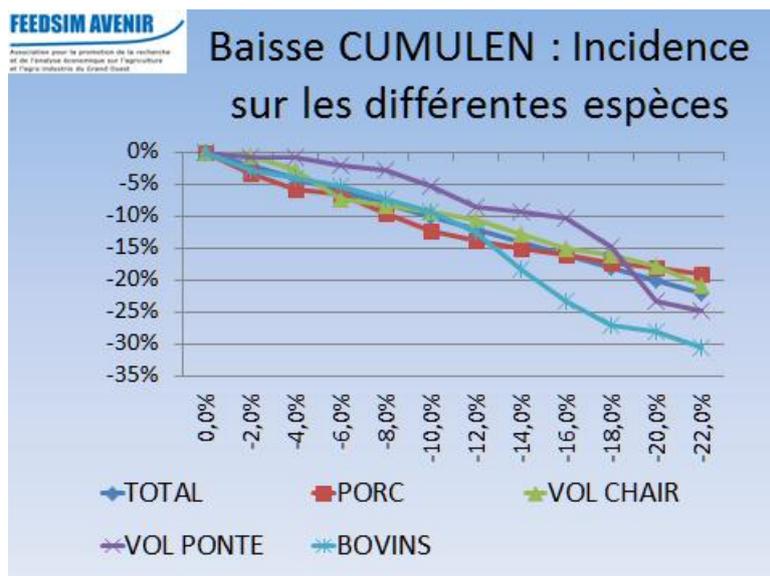


2.2.5. Réduction de CUMULEN

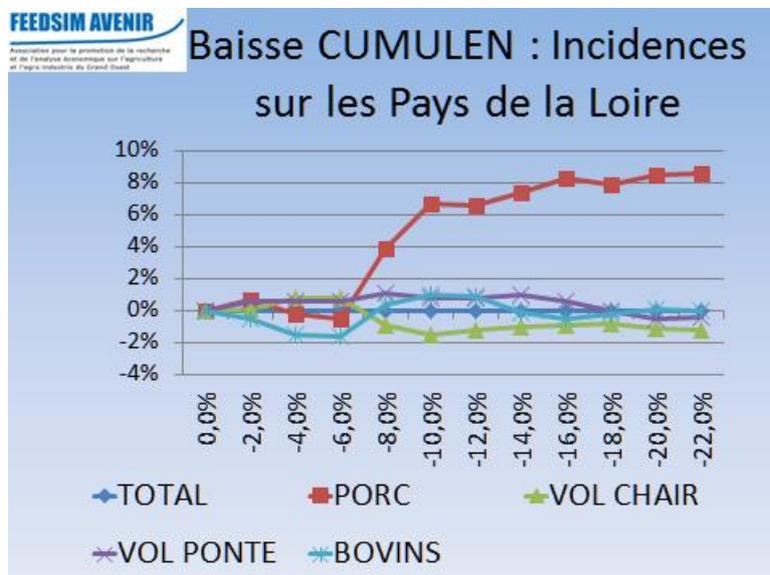
Au niveau de l'énergie non renouvelable on peut réduire, sur un plan technique, mais non économique, d'un maximum de 22% cet indicateur. Les impacts à ce niveau sont une augmentation sensible de LANDOC (+8%), mais tous les autres indicateurs pris en compte diminuent : ACID (-13%), GES (-11%), GESLUC (-4%) et TECOT (-2%)



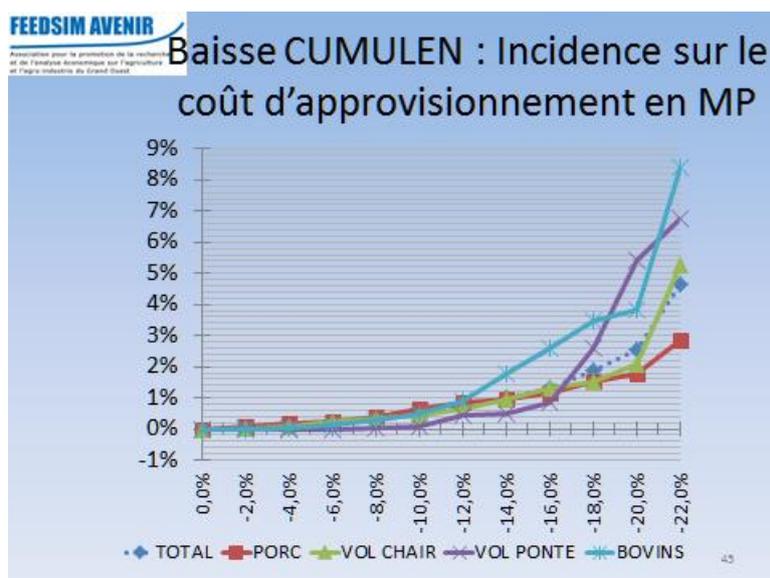
Au niveau des catégories animales, c'est l'aliment bovin qui baisse le plus (-31%) et l'aliment porc le moins (-19%), les aliments volailles baissant à peu près comme le total.



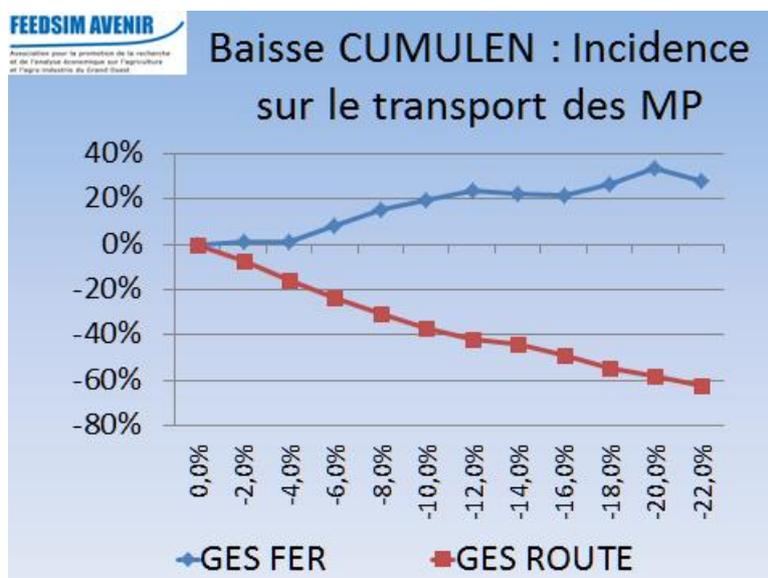
L'impact de la baisse bretonne en CUMULEN au niveau des Pays de Loire concerne surtout l'aliment porc dont l'indicateur augmente de 9% tandis que les indicateurs sont proches de zéro pour les aliments bovins et volailles de ponte et même légèrement négatifs pour la volaille de chair (-1.1%). Cette différence s'explique principalement par le fait que le pois, initialement utilisé dans les aliments porcs des Pays de Loire se trouve après réduction capté par les aliments bretons.



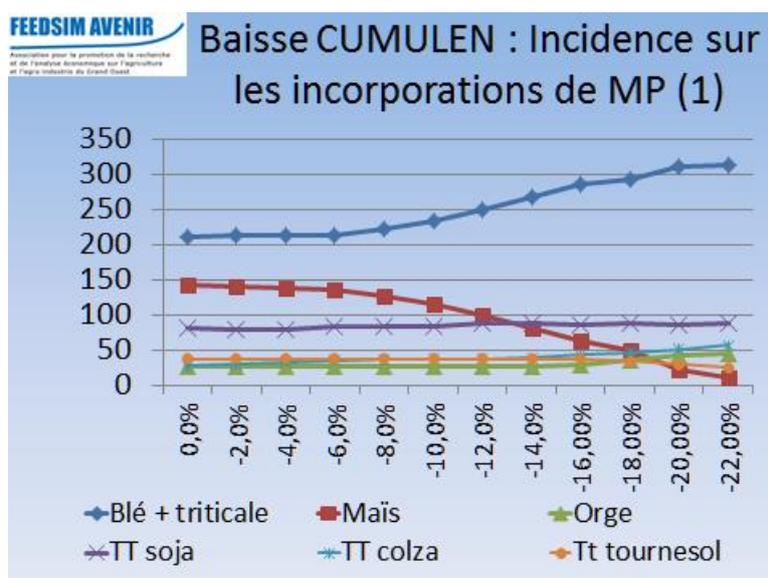
La réduction de CUMULEN se traduit rapidement (dès le taux de 14%) par une sensible augmentation du coût des aliments. A -22%, cette hausse serait de 4.7% pour l'ensemble des aliments, de 2.9% pour le porc, de 5.3 et 6.8% pour les volailles de chair et de ponte et attendrait même 8.4% pour les bovins. Jusqu'à -12% de réduction toutes les hausses de prix sont inférieures à 1% et s'accroissent par la suite.



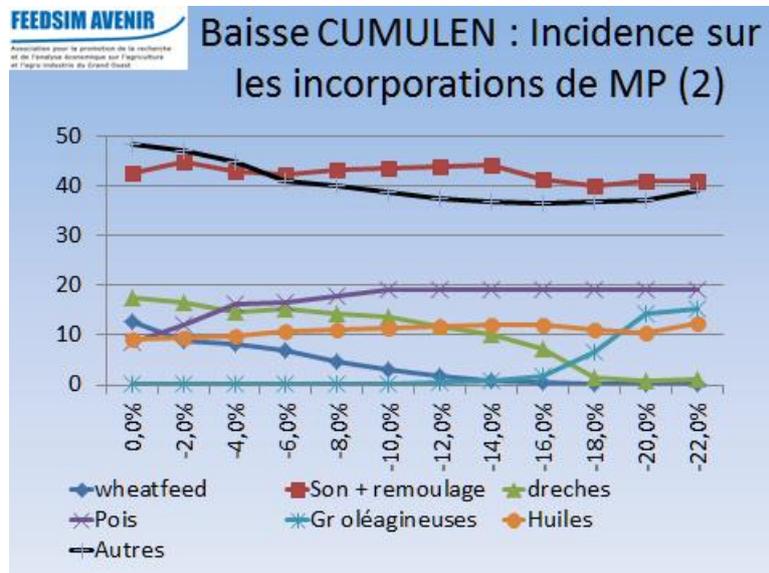
Comme pour les indicateurs précédents, la réduction de CUMULEN s'accompagne d'une diminution de 63% des émissions de GES pour la route (c'est-à-dire une diminution des tonnes*kilomètres de matières premières transportées par ce canal) et une augmentation de 28% des émissions du fer. Cela signifie qu'en première lieu on privilégie les matières premières locales et que dans un second temps, on substitue (quand c'est possible) la route par le fer pour les plus longues distances.



Au niveau des incorporations de matières premières, le phénomène principal est comme précédemment une presque disparition du maïs (-132 000 t soit -93%) qui est essentiellement remplacé par du blé (+102 000 t soit +50%) et à un plus faible degré par de l'orge (+18 000 t soit +46%). En ce qui concerne les tourteaux l'impact est faible sur le soja (+7 000 t soit +9%) qui progresse légèrement alors que le colza voit son tonnage plus que doubler et que le tournesol recule légèrement.

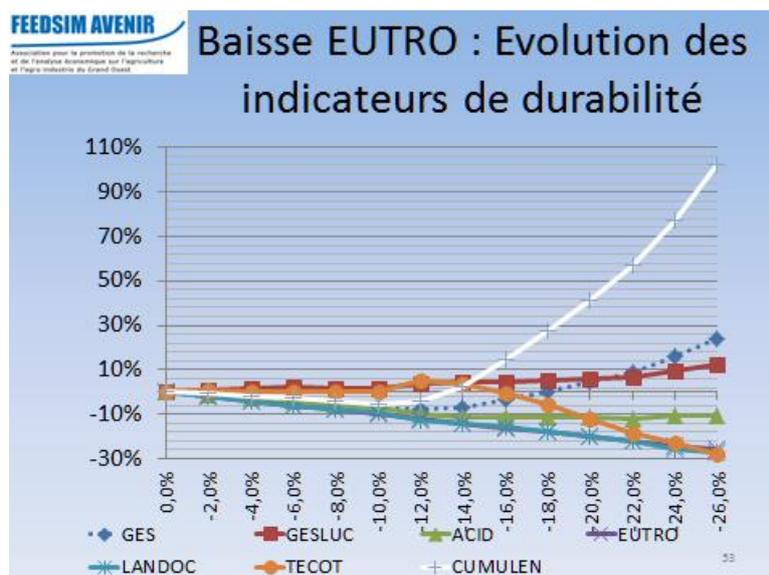


Au niveau des autres matières premières, on observe une quasi disparition du wheatfeed et des drêches, une stabilité des issues de céréales (son et remoulage) et plus qu'un doublement du pois qui atteint rapidement ses limites de disponibilité. Pour compenser l'écart de valeur énergétique entre le maïs et le blé, on a par ailleurs une forte progression des huiles végétales et surtout des graines oléagineuses.



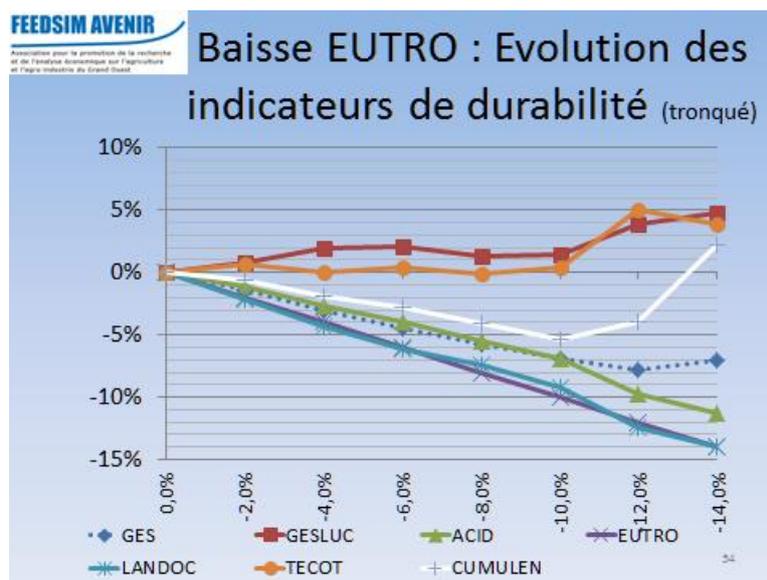
2.2.6. Réduction de EUTRO

On peut théoriquement réduire l'eutrophisation d'un maximum de 26%, mais au prix d'une hausse considérable de prix. A ce niveau de réduction on aurait une baisse de 27.5% de TECOT, de 27.2% de LANDOC et de 10.3% de ACID, mais en contrepartie, sans parler des coûts, on aurait une hausse de GES et GESLUC (+23.8 et +12.5%) et surtout une explosion de CUMULEN (+102.5%).

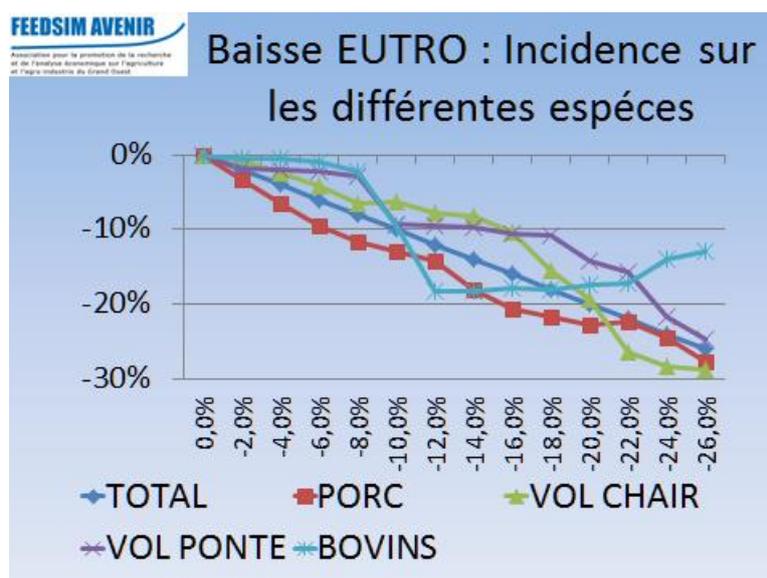


Dans une zone de baisse plus raisonnable de EUTRO (jusqu'à -14%), on observe alors des baisses pour ACID (-11.3%) et pour EUTRO et LANDOC (-14.0% chacun). En contrepartie CUMULEN progresse de 2.3% et TECOT de 3.9%. Au niveau des émissions de CO2, les évolutions sont a priori paradoxales puisque GESLUC augmente de 4.8% tandis que GES diminue de 7.1%. De la même façon la courbe d'évolution de CUMULEN est surprenante puisqu'après une première phase de baisse (jusqu'à une réduction d'EUTRO de 10%) l'indicateur se met ensuite à fortement augmenter.

Ces constatations s'expliquent naturellement par les évolutions d'incorporation des matières premières

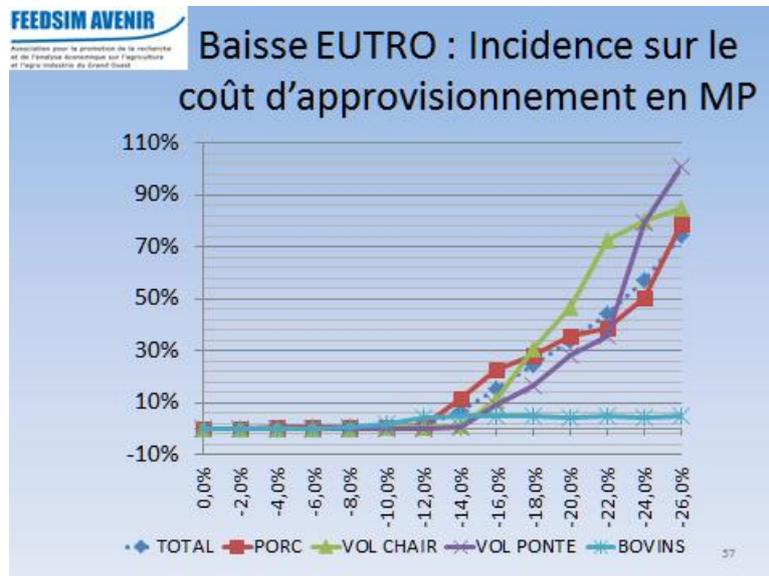


Au niveau théorique de réduction de 26%, c'est l'aliment volailles de chair (-28.8%) qui voit son indicateur diminuer le plus, suivi du porc (-27.8%) et des volailles de ponte (-24.8%). Pour les bovins la baisse est seulement de 13.0%.

