

Centre de Référence et d'Expérimentation
de la Région Wallonne
Contrat n° 7051

RAPPORT FINAL

Essais sur
l'autonomie
alimentaire
en élevage
limousin



et en
engraissement
de volailles
fermières

Jacques FAUX

Octobre 2016



Avec le soutien de la Direction Recherche et
Développement (site de Ath)

Remerciements

Nous adressons nos vifs remerciements à
la coopérative Coprosain et spécialement à Monsieur Jean Frison, qui sont à l'initiative
de ce groupe de quatre *Centres de référence et d'expérimentation*,
Monsieur Christian Papeians, facilitateur des CRE à la DGO3,
la FUGEA et spécialement à Madame Gwenaëlle Martin, coordinatrice du groupe,
Madame Emilie Knapp de l'Université de Liège,
Monsieur David Knoden, de Fourrage-Mieux,
Monsieur François Grogna, de Bio-Wallonie,
pour leur encadrement technique et scientifique,
la Cellule transversale de Recherches en Agriculture biologique du CRA-W,
pour ses nombreuses analyses,
mon épouse Anne-Marie Vandeputte et à nos enfants Anne-Michelle, Pierre, Gilles,
Philippe-François et Hélène, pour leur aide précieuse.

Table des matières

Remerciements	3
Table des matières	5
Liste des abréviations	7
Introduction	9
Chapitre I. L'autonomie alimentaire à la ferme	11
I.1. Définitions	11
I.2. Historique et contexte général	12
I.3. La problématique du soja	14
I.4. Objectifs de l'autonomie alimentaire	16
I.5. Contraintes	17
I.6. Contexte particulier de notre exploitation	18
Chapitre II. Le sol : évolution de la fertilité des sols de prairies	21
Chapitre III. Cultures fourragères et prairies : « Les provisions de l'autonomiste »	25
III.1. Le pois protéagineux	25
III.1.1. Itinéraire cultural	25
III.1.2. Rendements	26
III.1.3. Atouts et inconvénients	26
III.1.4. Approche économique.....	27
III.2. L'association luzerne-dactyle	31
III.2.1. Itinéraire cultural	31
III.2.2. Rendements et valeur nutritive	31
III.2.3. Atouts et inconvénients	33
III.3. Le seigle fourrager	35
III.3.1. Itinéraire cultural	35
III.3.2. Rendements	35
III.3.3. Atouts et inconvénients	36
III.4. Méteil Céréales-protéagineux immatures (CPI)	37
III.4.1. Itinéraire cultural	37
III.4.2. Rendements	38
III.4.3. Atouts et inconvénients	38
III.5. La prairie pâturée	39
III.5.1. Itinéraire cultural	39
III.5.2. Rendement.....	39

III.6. Approche économique de la production de fourrages	40
Chapitre IV. Essais sur la substitution du tourteau de soja par des pois protéagineux dans l'alimentation de poulets de chair et d'autres monogastriques	47
IV.1. Objectifs des essais	47
IV.2. Protocole expérimental	48
IV.2.1. Les poulets et constitution des lots	48
IV.2.2. Les aliments	49
IV.2.3. Observations et mesures	51
IV.3. Résultats et discussion	52
IV.4. D'autres espèces : Porcs, Dindons	59
IV.5. Conclusions	61
Chapitre V. Essais sur la croissance et l'engraissement de taurillons limousins au pâturage	63
V.1. Protocole expérimental	63
V.1.1. Les animaux.....	63
V.1.2. L'alimentation : la prairie pâturée.	64
V.2. Résultats.....	66
V.3. Aspects économiques.....	74
V.4. Taurillons au pâturage et qualité de la viande	76
V.4.1. Matériels et méthodes	76
V.4.2. Résultats et discussion	77
Chapitre VI. Rations hivernales pour jeune bétail à base de fourrages riches en protéines	81
VI.1. Des rations pour les taurillons	82
VI.2. Des rations pour les génisses.....	84
VI.3. Discussion des résultats	87
Chapitre VII. Discussion générale et conclusions	89
Diffusion des résultats	95
Références bibliographiques	97

Liste des abréviations

AG = Acides gras

AGPI = Acides gras poly-insaturés

CIPF = Centre indépendant de promotion fourragère

CMV = Compléments minéraux vitaminés

CPI = Céréales protéagineux immatures

CRE = Centre de référence et d'expérimentation

DVE = *Darm verteerbaar eiwit* (protéines digestibles dans l'intestin) ¹

GQM = Gain quotidien moyen

IC = Indice de consommation

MAT, MAD = Matières azotées totales, matières azotées digestibles

MPT = Matières protéiques totales

MS = Matière sèche

OEB = *Onbestendige eiwit balans* (bilan des protéines dégradables ; exprime l'équilibre entre protéine et énergie pour l'alimentation des micro-organismes du rumen) ¹

PGDA = Plan de gestion durable de l'azote en agriculture

PV = Poids vif

RGA, RGI = ray-grass anglais, ray-grass italien

UGB = Unité gros bétail

VEM = *Voedereenheid melk* (quantité d'énergie/kg de MS pour couvrir les besoins d'entretien et de production des animaux en élevage laitier) ¹