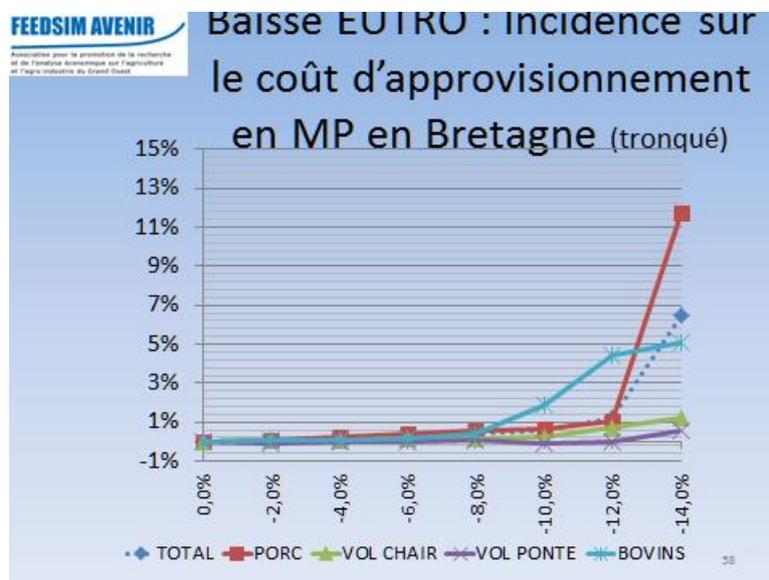


La réduction théorique maximum de EUTRO (-26%) entraîne des hausses de prix considérables : 74% pour l'ensemble des aliments, 101% pour les volailles de ponte, 85% pour les volailles de chair et 79% pour le porc. Par contre la hausse est relativement plus « limitée » pour les bovins (5%).

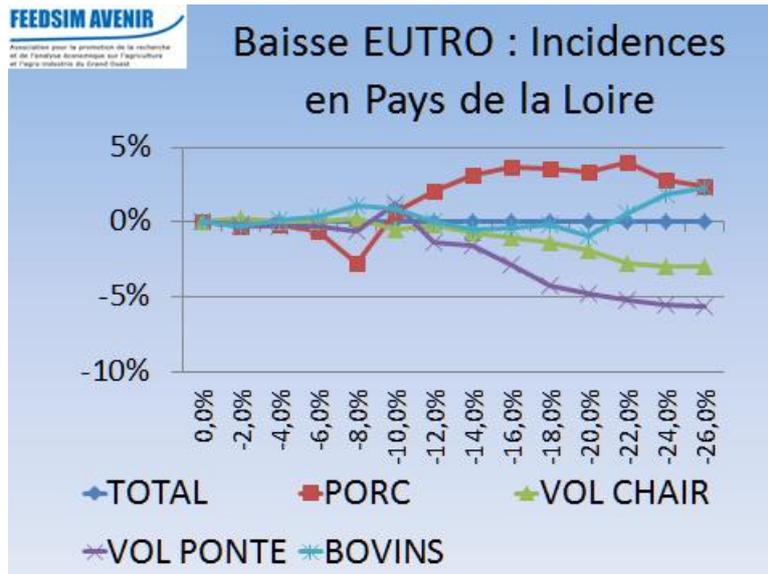
On doit donc se limiter à l'analyse de réductions plus modestes (jusqu'à -14%).



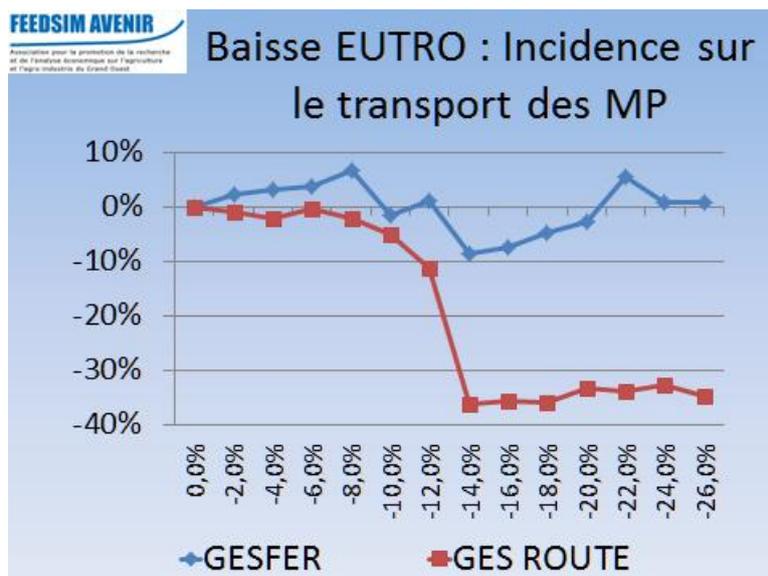
Au taux de réduction d'EUTRO de 14%, on a déjà une hausse de prix totale de 6.5%, de 5.1% pour les bovins et de 11.7% pour les porcs. Les augmentations de coût sont nettement plus limitées pour les volailles (+1.3% en chair et +0.6% en ponte). Pour le porc, la hausse de prix entre les réductions de 12 et 14% est très spectaculaire, en relation avec des substitutions importantes de matières premières.



Au niveau des Pays de Loire, les impacts sont relativement modérés en ce qui concerne l'indicateur EUTRO pour toutes les espèces. Des hausses de l'ordre de 2% en porcs et bovins, sont compensées par des baisses de 2 et 6% en volailles de chair et de ponte.



Au niveau du transport, alors que pour le fer, en GES ou tonnes * kilomètre, on a une oscillation de l'indice (entre + 10% et -10%) autour de 0% de variation, pour la route, on a une baisse, d'abord limitée jusqu'à -12% (environ -10%), puis brutalement une chute entre les réductions d'EUTRO de 12 et 14% et ensuite un relatif palier aux environs de -33%

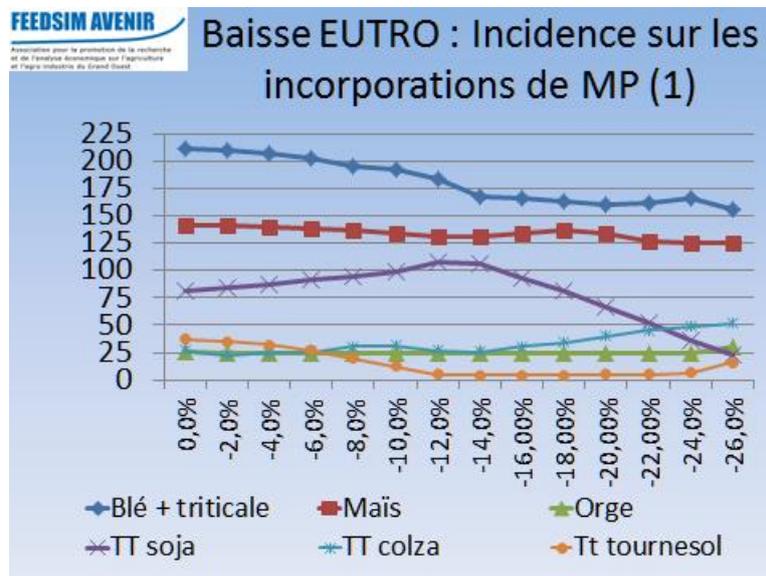


En ce qui concerne les incorporations de matières premières, on a une évolution totalement différente de celle observée pour les indicateurs précédents.

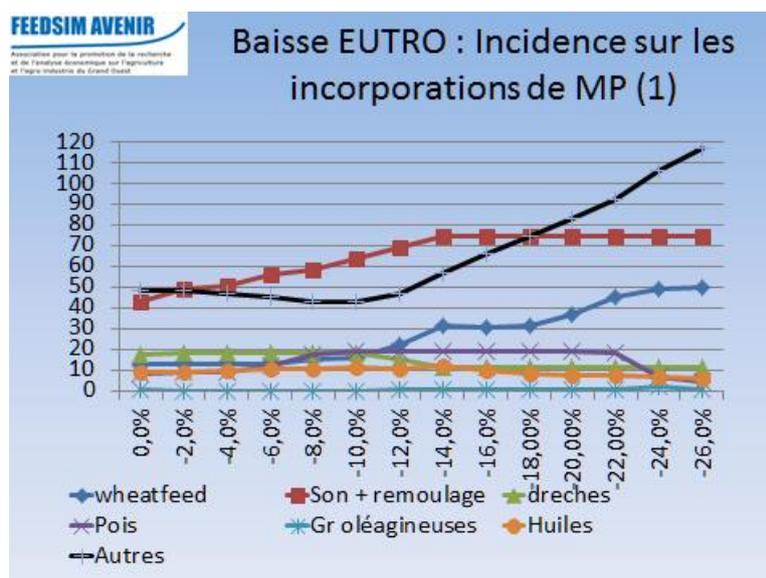
Au lieu d'augmenter, le tonnage de blé (et triticale) diminue de 56 000 t (-26%) tandis que celui de maïs diminue bien comme avant mais de façon limitée (-17 000 t, soit -12%).

Le tourteau de soja commence par augmenter jusqu'à une réduction d'EUTRO de 12 à 14%, puis diminue ensuite fortement pour perdre au total 59 000 t soit 72% de son tonnage initial. L'ajustement du soja s'effectue sur le tourteau de tournesol et non sur celui de colza comme précédemment. Entre 0 et 12% de réduction, le tonnage de soja augmente de 26 000 t alors que celui de colza est inchangé à 27 000 t et celui de tournesol diminue de 32 000 t (-86%).

Avec des réductions d'EUTRO plus importantes, le phénomène s'inverse, le tourteau de soja diminue de 85 000 tonnes par rapport à son maximum, le tourteau de colza progresse modestement de 27 000 t et celui de tournesol de 11 000 t.



Pour les autres matières premières, les évolutions d'incorporation sont aussi très spécifiques avec une nette discontinuité à la réduction d'EUTRO de 12%. Globalement le wheatfeed progresse fortement avec une multiplication par trois (+37 000 t), le son et les issues de blé progressent de 75% (+32 000 t) tandis que les drêches diminuent légèrement. Le pois après avoir atteint son maximum de disponibilités recule ensuite, tandis que les tonnages d'huiles végétales tendent à s'adapter aux variations du tourteau de soja et du pois pour équilibrer le niveau énergétique de la ration.

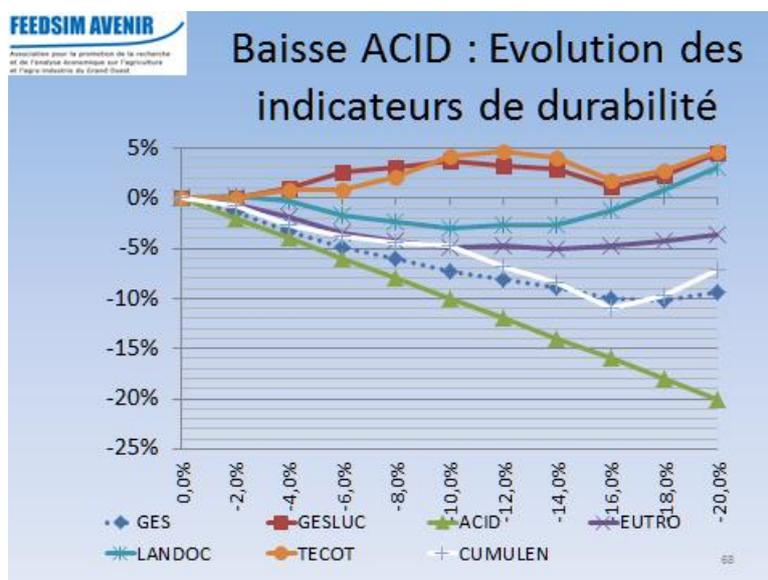


L'augmentation très forte au delà de -12% des matières premières réunies sous le vocable « autres », dont les acides aminés lysine et méthionine, met en évidence des infaisabilités technico-économiques de ces processus de fortes réductions.

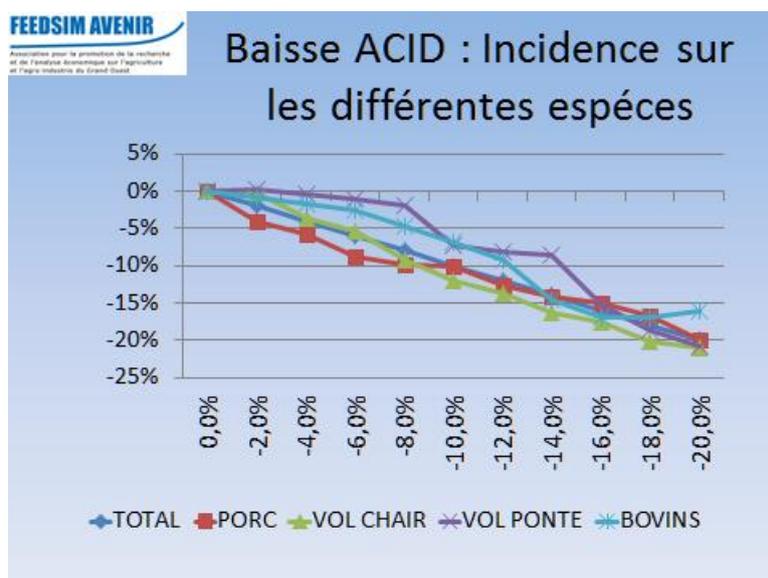
2.2.7. Réduction de ACID

Sur un plan théorique, l'indicateur ACID peut diminuer d'un maximum de 20%, cette baisse s'accompagnant d'une baisse pour GES (-9.4%), pour CUMULEN (-7.2%) et pour EUTRO (-3.6%). Les trois autres indicateurs s'inscrivent au contraire en hausse : TECOT +4.7%, GESLUC +4.6% et LANDOC +3.1%. Pour des indicateurs tels que LANDOC et CUMULEN, on observe des évolutions d'abord à la baisse, puis à partir d'un certain taux de réduction d'ACID (respectivement 10% et 16%) une inversion de tendance et une reprise plus ou moins forte.

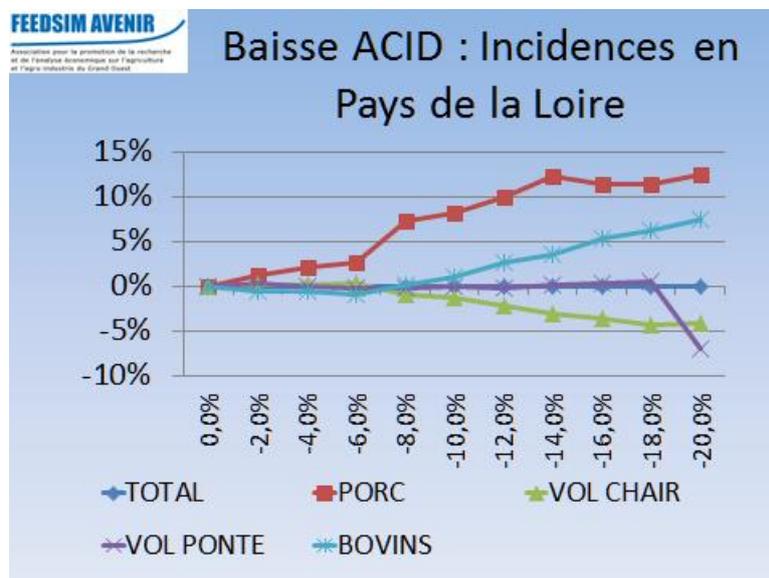
Cela est en relation avec des substitutions de matières premières très spécifiques.



En matière d'espèce animale, les aliments porcs diminuent au total de 20% comme l'ensemble des aliments, les bovins de 16.2% et les volailles de chair et de ponte de respectivement 21.0% et 20.7%.

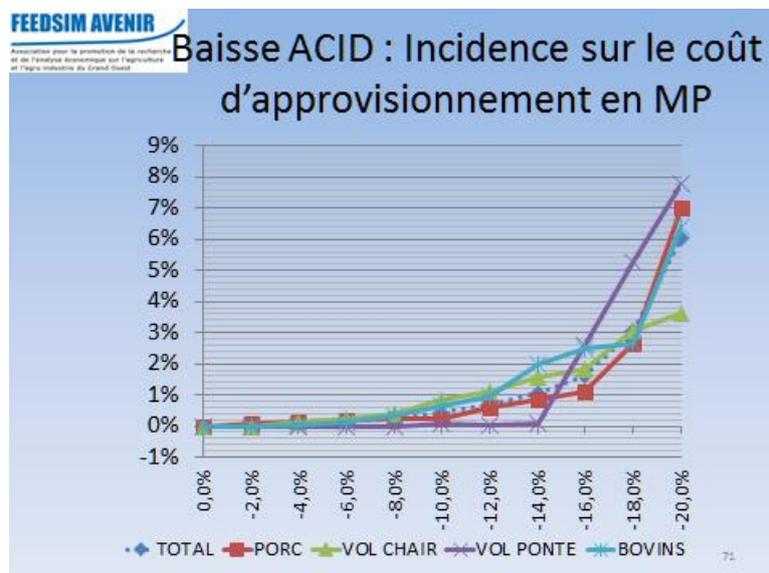


Au niveau des Pays de la Loire, la réduction bretonne en ACID se traduit par une nette augmentation pour porcs (+12.4%) et bovins (+7.5%) qui est compensée par des diminutions pour les volailles de chair et de ponte (-4.2 et -7.0%).

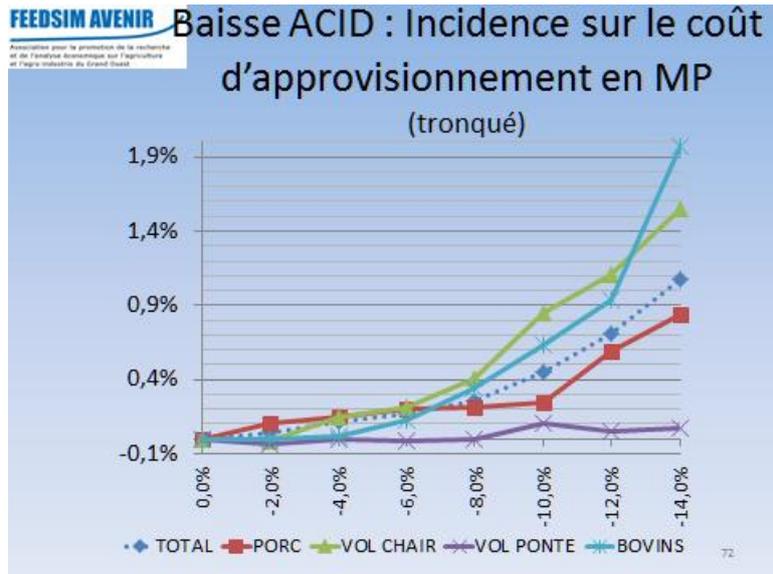


La baisse théorique de 20% d'ACID se traduirait par une hausse globale du coût matières premières de l'ensemble des aliments de 6.0%, avec un minimum pour les volailles de chair (+3.7%) et un maximum de 7.8% pour les volailles de ponte (+7.8%), les porcs et les bovins présentant des augmentations intermédiaires (+7.0 et +6.4%).

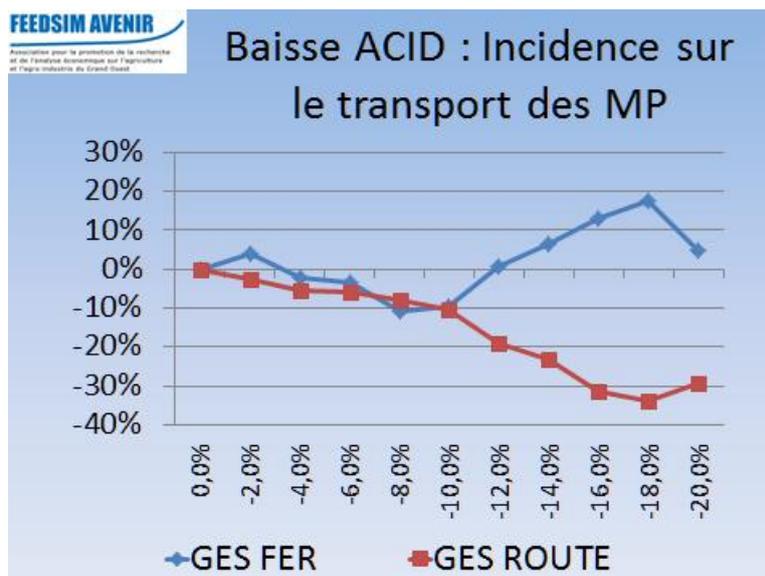
En ce qui concerne les volailles de chair on observe une nette rupture et une accélération de la hausse au niveau de réduction d'ACID de 14%.



Dans les premières phases de réduction d'ACID, les prix augmentent plus faiblement mais atteignent cependant 2.0% pour les bovins à -14% et 1.6% pour les volailles de chair, la hausse globale étant de 1.1%.



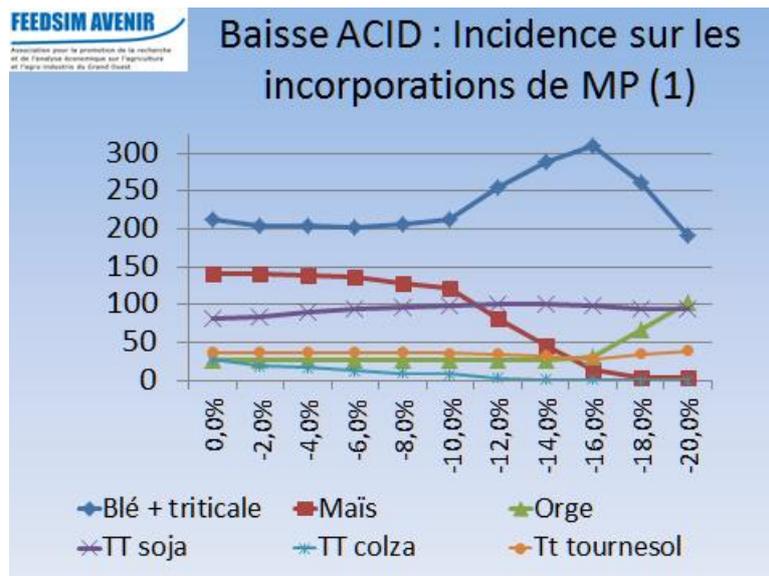
Au niveau de l'impact sur le transport, une baisse simultanée des tonnes * kilomètres pour la route et le fer jusqu'à une réduction de -10% avec une préférence donnée aux matières premières locales ; Au-delà de -10 %, on note une nette augmentation du trafic ferroviaire contrebalancée par une diminution notable de la route.



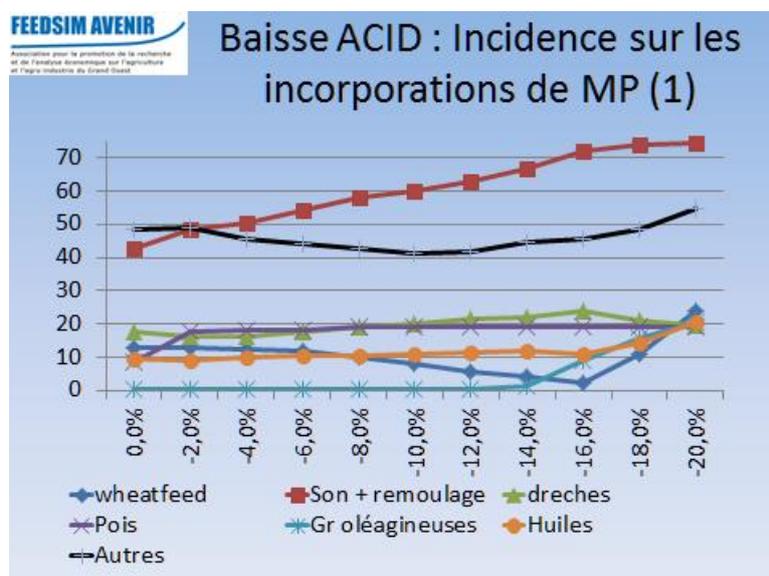
Au niveau des incorporations de matières premières jusqu'à une réduction de 10% d'ACID on a de faibles évolutions en ce qui concerne les céréales. Entre -10% et -16% de réduction d'ACID, le blé se met à augmenter de 98 000 t (+46%) tandis que le maïs tend à disparaître (-109 000 t). Dans la dernière phase de réduction l'évolution s'inverse pour le blé avec une diminution de plus de 100 000 t tandis que l'orge se met à augmenter fortement (+72 000 t). Globalement, par rapport au passage de référence, le blé retrouve au final pratiquement son niveau initial tandis que le maïs disparaît et l'orge voit son tonnage multiplié par quatre.

En ce qui concerne les tourteaux, les évolutions sont plus modestes. Le tourteau de soja après une première phase d'augmentation (+20 000 tonnes à -14%) diminue par la suite pour, in fine se situer seulement 14 000 t (+17%) au-dessus de sa valeur d'origine. Le tourteau de colza disparaît tandis que le tourteau de tournesol évolue peu.

Globalement le tonnage total de céréales recule de 82 000 t (-22%) et celui de tourteaux de 11 000 t (-8%).



Au niveau des autres matières premières, toutes s'inscrivent en progression pour compenser le recul global des céréales et tourteaux. C'est particulièrement le cas du wheatfeed (+84%) et des sons et issues (+74%). Dans le même temps, le pois progresse et atteint rapidement son niveau de saturation (19 000 t), pour contrebalancer le recul des matières premières les plus énergétiques (céréales et en particulier maïs) les incorporations de graines oléagineuses, nulles au départ atteignent 20 000 t et celles d'huiles végétales (+11 000 tonnes) font plus que doubler.



2.3. Les coûts marginaux de réduction un à un des divers indicateurs

Toute forme de réduction imposée au niveau régional pour un indicateur environnemental quelconque se traduit par une hausse du coût matière des aliments plus ou moins importante. Il est intéressant d'examiner dans chaque cas le coût par unité de réduction (tonne de CO₂, kilo de phosphore, etc.).

On distingue classiquement deux types de coûts unitaires, le coût moyen et le coût marginal.

Le coût moyen est calculé en divisant, pour une valeur donnée de la réduction de l'indicateur considéré, l'augmentation du coût total par la réduction totale de l'indicateur. Il y a donc une valeur unitaire moyenne différente pour chaque niveau de réduction, ce coût unitaire tendant à augmenter au fur et à mesure que la réduction augmente.

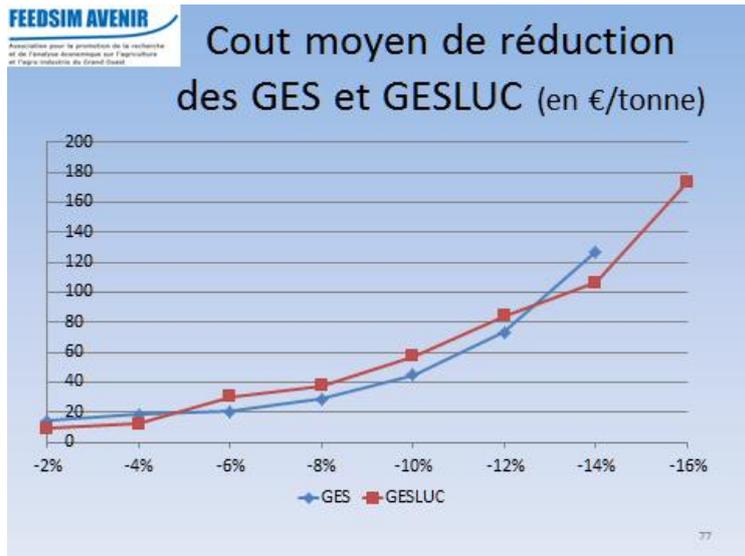
Le coût marginal est obtenu en divisant l'augmentation de coût calculé entre x et $x+\delta$ de réduction et la réduction de l'indicateur entre x et $x+\delta$. Delta représente le pas de calcul des réductions (en l'occurrence 2%). Comme pour le coût moyen, le coût marginal tend à augmenter avec le taux de réduction (une même réduction est d'autant plus coûteuse à obtenir que l'on a déjà réalisé une forte réduction), les premières réductions étant les plus « faciles ».

L'intérêt du coût (unitaire) marginal est que sur un plan théorique il peut être interprété comme la taxe équivalente qui, appliquée à l'indicateur considéré, conduirait à la réduction considérée de l'indicateur. Ce résultat est démontré pour des fonctions continues et approché pour des fonctions « par palier » telles que celles obtenues comme résultats de la programmation linéaire.

2.3.1. GES et GESLUC

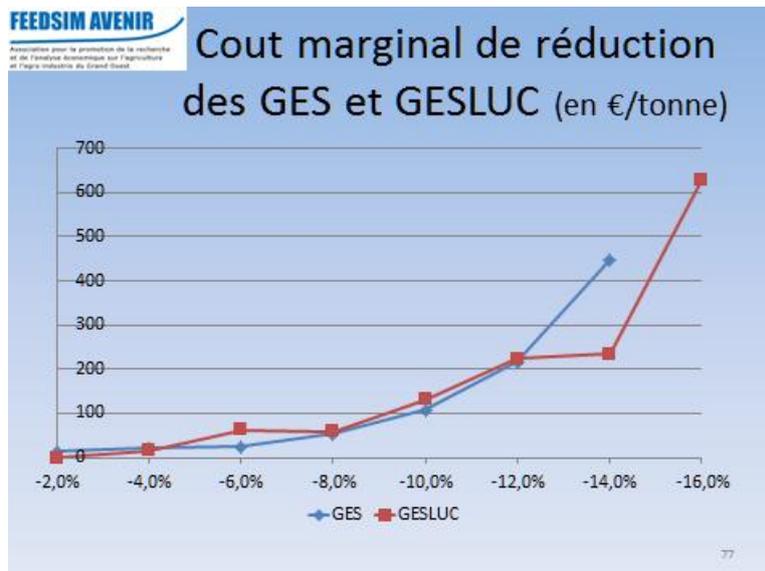
D'un point de vue purement « technique » on peut réduire les GES au maximum de 14% soit 580 000 tonnes de CO₂ sur une année avec une hausse de coût de 74 millions d'€ (+3.3%) soit un coût moyen de 127 €/tonne. Pour les GESLUC on peut aller jusqu'à -16% avec une réduction sur une année de 772 000 tonnes de CO₂ et une hausse de coût de +134 M€ (+6.3%) soit un coût moyen pour ce niveau de réduction de 173€/t de CO₂.

La courbe suivante montre l'évolution des coûts moyens pour les deux indicateurs.



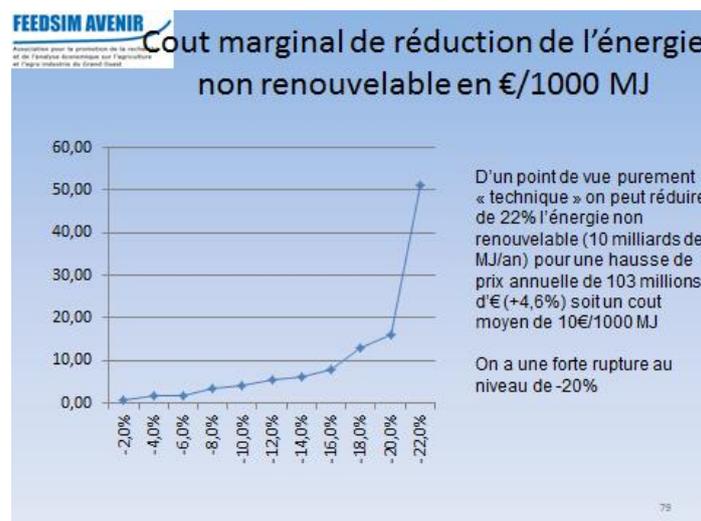
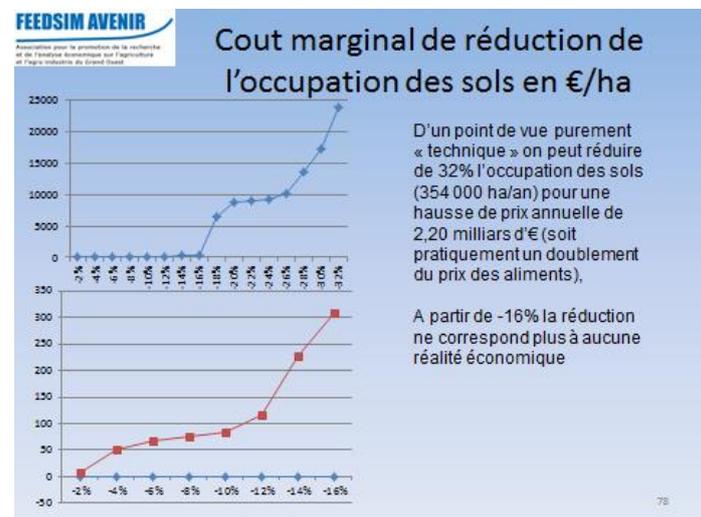
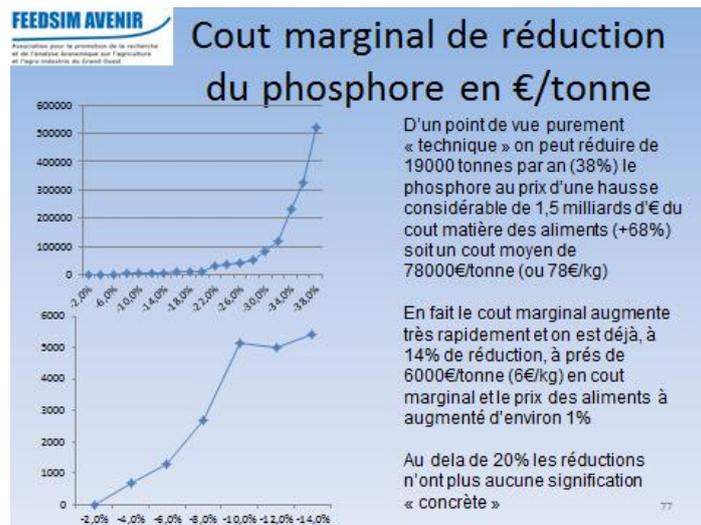
En ce qui concerne les coûts marginaux, à partir de -10%, on atteint des niveaux très élevés. Les valeurs finales (448€/tonne de CO² pour GES et 628 pour GESLUC) indiquent les taxes qu'il faudrait théoriquement imposer sur le CO² pour obtenir les réductions d'émission correspondantes (respectivement 14 et 16%). Ces valeurs sont sans commune mesure avec le prix du carbone sur le marché.

On peut noter qu'une taxe de l'ordre de 55€/t CO² réduirait les émissions de GES et de GESLUC d'environ 8%, mais coûterait à la filière nutrition animale sur une année environ 210 millions



2.3.2. TECOT, LANDOC, CUMULEN

Les figures suivantes présentent ces mêmes analyses pour les autres indicateurs principaux.



2.4. Conclusions

- Les substitutions entre matières premières à formulation nutritionnelle constante et l'optimisation de l'approvisionnement permettent certaines améliorations au niveau du développement durable, mais sont limitées par les disponibilités et les hausses rapides de coût ;
- Il existe un écart considérable entre le niveau maximum des réductions possibles de chaque indicateur d'un point de vue « technique » et les possibilités économiques ;
- Il existe de nombreuses interactions entre catégories d'aliments composés et régions liées à la concurrence sur certains approvisionnements ;
- Les matières premières qui pourraient bénéficier d'un intérêt plus grand des fabricants dans le cadre d'une amélioration de la durabilité de l'approvisionnement en matières premières seraient les coproduits céréaliers, le blé au détriment du maïs et les protéagineux. Les tourteaux de colza et de tournesol sont le plus souvent intéressants même si le soja est dans la plupart des cas peu affecté. Seules les réductions des émissions de GESLUC et TECOT affectent significativement à la baisse les incorporations de tourteau de soja.
- Les leviers à la disposition des FAB semblent nettement plus limités que les impacts obtenus par
 - Augmentation des disponibilités en certaines matières premières (protéagineux, tourteau de colza, coproduits céréaliers etc.,)
 - Amélioration des conditions de production agricole de certaines matières premières de base (ITK blé, etc.)
- Enfin, il faut mentionner que nous n'avons étudié que le maillon de la nutrition animale sachant que le poids de la nutrition animale dans la durabilité des productions animales est, par exemple pour les émissions de GES, de seulement 50 % dans le cas du porc et de plus de 75 à 80 % dans le cas des volailles comme le montre nos estimations ci-dessous.

FEEDSIM AVENIR
Association pour la promotion de la recherche et de l'analyse économique sur l'éleviculture et l'agro-industrie du Grand Ouest

Les émissions de GES d'animaux nourris par des aliments complets (kg eq CO₂) – MOY 2012-2014

GES Alim Dinde (poids 9,64 kg abattage)	15,2	GES Alim Poulet (1,9 kg abattage)	2,1
GES TOT Dinde	18,7	GES TOT POULET	2,7
GES/ kg vif DINDE	1,94	GES/ kg vif POULET	1,42
GES ALIM TOT / PORC	152	GES Alim Poule pondeuse	23,0
GES TOT / PORC	317	GES TOT POULE PONDEUSE	28,7
GES/ kg vif PORC	2,75	GES/ kg d'OEUFS	1,42

75 à 80% des émissions induites par l'alimentation en volailles
 50 % seulement en porc

III Approche territoriale multicritère (Base Juin 2012)

3.1. Méthodologie

Ces calculs au niveau territorial réalisés avec le modèle FEEDSIM Grand-ouest et une forme modifiée pour la fonction objectif ont été réalisés sur le mois de juin 2012 (considéré comme un mois moyen en terme de ratio de prix sur la période 2011-2014) avec en particulier les prix et les disponibilités en matières premières correspondant à cette période.

La fonction objective à minimiser s'écrit :

$$F = \alpha * \text{Cout}/\text{Coutref} + (1 - \alpha) * (2/5 * \text{GESLUC}/\text{GESLUCref} + 1/5 * \text{TECOT}/\text{TECOTref} + 1/5 * \text{CUMULEN}/\text{CUMULENref} + 1/5 * \text{LANDOC}/\text{LANDOCref})$$

Où Coutref, GESLUCref, TECOTref, CUMULENref, LANDOCref sont les valeurs du coût matière et des divers indicateurs calculés par optimisation de la fonction objectif classique (moindre coût d'approvisionnement) et α est un coefficient de pondération entre le facteur économique (ratio de coût d'approvisionnement) et le facteur environnemental (somme pondérée des ratios pour les 4 indicateurs retenus). Dans la composante environnementale GESLUC est introduit avec un poids double des trois autres indicateurs).

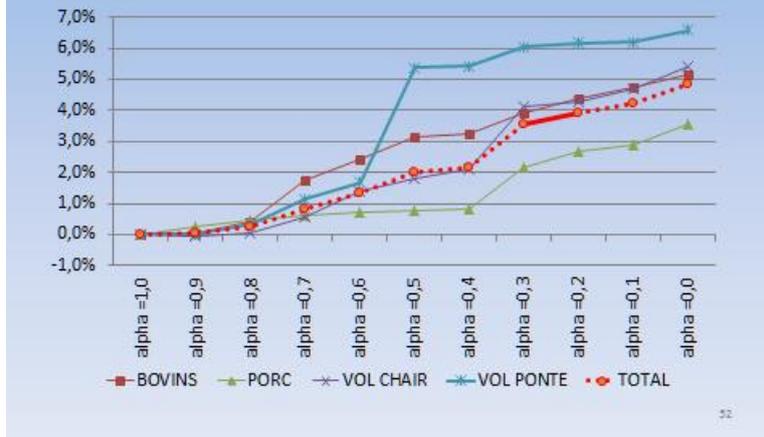
On fait varier α de 1 à 0. Lorsque $\alpha=1$ on retrouve la fonction économique classique et par construction la fonction multiobjectif vaut 1. Plus on diminue α (par pas de 0.1) plus on donne de « poids » à l'environnement et moins on donne de poids à l'économique. Lorsque $\alpha=0$ on ne prend en compte que les aspects environnementaux.

A titre indicatif sur un tonnage de 980 000 tonnes d'aliments composés produits au cours du mois de juin 2012 dans les trois régions du Grand-ouest, les aliments porcs représentent 38%, les aliments volailles de chair 32%, les aliments bovins 16%, les aliments volailles de ponte 11% et les aliments « autres » (essentiellement lapins et ovins) seulement 3%. Pour des raisons de lisibilité des graphiques suivants, les résultats relatifs à la catégorie « autres » n'ont pas été représentés.

3.2. Résultats de simulation par catégorie d'aliments composés

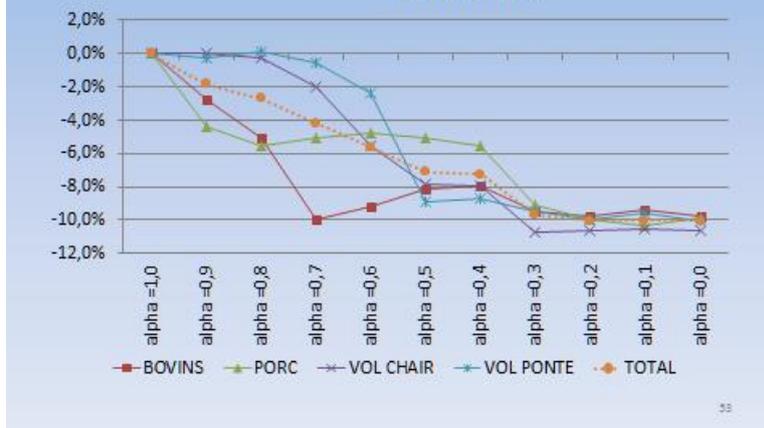
Les coûts matière évoluent en fonction de l'évolution de α et ce, de façon différente pour les diverses catégories d'aliments composés. Comme indiqué précédemment, tous les ratios de prix valent 1 quand α vaut 1 et ceux-ci augmentent quand α diminue.

Evolution des ratios de cout MP par espèce animale



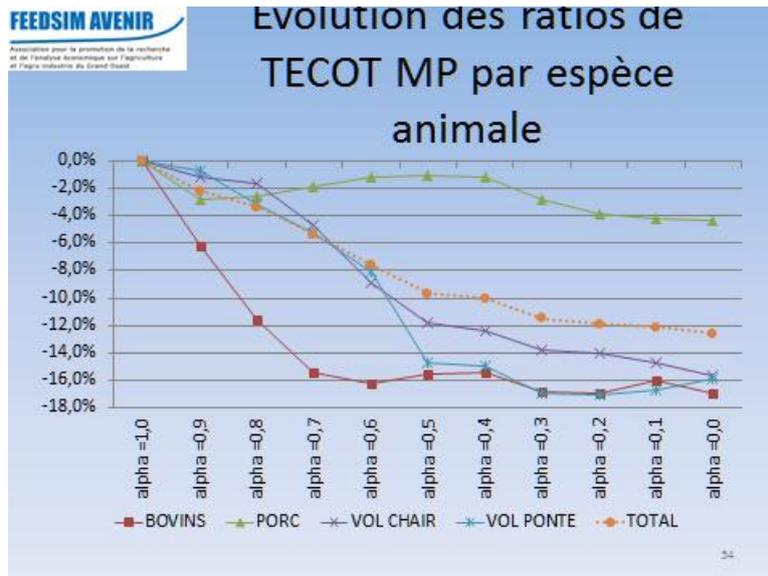
Le coût matière augmente de 4.8% pour l'ensemble des aliments composés, un peu plus pour les bovins et volailles de chair. Alors que pour le porc la hausse est plus faible (3.6%), elle est plus forte pour les volailles de ponte.

Evolution des ratios de GESLUC MP par espèce animale

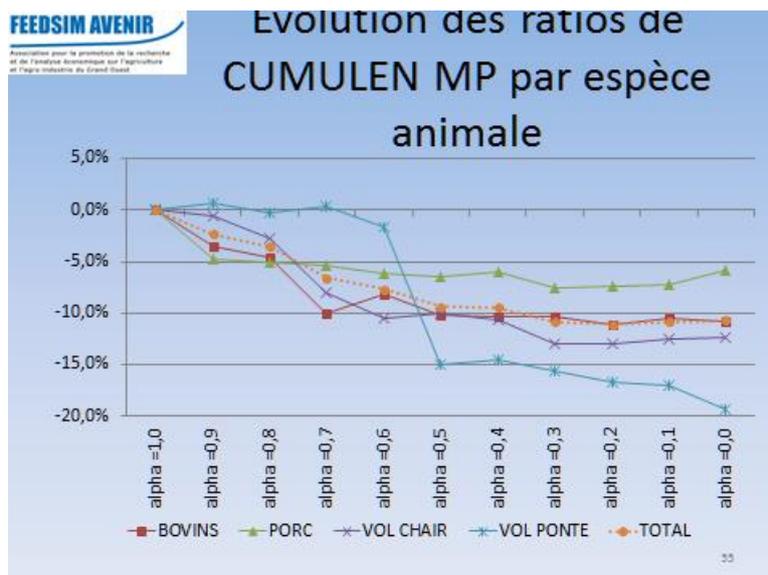


Pour tous les indicateurs de développement durable, on a retenu les valeurs correspondant aux seules matières premières à l'exclusion du transport et du process.

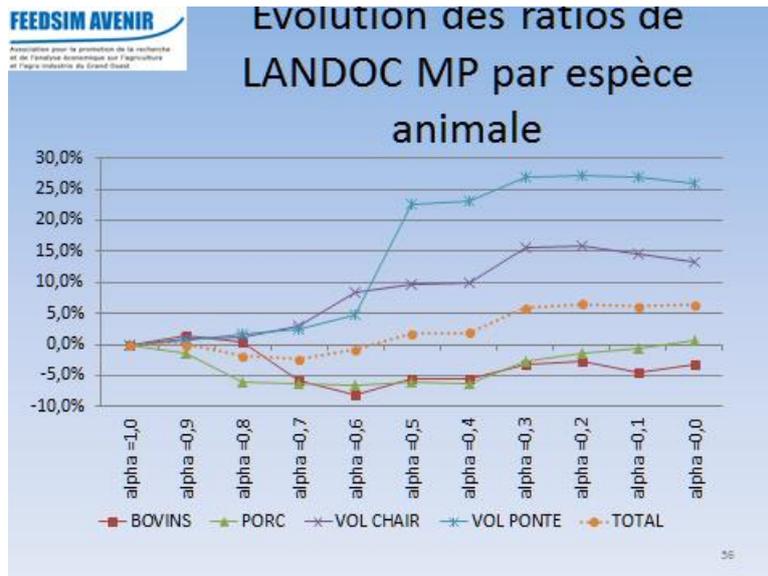
Pour les GESLUC qui apparaissent dans la fonction objectif, la baisse est de l'ordre de 10% pour toutes les espèces lorsque α est inférieur ou égal à 0.3. Pour les valeurs plus proches de 1, on observe dans un premier temps de fortes baisses pour les bovins et dans une certaine mesure les porcs, et au contraire pour les volailles de chair et de ponte il faut attendre que α atteigne 0.7 pour observer un début de baisse significatif.



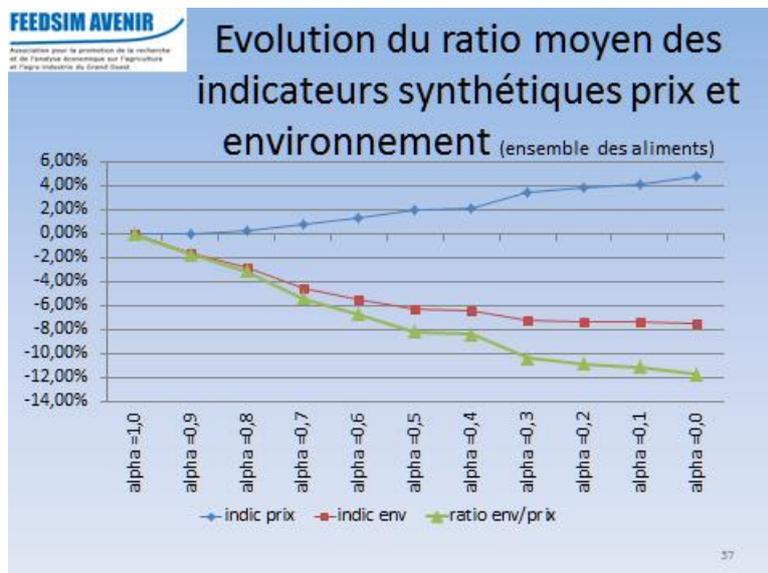
Pour TECOT la baisse pour l'ensemble des aliments est d'environ 12%, de 16% pour les bovins, volailles de chair et de ponte, mais seulement de 4% pour les porcs. La diminution du ratio pour les bovins s'amorce beaucoup plus rapidement que pour les autres espèces.



Pour CUMULEN la baisse maximale pour l'ensemble des aliments (comme pour les bovins) est d'environ 11%. Elle est plus importante de façon limitée pour les volailles de chair (-12%) et surtout pour les volailles de ponte (-19%). Pour cette dernière catégorie la diminution s'effectue de façon brutale quand α passe de 0.6 à 0.5. Pour le porc, la baisse maximum est seulement d'environ 5%.

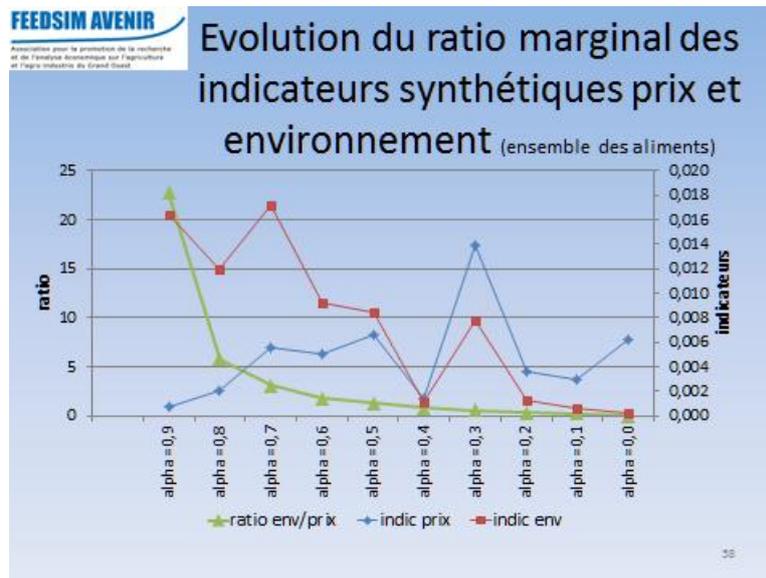


L'évolution du ratio de LANDOC est très différente de celle des autres indicateurs. Pour l'ensemble des aliments, bien que cet indicateur soit pris en compte dans la fonction objectif à minimiser, le ratio augmente d'un peu plus de 6%. Après avoir sensiblement baissé pour des valeurs intermédiaires de α , le ratio pour le porc retrouve pratiquement son niveau de départ quand α vaut 1. L'aliment bovin est le seul pour lequel on enregistre une certaine baisse (-3%). Pour les aliments volailles de chair et de ponte on observe en sens inverse de fortes hausses de respectivement 13 et 26%. Ces résultats illustrent à nouveau le caractère antagoniste entre LANDOC et les autres indicateurs. Toutes ces évolutions s'expliquent naturellement par les changements de composition des aliments (global et par espèce animale) lorsque α diminue et que l'on prend de plus en plus en compte les critères environnementaux.



Lorsque α passe de 1 à 0, l'indicateur synthétique prix augmente de 4.8% et celui, pondéré, des impacts environnementaux diminue de 7.4%. Le ratio entre ces deux indicateurs ne cesse de diminuer (-11.7%). On observe globalement des variations dans la pente des trois courbes avec une tendance à l'« aplatissement » à partir de $\alpha=0.3$.

Il est intéressant de prendre en compte ces différences de pentes pour définir une « valeur optimale » de α .



Sur ce graphique on a représenté les variations (en valeur absolue) des deux indicateurs (exprimés en pourcentage) entre deux valeurs successives de α . Ainsi quand ce paramètre de pondération passe de 1 à 0,9, l'indicateur prix augmente de 0,0007 tandis que l'indicateur « environnement » diminue (en valeur absolue) de 0,0164, soit un ratio environnement/prix d'environ 23. Cela signifie que l'amélioration de l'environnement est 23 fois plus importante que la hausse de prix. Quand α passe de 0,9 à 0,8, on a une hausse du prix de 0,0021 et une baisse de l'indicateur environnemental de 0,0120 soit un ratio d'environ 6. Quand α continue à diminuer le ratio des deux indicateurs continue à diminuer pour atteindre à la fin 0,036. **Ce ratio passe par une valeur de 1,26 pour $\alpha=0,5$ et 0,79 pour $\alpha=0,4$. C'est donc entre ces deux valeurs de α que le ratio vaut 1 qui correspond à la situation où l'augmentation de prix est exactement compensée par la diminution de l'impact environnemental.**

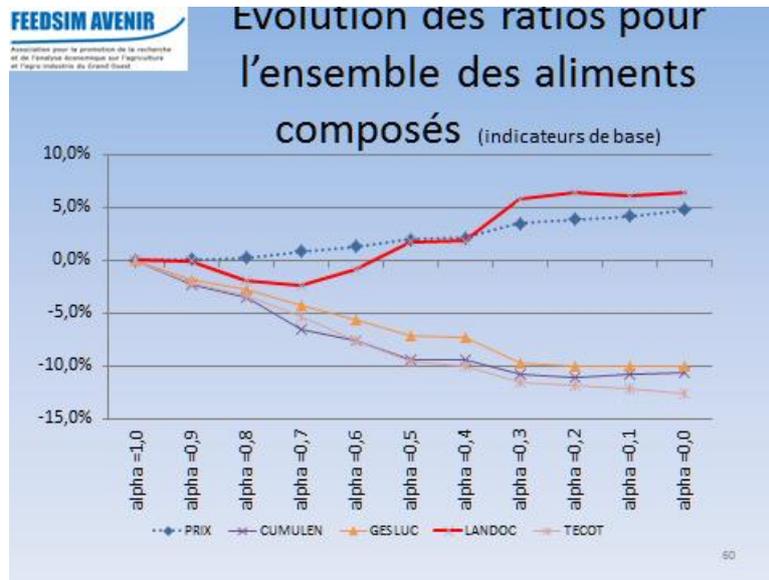
On peut s'étonner par la forme des deux courbes prix et environnement lorsque α passe de 0,5 à 0,4. Elles indiquent qu'entre ces deux valeurs, il y a de très faibles modifications de composition des aliments en terme de matières premières et donc que prix et environnement varient très peu.

3.3. Résultats des simulations par indicateur de développement durable et utilisations de matières premières

Dans les graphiques suivants on a séparé les 4 indicateurs qui sont pris en compte dans la fonction objectif (GESLUC, CUMULEN, TECOT, LANDOC) et 4 autres indicateurs importants (GES, ACID, ENTOT et EUTRO). Il est en particulier intéressant de noter certaines différences d'évolutions qui peuvent apparaître entre des indicateurs « voisins » tels que GES/GESLUC et ENTOT/CUMULEN.

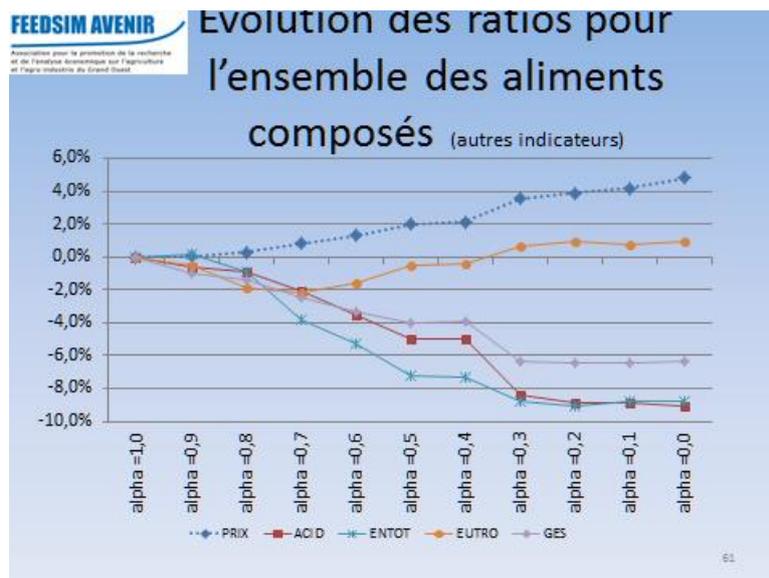
3.3.1. Ensemble des aliments composés

Comme observé précédemment trois des quatre indicateurs inclus dans la fonction objectif (GESLUC, CUMULEN et TECOT) font apparaitre une baisse de l'ordre de 10% quand α diminue de 1 à 0, tandis que LANDOC, après avoir baissé légèrement dans un premier temps, finit par augmenter de plus de 5%.

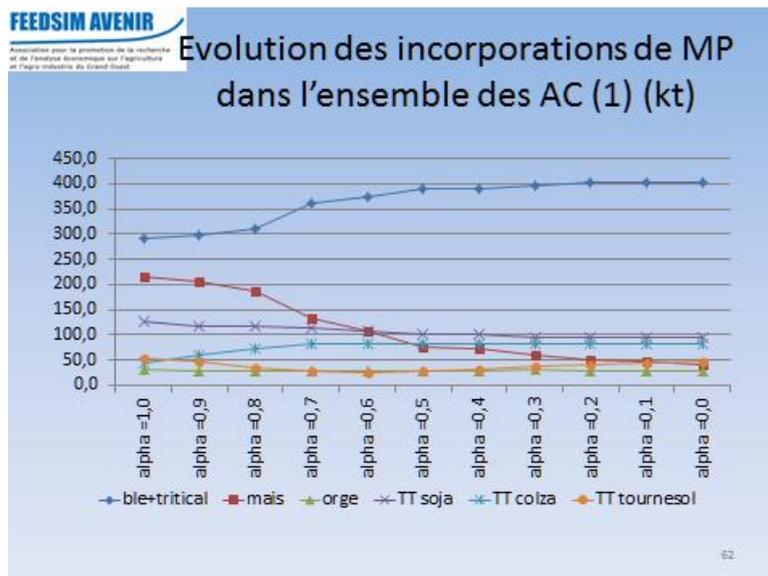


La hausse de prix quand $\alpha=0$ est de 4.8%.

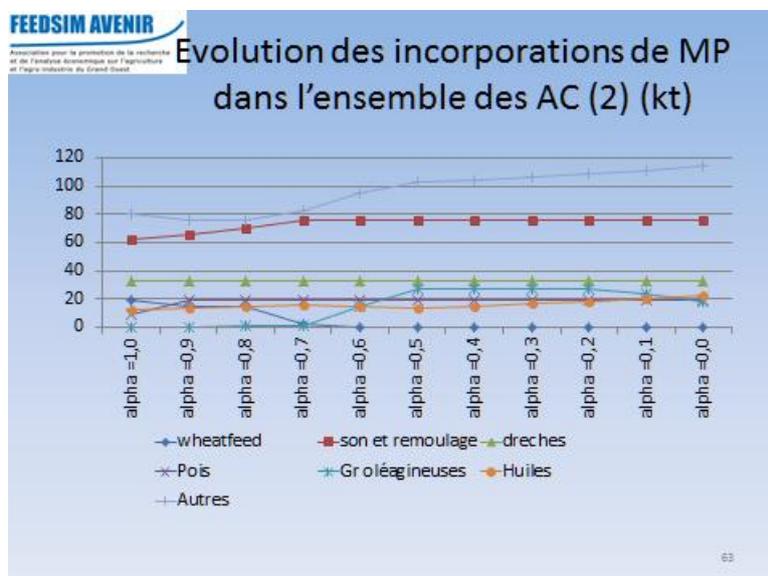
Trois des quatre autres indicateurs environnementaux s'inscrivent en baisse de 6 à 9%, tandis que EUTRO, après avoir légèrement baissé dans un premier temps, finit par légèrement augmenter (de moins de 1%). Alors que la baisse maximum de GESLUC est de 10%, celle de GES est de seulement 6.4%. De même la baisse de CUMULEN est de 10.7% alors que celle de ENTOT est de seulement 8.7%.



On observe donc un effet d'entraînement global sur (presque) tous les indicateurs qu'ils soient pris en compte dans la fonction objectif ou non, mais avec des amplitudes plus faibles pour ces derniers.



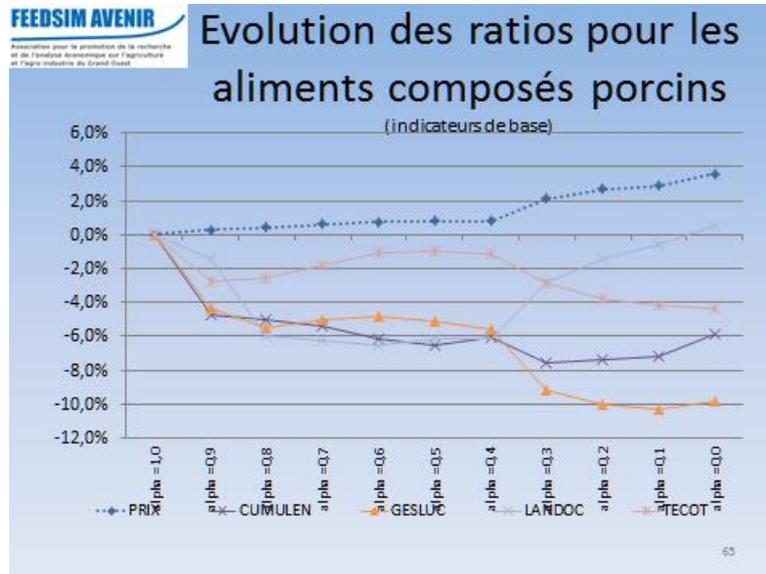
Lorsque α diminue, l'évolution principale est une forte substitution du maïs (-173 000 tonnes sur le mois) par du blé (et du triticale) +111000 tonnes. L'orge varie très peu. On constate aussi un net recul du tourteau de soja (-32 000 t) qui est remplacé par plus de tourteau de colza (+37000 t). La substitution du maïs par le blé permet de diminuer les valeurs en GESLUC et CUMULEN, mais tend à augmenter les valeurs en TECOT et LANDOC. La substitution du tourteau de soja par du tourteau de colza, permet de diminuer fortement le GESLUC et notamment TECOT, CUMULEN et LANDOC.



Parmi les autres matières premières, on a une disparition du wheatfeed, et des hausses des sons et remoulage, pois, huiles et graines oléagineuses. Ces dernières ont pour objet de compenser dans les formulations la différence énergétique entre le blé et le maïs et aussi entre le tourteau de soja et celui de colza. Pour le pois, après une première augmentation on atteint rapidement la saturation des disponibilités. La forte augmentation de la catégorie « autres » est presque totalement due à la forte augmentation des utilisations de corn-gluten-feed (cgf).

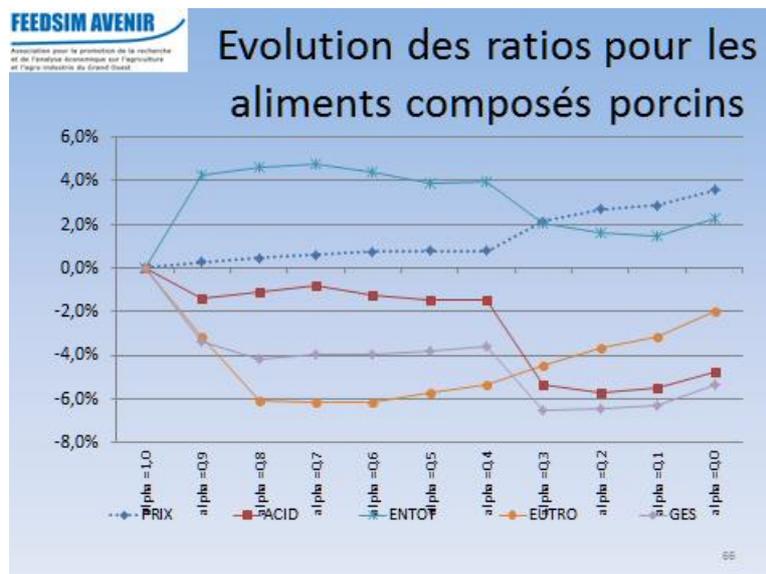
3.3.2. Aliments composés pour porcs

Les aliments composés pour porcins représentent dans le Grand-ouest la principale catégorie avec environ 38% du total.

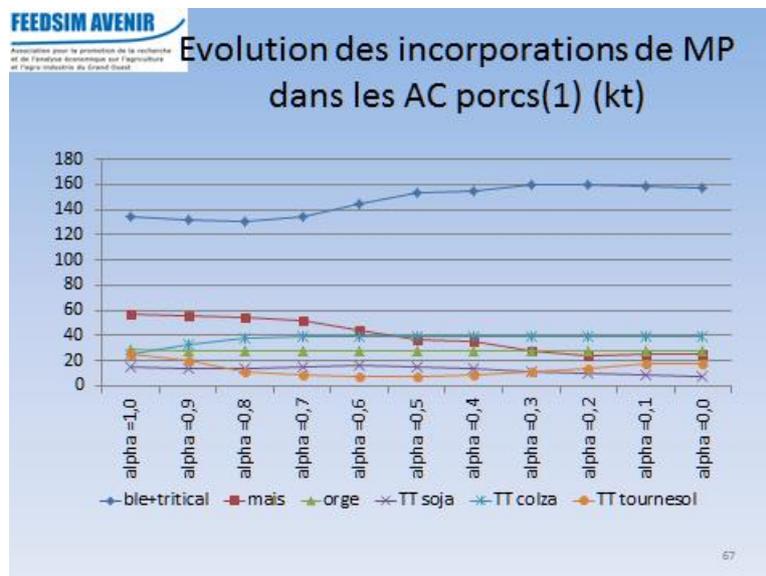


En ce qui concerne les quatre principaux indicateurs, on observe une hausse de prix de 3.6% une baisse plus ou moins importante de trois des paramètres d'environnement (GESLUC, TECOT et CUMULEN) et une très légère hausse de LANDOC de 0.6%. GESLUC présente la plus forte baisse (-9.8%), devant CUMULEN (-5.9%) et TECOT (-4.4%).

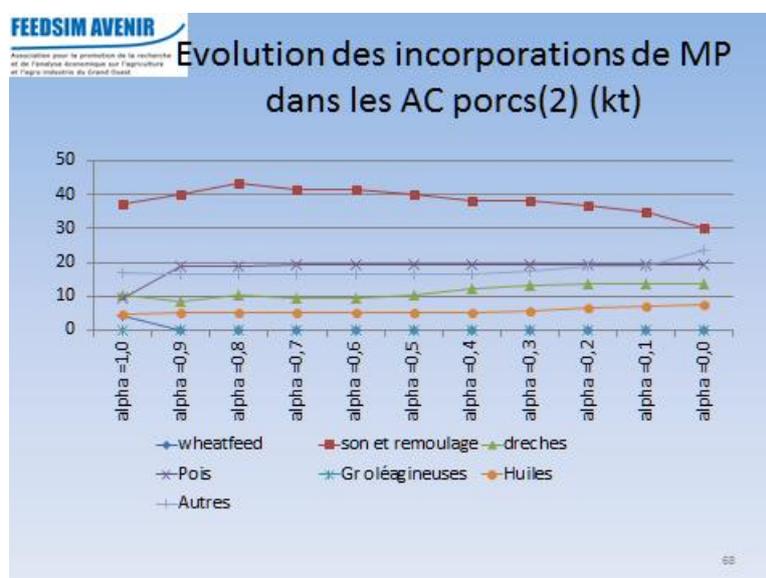
La forme des différentes courbes est très différente. Les quatre indicateurs diminuent sensiblement dès $\alpha=0.9$, mais alors que la baisse s'amplifie de façon assez régulière pour GESLUC et CUMULEN, on a pour TECOT une remontée pour les valeurs moyennes de α suivie d'une nouvelle baisse. Pour LANDOC, l'évolution est tout à fait spécifique. Après avoir baissé d'un maximum de 6.5% pour $\alpha=0.6$, on a ensuite une forte remontée très marquée à partir de 0.4.



Les autres indicateurs s'incrinvent à la baisse quand $\alpha=0$ (-4.8% pour ACID, -5.4% pour GES et -2.0 pour EUTRO) sauf ENTOT qui après avoir connu une hausse de près de 5% termine avec une progression de 2.3%. Là aussi les formes des courbes sont assez irrégulières en liaison avec les substitutions entre matières premières.



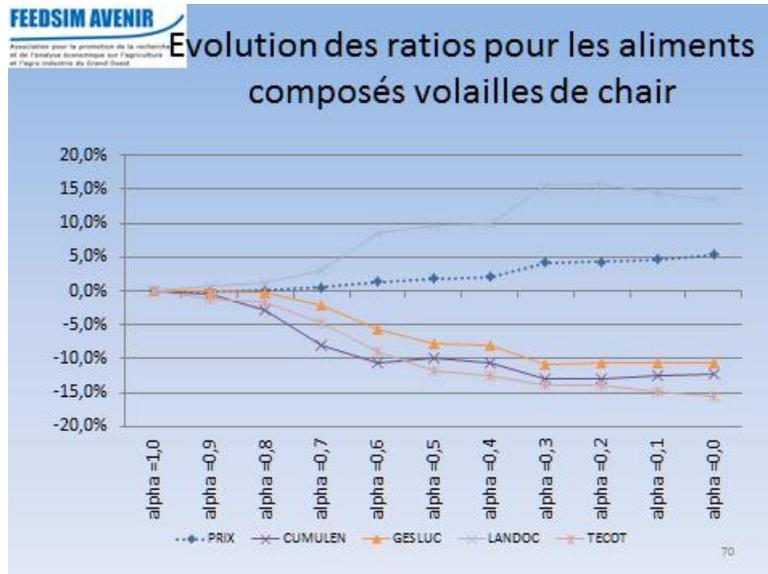
Comme dans le cas de l'ensemble des aliments composés on a une progression du blé (+23 000 t sur le mois) et une baisse du maïs (-31 000 t) et aussi un recul du tourteau de soja (-8 000 t) qui était déjà faible en pourcentage quand $\alpha=1$ et une progression du tourteau de colza (+13 000 t). Les mécanismes généraux de substitution s'expliquent de la même façon que pour l'ensemble des aliments composés.



Pour les autres familles de matières premières on a une progression du pois (qui atteint rapidement son maximum de disponibilités) ainsi que des huiles végétales (afin de compenser le niveau énergétique de la ration).

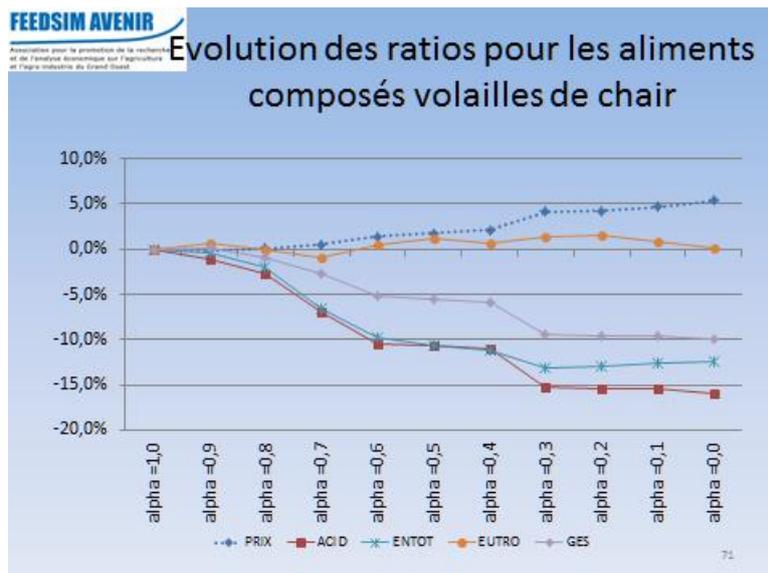
3.3.3. Aliments composés pour volailles de chair

Les aliments composés pour volailles de chair constituent la seconde catégorie avec environ 32% du total.

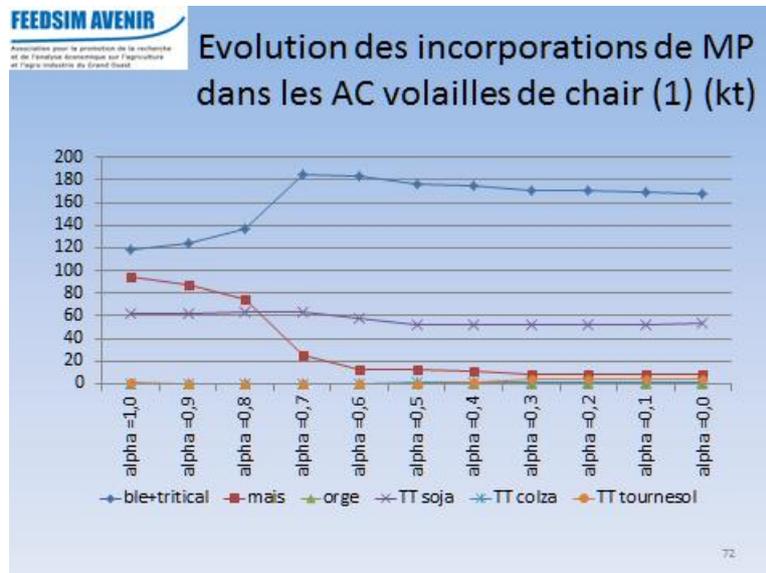


La hausse de prix quand $\alpha=0$ est de 5.4% soit sensiblement plus que pour les aliments composés porcs (+3.8%) et pour l'ensemble des aliments composés (+4.8%). Cette forte augmentation de prix indique que pour les volailles de chair, compte tenu des contraintes élevées en protéines (en fait en acides aminés) et énergie, les substitutions se font plus difficilement qu'en porc.

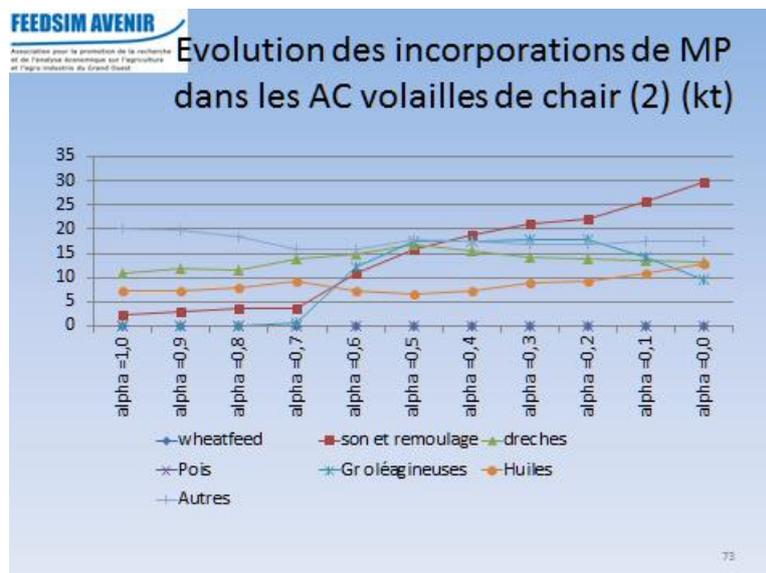
Comme pour l'ensemble des aliments composés on a une nette amélioration de trois critères environnementaux (TECOT -15.6%, CUMULEN -12.3% et GESLUC -10.7%), mais une forte augmentation de LANDOC (+13.4%)



Pour les autres indicateurs, par effet d'entraînement on a des baisses pour ACID, ENTOT et GES, mais EUTRO, après avoir légèrement augmenté, diminue puis revient pratiquement à son niveau d'origine. Les baisses en GESLUC et GES sont pratiquement du même niveau, de même que les baisses en CUMULEN et ENTOT.



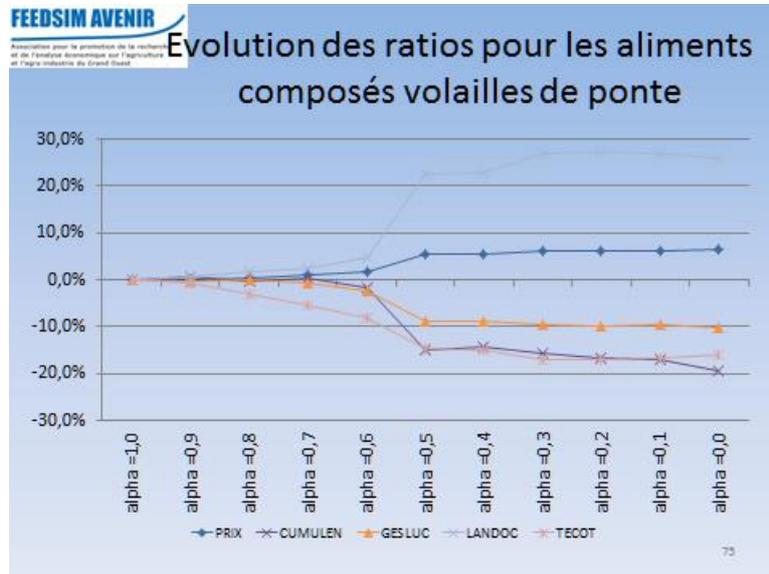
La principale évolution est une forte progression du blé (dès les valeurs élevés de α telles que 0.7), +49 000 t au final et une très forte chute du maïs (-87 000 t) qui disparaît pratiquement des rations. Le tourteau de soja pour sa part baisse très faiblement (-9 500 t, soit -15%) et est partiellement remplacé par du tourteau de tournesol (+3 600 t).



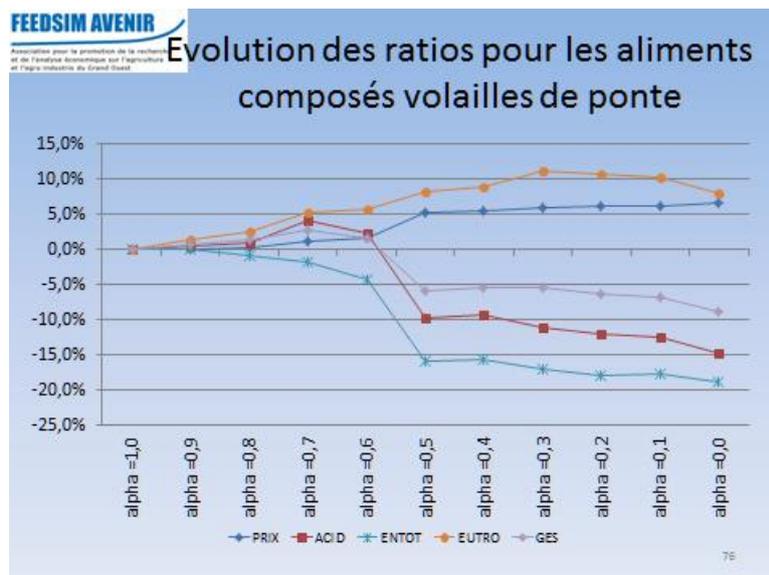
Au niveau des autres matières premières, on a une très forte progression des sons et issues (+28 000 t, ces produits n'étant pratiquement pas utilisés quand $\alpha=1$), une progression des drêches ainsi qu'une forte augmentation des huiles et graines oléagineuses destinées au rééquilibrage énergétique.

3.3.4. Aliments composés pour volailles de ponte

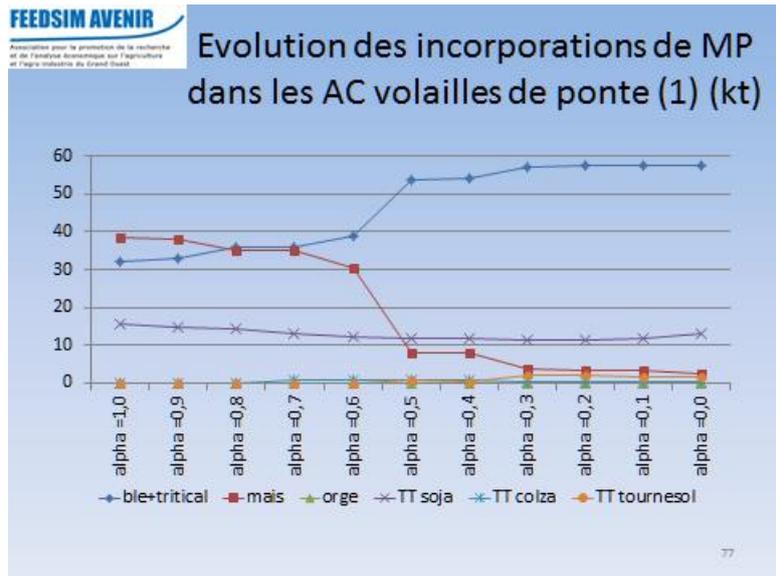
Pour les volailles de ponte on a une augmentation du prix de 6.6% encore plus élevée que pour les volailles de chair (+5.4%).



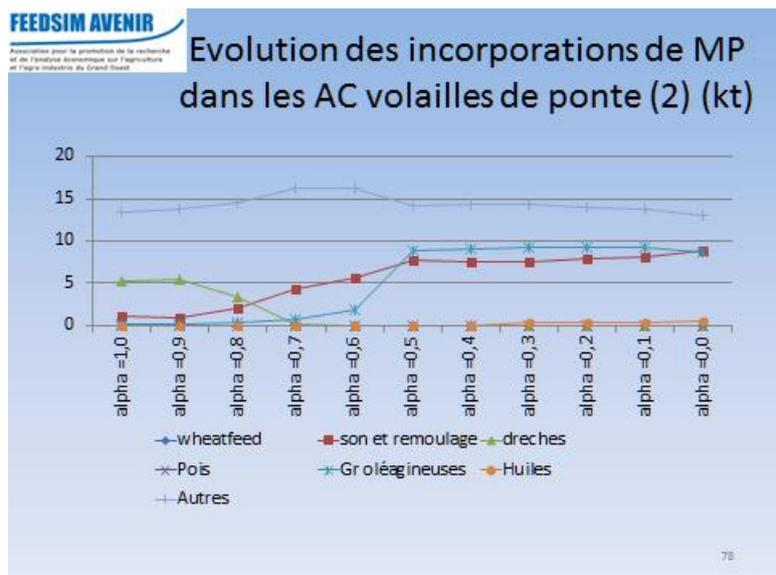
Quand $\alpha=0$ les changements de valeurs des indicateurs environnementaux par rapport à $\alpha=1$ sont très importantes. Ainsi GESLUC diminue de 10.1%, TECOT de 16.0% et CUMULEN de 19.3%, mais cette amélioration se « paye » outre la forte hausse de prix, par une très forte dégradation de LANDOC qui augmente de 26.0%.



Les autres indicateurs sont en baisse pour ENTOT (-18.8%), ACID (-14.8%) et pour GES (-8.9%), par contre EUTRO augmente de 8%.



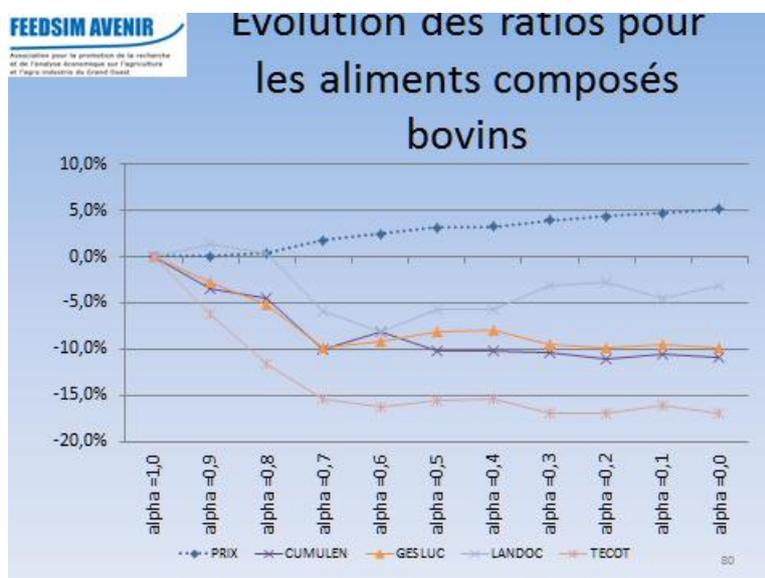
On observe une substitution essentielle avec le remplacement du maïs (-36 000 t soit -93%) par du blé (+25 000 t soit +79%). Le tourteau de soja recule très légèrement au profit du tournesol.



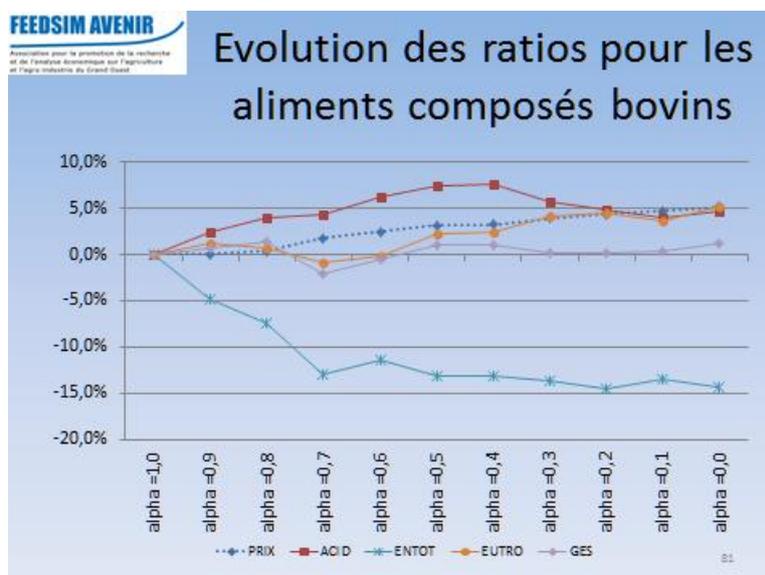
Pour les autres matières premières, la principale évolution est la forte progression des sons et issues (très peu présents dans les formules au départ) associée à une forte progression des graines oléagineuses

3.3.5. Aliments composés pour bovins

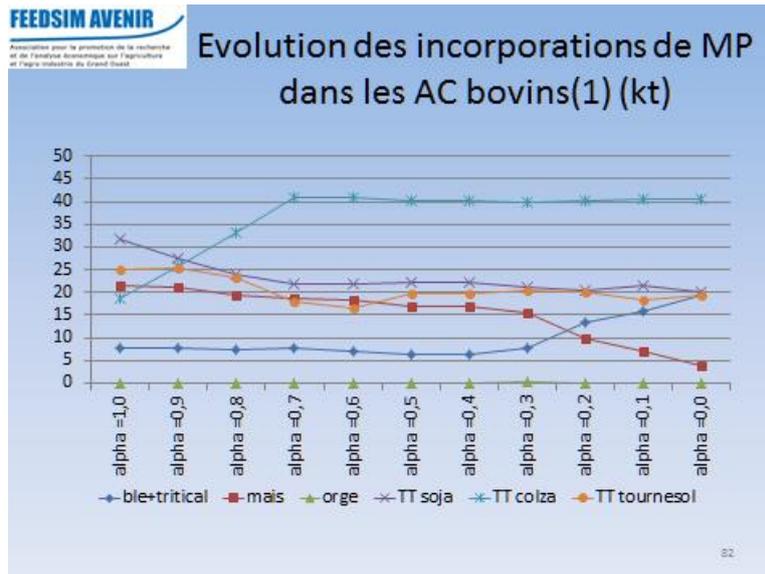
Les aliments composés pour bovins représentent environ 16% du total des aliments composés et sont constitués pour à peu près 53% d'aliments « type 18 » (pour bovins et vaches laitières) et 47% d'aliments « type 40 »



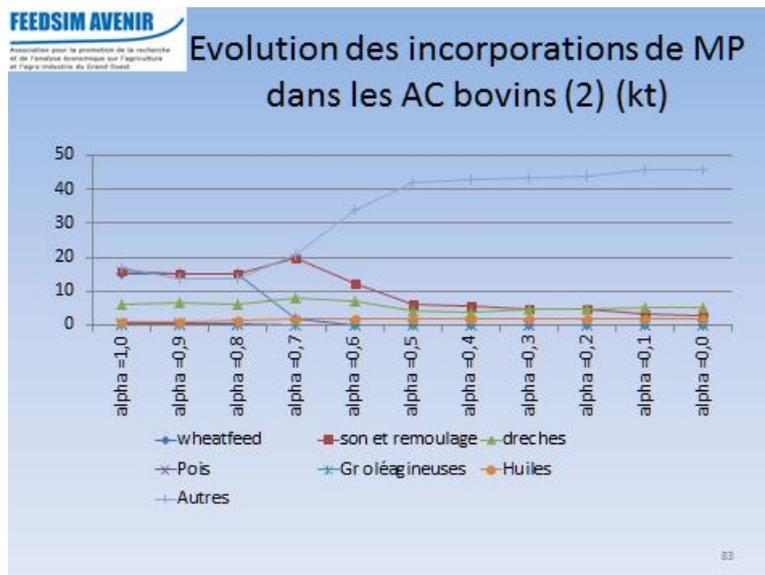
Alors que le prix augmente au final de 5.2%, les quatre indicateurs environnementaux principaux s'inscrivent tous à la baisse : TECOT -17,0%, CUMULEN -10.8%, GESLUC -9.8% et même LANDOC, contrairement aux autres espèces, diminue au final de 3.2% après avoir diminué d'un maximum de 8.2% quand $\alpha=0.6$.



Pour les quatre autres indicateurs, seul ENTOT s'inscrit à la baisse -14.4%. Alors que GES, contrairement à GESLUC, connaît une légère progression +1.1%, ACID connaît une progression nette +4.6% ainsi que EUTRO +5.2%. Ainsi les effets d'« entrainement positif » qui existaient généralement pour GES, ACID et EUTRO dans les espèces précédentes ne se retrouvent pas pour l'ensemble des bovins, par contre, pour les bovins, on a une amélioration de LANDOC au lieu d'une dégradation.



Les substitutions entre céréales et tourteaux sont importantes et varient en intensité au cours des diminutions de α . De façon générale le blé remplace le maïs avec un tonnage qui augmente de 11 500 t (+150%) tandis que le maïs recule de 17 400 t (-82%). Le tourteau de soja voit son incorporation fortement diminuer (-11 700 t soit -37%) largement remplacé par du tourteau de colza (+22 200 t) qui fait plus que doubler. Le tourteau de tournesol régresse lui aussi (-23%).



Parmi les autres matières premières, les évolutions sont extrêmement brutales. Le wheatfeed et le pois (qui était très faible dès l'origine) disparaissent, le son et remoulage recule de 82% et les drèches de 11%. Les huiles végétales progressent légèrement, mais c'est la catégorie « autres » avec +29 000 t qui augmente le plus. Cette hausse est presque totalement imputable au cgf, qui non utilisé à l'origine voit son tonnage atteindre plus de 26 000 t.

3.5. Conclusions

- L'utilisation d'une fonction multiobjectif permet de prendre en compte simultanément des facteurs économiques et environnementaux ;
- Les indicateurs environnementaux enregistrent dans ce cadre des baisses simultanées de leurs valeurs à l'exception de façon notable de l'indicateur LANDOC d'occupation des sols qui progresse fortement ;
- Les trois catégories d'aliments composés (porcs, volailles et bovins) ont des comportements très différents en terme de hausse de prix, d'évolution des indicateurs environnementaux et de substitutions entre matières premières, même si on retrouve de façon générale le remplacement du maïs par le blé/triticales. On retrouve également le plus souvent une augmentation des incorporations de sons et remoulage, et du pois, associées à une augmentation de l'utilisation d'huiles voire de graines oléagineuses. Les incorporations de tourteaux de colza et de tournesol sont favorisées par une baisse des incorporations de tourteaux de soja, induite dans l'indicateur composite par la réduction de l'indicateur GESLUC.
- Les limites de disponibilités globales de matières premières pour l'approvisionnement de l'ensemble des aliments composés induisent de profondes compétitions sur le choix et l'origine des matières premières entre formules d'aliments composés, entre usines et entre régions.
- Il est difficile d'anticiper les impacts de l'alpha de la fonction multi objectif sur les hausses de coût et les diminutions des indicateurs
- Dans le choix de l'alpha, on pourrait proposer comme règle de retenir la valeur d'alpha pour laquelle la hausse de l'indicateur prix (en %) est égale à la diminution de l'indicateur synthétique environnemental (dans les simulations précédentes cette valeur se situe entre 0,4 et 0,5)

CONCLUSION GENERALE

L'analyse réalisée par Feedsim Avenir et présentée dans ce rapport repose sur un modèle de multi-formulation associant la logistique et la formulation des aliments pour l'ensemble des usines du Grand-ouest, Bretagne, pays de la Loire et Basse-Normandie. Ce modèle a été développé au sein de l'association en partenariat avec les adhérents. Les analyses réalisées ont donc la particularité de prendre en compte la concurrence entre espèces animales et entre les usines localisées sur le territoire ainsi que les disponibilités de chacune des matières premières selon leur origine (usine, centre de collecte, ports, etc.).

Le travail a donc consisté à caractériser la durabilité de l'approvisionnement en matières premières des usines de nutrition animale du Grand-ouest à partir de différents indicateurs puis à tester les conséquences sur cet approvisionnement d'exigences d'amélioration de la durabilité à l'échelle d'un territoire. Il a été décidé pour comprendre les processus d'amélioration d'analyser les réductions à l'échelle de la Bretagne avec l'hypothèse que les régions limitrophes avaient comme objectif de ne pas dégrader à l'échelle du territoire leurs critères de durabilité.

Cette analyse a mis en évidence :

- Une part du transport très limitée dans la caractérisation de la durabilité à l'exception dans une certaine mesure des émissions de GES et de la consommation d'énergie ; Pour ces deux indicateurs, la part du transport est estimée entre 4,5 et 6,5 %. La durabilité de l'approvisionnement en matières premières est donc essentiellement induite par la durabilité de la production de ces productions agricoles voire des processus de transformation de ces matières premières pour l'obtention de coproduits.
- A l'échelle du Grand-ouest, nous avons pu estimer l'impact global en terme de durabilité de la fabrication industrielle d'aliments pour animaux. Elle est de 8,2 millions de tonnes de GES en incluant le changement d'affectation des sols, de 6,4 millions de tonnes sans changement d'affectation des sols, de 1,7 millions d'hectares de sol nécessaires, de 82,6 milliards de tonnes de consommation de phosphore ou encore par exemple de 90,3 milliards de Joules en terme de consommation d'énergie dont 69,2 milliards sous forme d'énergie non renouvelable.
- Une faible variabilité en général de cette durabilité au cours du temps, à l'exception de la consommation d'énergie et de phosphore ainsi que de l'eutrophisation de l'eau douce, dont les coefficients de variabilité observés sur 48 mois sont proches de 5 %.
- Une corrélation parfois négative entre les indicateurs caractérisant cette durabilité, en particulier au sein de chacune des espèces, avec pour conséquence une vraie interrogation sur le choix des indicateurs prioritaires ; Il faut noter en particulier la grande difficulté, voire l'impossibilité, à réduire les émissions de GES tout en n'augmentant pas l'occupation des sols nécessaires à la production des matières premières agricoles utilisées.

Dans le cas d'une réduction obligatoire de la valeur des indicateurs de durabilité à l'échelle de la Bretagne, il faut noter :

- ✓ Des réductions théoriquement possibles relativement importantes pour certains indicateurs mais inenvisageables économiquement ; La réduction des GES à hauteur de -14 % par exemple induit à l'échelle de la Bretagne un surcoût de près de 75 millions d'euros, soit une croissance de près de 4 % du coût total d'approvisionnement en matières premières de la région ;
- ✓ Le coût de l'approvisionnement progresse généralement fortement lors de réduction des indicateurs de plus de 5 % ;
- ✓ Ces baisses de la valeur des indicateurs sont rendues possibles par le recours à des matières premières à meilleure durabilité : substitution du maïs par le blé par exemple, recours à du pois et des coproduits céréaliers associés à davantage d'huiles ou de graines oléagineuses ;
- ✓ Compte tenu des faibles disponibilités ou des disponibilités limitées de certaines matières premières (pois, coproduits céréaliers), une concurrence entre usines et régions sur l'approvisionnement en matières premières est inéluctable ; Ainsi, l'amélioration en Bretagne de certains indicateurs se fait la plupart du temps au détriment des indicateurs de durabilité de la région des pays de la Loire ;
- ✓ Les tourteaux dits secondaires, colza et tournesol, voient leurs incorporations légèrement favorisées dans l'aliment par les exigences d'amélioration des indicateurs sans pour autant que cela se fasse au détriment du tourteau de soja ; Seules les réductions des GES avec changement d'affectation des sols et les réductions de la consommation de phosphore induisent des baisses significatives de la consommation de soja ;
- ✓ Dans l'intervalle de faisabilité économique de l'amélioration des indicateurs de durabilité régionaux, une réduction souvent privilégiée et d'ampleur plus grande et moins coûteuse des indicateurs des aliments pour porcs compte tenu de leur proportion dans la fabrication des aliments du Grand-ouest et des possibilités de substitutions entre matières premières, avant la réduction des indicateurs de durabilité des aliments pour volailles et bovins.

Enfin, il a été testé avec le modèle Feedsim dans une approche territoriale l'optimisation d'une fonction multiobjectif prenant en compte simultanément les facteurs économiques et des facteurs environnementaux, à savoir dans ce travail GESLUC (émissions de GES avec changement d'affectation des sols), TECOT (consommation de phosphore), CUMULEN (consommation d'énergie non renouvelable) et LANDOC (occupation des sols).

Les analyses réalisées à partir de cette fonction multiobjectif révèlent et confirment :

- ✚ Une forte sensibilité des résultats aux disponibilités de matières premières ;
- ✚ Un scénario optimal visant à retenir comme règle une hausse de l'indicateur de prix sensiblement identique à la diminution de l'indicateur synthétique environnemental.
- ✚ Une réduction possible de l'ensemble des indicateurs de durabilité simultanément à l'exception de l'indicateur d'occupation des sols qui progresse.
- ✚ Dans ce scénario optimal, le prix des aliments, tous aliments confondus, augmente de 2 % alors que les indicateurs environnementaux régressent pour la plupart de – 5 à – 10 % à l'exception notable de l'occupation des sols qui progresse de 1 à 2 %.

Ces résultats centrés sur la nutrition animale doivent être relativisés par le fait que les aliments, et plus particulièrement la production de matières premières utilisées en nutrition animale associée au transport et à la transformation en usines de ces matières premières en aliments, n'expliquent qu'une partie des valeurs des critères de durabilité étudiés ; Dans le cadre des GES, cela n'explique que 50 % de la durabilité de la production porcine et de 75 à 80 % de la durabilité de la production de volailles ou d'œufs ;

Par ailleurs, nous n'insisterons jamais assez sur la sensibilité des résultats aux données utilisées de durabilité des matières premières. Diverses bases de données sont actuellement disponibles, en particulier ECOALIM et FEEDPRINT. Un travail d'homogénéisation et de consolidation de ces diverses données est indispensable pour consolider nos analyses sur la durabilité des productions animales.

Le travail réalisé à l'échelle territoriale a montré qu'il était possible par la formulation d'améliorer sensiblement la durabilité de l'approvisionnement en matières premières de la nutrition animale mais à condition d'accepter des augmentations de prix des aliments et sous condition de disponibilités en matières premières suffisantes. Ceci passe donc par une amélioration de la durabilité des productions végétales et une progression des disponibilités de certaines de ces productions végétales.

ANNEXE : Caractéristiques des diverses matières premières issues de la base ECOALIM

Les tableaux suivants sont une exploitation des données de la base ECOALIM et ont pour objectif de faire ressortir les principales caractéristiques des diverses matières premières au regard des différents indicateurs et grâce à cela faciliter l'interprétation des substitutions entre matières premières lorsqu'on impose des réductions à chacun d'entre eux.

L'analyse a été effectuée en deux phases : la première a consisté à calculer les caractéristiques moyennes de 8 grandes familles de matières premières et à indiquer pour chacune de ces familles le ratio pour chaque indicateur par rapport à la moyenne de la famille céréale (qui constitue dans presque tous les cas la majorité des incorporations des diverses formules d'aliments composés).

	GES	GESLUC	TECOT	ENTOT	CUMULEN	LANDOC
Céréales	0,511138	0,511361	0,003830	4,091309	3,974960	1,791269
Protéagineux	0,229383	0,229548	0,004430	2,583690	2,493333	2,318908
Tourteaux	0,374318	0,528588	0,004748	4,881562	3,908352	2,018556
Coproduits	0,692159	0,692531	0,003435	9,398831	6,993204	1,150409
Oléagineux	0,820249	1,181358	0,011963	10,418465	7,534251	2,551659
Corps gras	1,352354	2,404554	0,012028	17,546156	9,958716	4,282063
Minéraux	0,498907	0,502469	0,106289	6,567022	6,319695	0,146279
Acides Aminés	5,229254	5,230259	0,006662	150,611823	150,586818	2,661553

Sur céréales	GES	GESLUC	TECOT	ENTOT	CUMULEN	LANDOC
Céréales	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Protéagineux	44,88%	44,89%	115,67%	63,15%	62,73%	129,46%
Tourteaux	73,23%	103,37%	123,95%	119,32%	98,32%	112,69%
Coproduits	135,42%	135,43%	89,69%	229,73%	175,93%	64,22%
Oléagineux	160,48%	231,02%	312,32%	254,65%	189,54%	142,45%
Corps gras	264,58%	470,23%	314,02%	428,86%	250,54%	239,05%
Minéraux	97,61%	98,26%	2774,88%	160,51%	158,99%	8,17%
Acides Aminés	1023,06%	1022,81%	173,94%	3681,26%	3788,39%	148,58%

Le second tableau permet de voir clairement que la famille « protéagineux » est celle qui en terme de GES, GESLUC, ENTOT et CUMULEN a les ratios les plus bas (à titre d'exemple elle émet 55% de moins de CO₂ que les céréales) et donc ce sont les produits de cette famille qui seront en priorité (avec la limite des contraintes nutritionnelles et des disponibilités) incorporés lorsque l'on impose une réduction d'un de ces indicateurs. Pour TECOT (Phosphore) au contraire, les protéagineux sont peu intéressants (ils ont un niveau supérieur de 16% aux céréales) et dans ce cas c'est la famille « coproduits » (son, cgf, drêches, etc..) qui est la plus intéressante avec 10% de moins que les céréales. Enfin pour LANDOC, les protéagineux sont également peu intéressants (niveau supérieur de près de

30% aux céréales) et c'est, comme pour TECOT la famille « coproduits » qui a le meilleur ratio (une grande partie des défauts environnementaux étant affectée aux produits alimentaires principaux).

La famille « tourteau » est plus intéressante que la famille « céréales » en terme de GES (-27%, mais moins en GESLUC à cause du soja « déforesté » et légèrement en CUMULEN (-2%). Pour tous les autres indicateurs (TECOT, ENTOT et LANDOC), cette famille a des ratios supérieurs aux céréales. Il faut bien sur tenir compte de la forte hétérogénéité au sein de la famille tourteaux.

La famille « coproduits » se montre très intéressante, par rapport aux céréales (et à toutes les familles) en TECOT et par rapport aux céréales (et autres familles sauf minéraux) en LANDOC. Par contre elle émet plus de CO₂ (GES et GESLUC) et consomme plus d'énergie (ENTOT et CUMULEN) en raison notamment des technologies de production.

Les trois familles Oléagineux, Corps gras, acides aminés ont des ratios tous plus élevés que les céréales. Les minéraux sont intéressants au niveau du CO₂ et surtout du LANDOC.

Pour les autres indicateurs on limitera l'analyse à ACID et EUTRO pour lesquels on a présenté précédemment les simulations.

	ACID	ACIDCML	EUTRO	EUTROTER	EUTRODOU	EUTROMER	GESCML
Cereales	0,01108620	0,00661751	0,00436326	0,04633640	0,00018538	0,00636969	0,51135695
Protéagineux	0,00256515	0,00170556	0,00374927	0,01048065	0,00016623	0,00702585	0,22954343
Tourteaux	0,00634020	0,00406883	0,00412131	0,02472256	0,00029306	0,00635608	0,52857222
Coproduits	0,00965807	0,00613014	0,00431585	0,03591295	0,00025663	0,00558295	0,69252874
Oleagineux	0,01523006	0,00959387	0,00675406	0,06001223	0,00041403	0,00990130	1,18133478
Corps gras	0,02738863	0,01618714	0,01039190	0,11446596	0,00052860	0,01447593	2,40391832
Minéraux	0,00733943	0,00636207	0,00132078	0,00883313	0,00033576	0,00074534	0,50246699
Acides Aminés	0,03827738	0,02712257	0,00805652	0,11207988	0,00033567	0,01136767	5,23024171

	ACID	ACIDCML	EUTRO	EUTROTER	EUTRODOU	EUTROMER	GESCML
Cereales	100,00%						
Protéagineux	23,14%	25,77%	85,93%	22,62%	89,67%	110,30%	44,89%
Tourteaux	57,19%	61,49%	94,45%	53,35%	158,09%	99,79%	103,37%
Coproduits	87,12%	92,64%	98,91%	77,50%	138,44%	87,65%	135,43%
Oleagineux	137,38%	144,98%	154,79%	129,51%	223,34%	155,44%	231,02%
Corps gras	247,05%	244,61%	238,17%	247,03%	285,15%	227,26%	470,11%
Minéraux	66,20%	96,14%	30,27%	19,06%	181,12%	11,70%	98,26%
Acides Aminés	345,27%	409,86%	184,64%	241,88%	181,07%	178,47%	1022,82%

Au niveau d'ACID, les céréales sont relativement mal placées, les familles protéagineux, tourteaux, coproduits et minéraux apparaissant comme beaucoup plus intéressantes en particulier les protéagineux avec un ratio très faible. Pour EUTRO, on retrouve la même situation (avec un avantage comparatif plus faible pour les protéagineux et plus fort pour les minéraux).

Les valeurs retenues pour les indicateurs des céréales ont naturellement une importance cruciale dans l'interprétation des résultats des simulations. En effet de façon générale, on observe que les substitutions entre matières premières se font d'abord à l'intérieur de chaque famille puis (en général) de façon plus ou moins limitée selon les contraintes nutritionnelles entre familles de matières premières. Le tableau suivant présente le ratio des valeurs de chaque indicateur de chaque céréale par rapport à la moyenne de la famille « céréales ».

	GES	GESLUC	TECOT	ENTOT	CUMULEN	LANDOC
Avoine France	101,07%	101,06%	93,96%	75,97%	77,28%	116,43%
Blé tendre France	83,80%	83,81%	107,73%	70,55%	71,70%	74,57%
Blé tendre GB	103,97%	103,94%	39,22%	84,13%	84,08%	74,98%
Maïs grains France	90,66%	90,66%	91,54%	111,19%	112,51%	68,61%
Orge France	76,41%	76,42%	107,82%	67,01%	68,10%	82,82%
Sorgho France	70,37%	70,38%	135,61%	77,32%	63,62%	118,15%
Sorgho USA	176,36%	176,40%	156,00%	239,35%	248,45%	161,58%
Triticale France	97,36%	97,34%	68,13%	74,48%	74,26%	102,87%

Les quatre céréales effectivement prises en compte dans les simulations sont le blé tendre France, le maïs grain France, l'orge France et le triticale France.

Parmi ces produits, en terme de GES et GESLUC, c'est l'orge qui a les meilleurs ratios, de même que pour ENTOT et CUMULEN, alors que pour TECOT il est au même niveau que le blé tendre, mais moins bien placé que le maïs et surtout le triticale. En LANDOC, il a un ratio sensiblement plus élevé que le blé et le maïs, mais meilleur que le triticale.

Par rapport au blé, le maïs a un ratio plus élevé en GES et GESLUC (il émet plus de CO₂) et beaucoup plus élevé en ENTOT et CUMULEN (il consomme beaucoup plus d'énergie), par contre il a un meilleur coefficient pour LANDOC grâce à son rendement moyen élevé. Cette remarque explique bien le remplacement du maïs par le blé dans les simulations de réduction de GES, GESLUC, CUMULEN et au contraire le comportement différent pour LANDOC. Le triticale est plus intéressant que le maïs pour presque tous les indicateurs, mais est pénalisé par son LANDOC (faible rendement). Globalement il est moins intéressant que le blé sauf pour TECOT.

La base ECOALIM fournit les valeurs pour d'autres matières premières, qui pour certaines semblent très intéressantes, mais n'ont pas été testées dans le modèle en raison de leur faible ou non disponibilité dans le contexte étudié.

	ACID	ACIDCML	EUTRO	EUTROTER	EUTRODOU	EUTROMER	GESCML
Avoine France	113,46%	109,75%	117,86%	116,74%	99,51%	118,14%	101,06%
Blé tendre France	96,23%	93,65%	85,84%	98,22%	61,89%	84,11%	83,81%
Blé tendre GB	126,96%	122,33%	86,43%	131,56%	59,67%	73,42%	103,94%
Maïs grains France	121,32%	116,46%	83,50%	123,18%	74,45%	68,19%	90,66%
Orge France	85,47%	83,52%	84,39%	87,08%	68,30%	85,12%	76,42%
Sorgho France	43,37%	45,01%	82,50%	42,25%	157,78%	80,25%	70,38%
Sorgho USA	134,98%	150,89%	136,44%	120,69%	184,25%	148,55%	176,39%
Triticale France	78,20%	78,39%	123,04%	80,28%	94,15%	142,22%	97,34%

Pour les autres indicateurs et plus spécialement ACID et EUTRO, dans le premier cas le maïs a une valeur nettement plus élevée que le blé, l'orge ou le triticale et dans le second les valeurs blé, maïs et orge sont très proches alors que celle du triticale est plus élevée.

Pour les tourteaux, le tableau suivant indique les ratios des divers indicateurs par rapport à la moyenne de la famille.

	GES	GESLUC	TECOT	ENTOT	CUMULEN	LANDOC
Tourteau de colza France	105,77%	74,92%	61,50%	60,32%	72,01%	60,15%
Tourteau soja Brésil, référence, trituré au Brésil	170,38%	263,75%	287,48%	292,61%	221,41%	76,91%
Tourteau tournesol de mer noire	103,78%	105,41%	61,68%	79,96%	106,39%	149,23%
Tourteau tournesol décortiqué France (36% MAT type Bassens)	91,65%	64,93%	80,19%	69,21%	82,85%	133,05%
Tourteau tournesol non décortiqué France	60,77%	43,06%	49,94%	46,33%	55,59%	82,61%
Tourteau tournesol partiellement décortiqué France (32% MAT type Lezoux)	67,64%	47,92%	59,20%	51,58%	61,74%	98,06%

Dans le modèle on a retenu quatre tourteaux : colza France, soja Brésil référence, trituré au Brésil, tournesol mer Noire (hipro) tournesol non décortiqué France.

Le tourteau de soja est le produit qui a les valeurs les plus élevées en GES, GESLUC, TECOT, ENTOT et CUMULEN (en raison notamment de la prise en compte d'une partie de produit déforesté), par contre il est après le colza, le tourteau qui a le LANDOC le plus faible. Il est clair que la hiérarchie entre tourteaux serait différente si on rapportait pour chaque matière première les valeurs des indicateurs aux teneurs en protéine ou énergie.

Pour GES, les trois tourteaux de tournesol France ont des valeurs faibles à la fois par rapport au soja, au colza et au tournesol Mer Noire, mais des niveaux de LANDOC élevés (faibles rendements). En GESLUC, on retrouve la même hiérarchie avec encore plus de décalage entre le soja et les autres produits. Dans la mesure où dans le modèle on a introduit aucun autre tourteau de soja « non déforesté » provenant d'Argentine, des Etats-Unis, du Danube voire de France, il est logique que ce produit soit le premier substitué en cas de réduction de GES ou GESLUC dans la limite des contraintes nutritionnelles. Lorsque le taux d'incorporation est diminué il faut rééquilibrer le taux protéique de la ration, mais aussi le taux énergétique par des matières premières qui ont des émissions importantes (particulièrement pour les produits énergétiques huiles et graines oléagineuses).

Le colza a des ratios plus faible que le soja pour tous les indicateurs y compris LANDOC et se situe à des niveaux plus faibles que le tournesol Mer Noire pour GESLUC, ENTOT, CUMULEN et surtout LANDOC, et au même niveau pour TECOT.

Le tourteau de tournesol non décortiqué France a des ratios intéressant sauf pour LANDOC, mais est pénalisé dans les substitutions par son taux protéique faible et son taux élevé en cellulose (faible valeur énergétique).

	ACID	ACIDCM L	EUTRO	EUTROTER	EUTRODOU	EUTROME R	GESCM L
Tourteau de colza France	131,90%	121,28%	71,72%	143,03%	31,78%	67,01%	74,92%
Tourteau soja Brésil, référence, trituré au Brésil	137,21%	157,55%	111,37 %	107,97%	161,01%	106,19%	263,76 %
Tourteau tournesol de mer noire	96,24%	100,77%	129,84 %	92,64%	140,31%	134,69%	105,41 %
Tourteau tournesol décortiqué France (36% MAT type Bassens)	99,59%	93,53%	121,78 %	108,90%	113,19%	123,95%	64,93%
Tourteau tournesol non décortiqué France	61,60%	57,86%	75,52%	67,14%	70,27%	76,80%	43,05%
Tourteau tournesol partiellement décortiqué France (32% MAT type Lezoux)	73,47%	69,02%	89,77%	80,32%	83,44%	91,37%	47,92%

Pour ACID, les tourteaux de soja et de colza ont des valeurs sensiblement plus élevées que les produits du tournesol. Pour EUTRO, c'est le colza qui a le meilleur ratio devant le soja et tous les tourteaux de tournesol.

En ce qui concerne les coproduits, les ratios par rapport à la moyenne de la famille sont les suivants. Il est à noter que deux produits sont très spécifiques : Le gluten 60 en raison de son taux de protéine extrêmement élevé (mais aussi son prix) et la luzerne déshydratée qui n'est pas issue d'un fractionnement mais d'une plante entière.

Par rapport à la liste suivante deux produits n'ont pas été pris en compte dans le modèle : la farine basse de blé et les drèches de distillerie USA.

	GES	GESLUC	TECOT	ENTOT	CUMULEN	LANDOC
Farine basse de blé tendre France	16,06%	16,06%	30,04%	10,59%	14,09%	29,05%
Gluten feed de blé France	83,92%	83,91%	77,56%	84,43%	111,36%	75,17%
Remoulage de blé France	14,07%	14,07%	26,32%	9,27%	12,35%	25,45%
Son de blé France	11,11%	11,11%	20,77%	7,32%	9,75%	20,09%
Corn gluten feed France	59,83%	59,83%	49,22%	53,52%	70,31%	39,81%
Drêche de distillerie de blé France	89,47%	89,45%	88,12%	104,65%	138,21%	85,47%
Drêche de distillerie de maïs France	126,98%	126,94%	72,62%	140,21%	186,34%	76,30%
Drêche de distillerie de maïs USA	98,02%	98,21%	85,14%	99,30%	122,64%	63,44%
Gluten 60	282,81%	282,80%	232,65%	252,95%	332,32%	188,16%
Luzerne déshydratée	217,72%	217,61%	317,55%	237,75%	2,63%	397,08%

Au niveau des GES et GESLUC, le son et le remoulage sont extrêmement intéressants par leur faible ratio, de même que pour TECOT, ENTOT, CUMULEN et LANDOC, mais leur usage est souvent limité au niveau des contraintes nutritionnelles par leur faible valeur énergétique.

Les tableaux suivants présentent les analyses pour les autres familles de produits.

	ACID	ACIDCML	EUTRO	EUTROTER	EUTRODOU	EUTROME R	GESCML
Farine basse de blé tendre France	27,88%	25,62%	21,76%	31,87%	11,23%	24,10%	16,06%
Gluten feed de blé France	83,24%	81,42%	59,88%	86,20%	29,73%	64,93%	83,91%
Remoulage de blé France	24,43%	22,44%	19,06%	27,92%	9,83%	21,12%	14,07%
Son de blé France	19,28%	17,71%	15,05%	22,04%	7,76%	16,67%	11,11%
Corn gluten feed France	79,59%	75,42%	68,55%	84,97%	33,69%	81,16%	59,83%
Drêche de distillerie de blé France	88,71%	84,34%	134,25%	96,73%	239,98%	72,60%	89,45%
Drêche de distillerie de maïs France	112,62%	107,68%	158,54%	118,37%	327,17%	58,41%	126,94%
Drêche de distillerie de maïs USA	93,33%	103,64%	45,44%	84,66%	32,68%	57,46%	98,21%
Gluten 60	376,20%	356,48%	323,99%	401,60%	159,24%	383,59%	282,80%
Luzerne déshydratée	94,71%	125,25%	153,49%	45,64%	148,67%	219,95%	217,61%

Pour les corps gras

	GES	GESLUC	TECOT	ENTOT	CUMULEN	LANDOC
Graisses animales françaises (saindoux)	52,45%	30,87%	19,93%	74,98%	84,80%	19,06%
Graisses animales françaises (suif)	190,01%	108,71%	50,97%	64,83%	48,26%	128,19%
Huile de colza	139,02%	78,21%	115,28%	79,69%	134,21%	134,64%
Huile de palme, Malaisie, moyenne	37,12%	197,35%	18,37%	130,48%	45,29%	32,23%
Huile de soja, 70/30, triturée au Brésil	104,41%	141,54%	299,39%	191,58%	188,77%	95,56%
Huile de tournesol fort décortiqué (type 36% MAT tourteau)	76,98%	43,32%	96,06%	58,43%	98,67%	190,32%

	ACID	ACIDCML	EUTRO	EUTROTE R	EUTRODOU	EUTROMER	GESCML
Graisses animales françaises (saindoux)	57,79%	55,10%	33,12%	59,10%	23,60%	24,00%	30,86%
Graisses animales françaises (suif)	215,89%	199,18%	115,92%	228,35%	51,84%	78,01%	108,61%
Huile de colza	145,00%	144,76%	135,06%	146,69%	83,66%	139,71%	78,23%
Huile de palme, Malaisie, moyenne	45,29%	50,02%	55,94%	41,52%	15,72%	76,20%	197,40%
Huile de soja, 70/30, triturée au Brésil	66,07%	79,60%	113,40%	52,96%	234,76%	116,93%	141,57%
Huile de tournesol fort décortiqué (type 36% MAT tourteau)	69,96%	71,34%	146,56%	71,37%	190,43%	165,15%	43,32%

Pour les minéraux

	GES	GESLUC	TECOT	ENTOT	CUMULEN	LANDOC
Bicarbonate de sodium	39,90%	39,65%	0,03%	44,83%	39,44%	16,10%
Carbonate de calcium <63µm	15,82%	15,70%	0,00%	26,76%	27,79%	0,00%
Phosphate bicalcique	263,79%	263,81%	269,86%	202,12%	210,03%	262,79%
Phosphate mono calcique	245,30%	245,86%	330,10%	239,48%	248,85%	319,12%
Sel (NaCl)	11,58%	11,50%	0,01%	50,43%	37,81%	1,44%
Prémix	23,62%	23,47%	0,00%	36,39%	36,07%	0,54%

	ACID	ACIDCML	EUTRO	EUTROTER	EUTRODOU	EUTROMER	GESCML
Bicarbonate de sodium	38,13%	31,83%	21,98%	86,44%	4,88%	40,68%	39,65%
Carbonate de calcium <63µm	1,50%	1,17%	1,50%	7,17%	0,01%	7,79%	15,70%
Phosphate bicalcique	249,41%	252,42%	257,01%	225,45%	267,06%	241,10%	263,81%
Phosphate mono calcique	300,85%	305,10%	311,05%	261,91%	326,16%	280,40%	245,86%
Sel (NaCl)	4,93%	4,69%	5,62%	7,45%	1,44%	17,42%	11,50%
Prémix	5,18%	4,79%	2,83%	11,58%	0,46%	12,61%	23,47%

Pour les acides aminés

	GES	GESLUC	TECOT	ENTOT	CUMULEN	LANDOC
DL-Méthionine	56,08%	56,08%	8,68%	57,63%	57,64%	0,76%
Lysine	73,99%	73,99%	81,89%	73,73%	73,73%	83,21%
Thréonine	73,99%	73,99%	81,89%	73,73%	73,73%	83,21%
Tryptophane	147,97%	147,97%	163,77%	147,46%	147,45%	166,41%
Valine	147,97%	147,97%	163,77%	147,46%	147,45%	166,41%

	ACID	ACIDCML	EUTRO	EUTROTER	EUTRODOU	EUTROMER	GESCML
DL-Méthionine	29,16%	35,05%	12,58%	15,82%	36,75%	15,45%	56,08%
Lysine	78,47%	77,49%	81,24%	80,70%	77,21%	80,76%	73,99%
Thréonine	78,47%	77,49%	81,24%	80,70%	77,21%	80,76%	73,99%
Tryptophane	156,95%	154,98%	162,47%	161,39%	154,42%	161,52%	147,97%
Valine	156,95%	154,98%	162,47%	161,39%	154,42%	161,52%	147,97%

Pour les graines oléagineuses

	GES	GESLUC	TECOT	ENTOT	CUMULEN	LANDOC
Graine de colza France	114,34%	79,41%	61,42%	55,77%	72,80%	122,26%
Graines de soja Brésil toastées	85,66%	120,59%	138,58%	144,23%	127,20%	77,74%

	ACID	ACIDCML	EUTRO	EUTROTE R	EUTRODO U	EUTROME R	GESCML
Graine de colza France	138,05%	128,11%	111,99%	149,84%	57,50%	109,69%	79,41%
Graines de soja Brésil toastées	61,95%	71,89%	88,01%	50,16%	142,50%	90,31%	120,59%

Pour les protéagineux

	GES	GESLUC	TECOT	ENTOT	CUMULEN	LANDOC
Féverole France	116,44%	116,45%	135,33%	110,20%	111,48%	99,91%
Pois France	83,56%	83,55%	64,67%	89,80%	88,52%	100,09%

	ACID	ACIDCML	EUTRO	EUTROTER	EUTRODOU	EUTROMER	GESCML
Féverole France	104,12%	105,71%	100,92%	102,58%	103,92%	100,37%	26,73%
Pois France	95,88%	94,29%	99,08%	97,42%	96,08%	99,63%	19,18%