VEVI = *Veevoedereenheid vleesvee intensief* (quantité d'énergie/ kg de MS pour couvrir les besoins d'entretien et de production des animaux en élevage viandeux) ¹

¹ Decruyenaere et al. (2008)

Introduction

En 2013, à l'initiative de la coopérative Coprosain, de la FUGEA et de Monsieur Christian Papeians, ingénieur à la Direction Générale de l'Agriculture (DGO3), un groupe de quatre éleveurs, coopérateurs de la coopérative Coprosain et dont je fais partie, s'est engagé dans un contrat de Centre de Référence et d'Expérimentation sur le thème de *l'autonomie alimentaire dans les fermes d'élevage*. Vu l'intérêt et l'actualité de ce sujet, le contrat a été reconduit en 2015 et a donné lieu au présent rapport. Comme une année s'était écoulée entre les deux contrats, celui-ci comprend finalement les résultats obtenus sur trois années d'essais, ce qui permet d'en accroître la validité.

Tout comme en 2013, des essais ont été effectués à chaque niveau du système sol-plante-animal-consommateur, en vue d'améliorer l'autonomie de l'exploitation ou d'en justifier les motivations.

Le présent rapport est structuré comme suit. Le **Chapitre I** pose le cadre : il définit l'autonomie à la ferme, en retrace l'historique et en décrit les objectifs et contraintes avant de présenter le contexte particulier de notre exploitation.

Ensuite, les chapitres II à VI présentent les résultats des suivis et expérimentations effectués au sein de notre exploitation durant les trois années d'essais (2013 à 2015). Après une approche de la fertilité des sols de prairie (**Chapitre II**), le **Chapitre III** décrit les principales productions fourragères mises en place durant les trois années d'expérimentation, et ce, aussi bien des points de vue quantitatifs et qualitatifs que du point de vue économique. Quant aux chapitres IV, V et VI, ils abordent les productions animales : essais sur la substitution du tourteau de soja par du pois protéagineux pour l'alimentation de volailles et de monogastriques (**Chapitre IV**), essais sur la croissance et l'engraissement de taurillons en prairie (**Chapitre V**), et enfin, la ration hivernale dédiée au jeune bétail (**Chapitre VI**). Plus particulièrement, ces trois chapitres décrivent les rations utilisées, leur qualité, taux d'autonomie et coût, et les performances animales obtenues.

Enfin, le dernier chapitre de ce rapport (**Chapitre VII**) discute l'ensemble des résultats présentés au sein de ce travail, et ce afin d'en tirer des conclusions et enseignements pour le futur.

Chapitre I. L'autonomie alimentaire à la ferme

I.1. Définitions

« L'**autonomie** désigne la capacité d'un objet, individu ou système à se gouverner soi-même, selon ses propres règles. Dans d'autres cas, elle fait référence aux propriétés d'une entité qui est capable de fonctionner de manière indépendante, sans être contrôlée de l'extérieur ou sans apports (matériels, énergétiques, etc) en provenance de l'extérieur. L'autonomie s'oppose au concept de dépendance. »

Telle est la définition que donne Wikipedia de l'autonomie. Dans le propos de ce rapport, qui traite de l'autonomie alimentaire des élevages, nous privilégierons la première partie de la définition, qui accorde à l'éleveur *autonomiste* un maximum de liberté d'arbitrage entre auto-production et achats pour nourrir ses animaux. Mais la deuxième partie de la définition, soit l'indépendance vis-à-vis des approvisionnements à l'extérieur, garde toute son importance pour répondre aux objectifs poursuivis par l'autonomie alimentaire tels qu'ils sont énoncés à la Section I.4, et les conclusions de ce rapport en confirmeront toute la pertinence. Il faut reconnaître par ailleurs que pour certaines exploitations de petite dimension, l'autonomie stricte n'est pas envisageable, mais qu'un approvisionnement régional reste compatible avec une autonomie alimentaire envisagée en tant que démarche vers une agriculture plus durable.

Dans le même état d'esprit, nous avons adopté, non sans une pointe d'humour, le terme « *autonomiste* » plutôt que « *autonome* » pour désigner l'éleveur partisan d'une certaine philosophie, qui, par l'autonomie, recherche plus de durabilité dans ses pratiques d'agriculture et d'élevage.

Concrètement, en ce qui concerne l'alimentation des animaux, on admet les définitions suivantes (Jamar et Zaoui, 2012):

- *Autonomie fourragère* : part de fourrages grossiers consommés par le bétail qui est produite sur la ferme.
- *Autonomie alimentaire* : part du total des aliments consommés par le bétail (y compris les aliments concentrés) qui est produite sur la ferme.

I.2. Historique et contexte général

*« Petites fermes campagnardes, avec vos gros lapins
et vos gros cochons, nourris de l'herbe des prés,
petites poules, poulettes pondant à votre gré,
vous êtes presque passées dans la légende(...)
Rien de ce qui fait l'aliénation humaine
Ne sera épargné aux animaux de basse-cour. »*

Julos Beaucarne

Loin d'être un « scoop » du 21^{ème} siècle, l'autonomie alimentaire tient plutôt de l'histoire ancienne. En effet, jusqu'au 20^{ème} siècle elle était la règle dans les méthodes d'élevage car par la force des choses, les éleveurs produisaient eux-mêmes de quoi nourrir leurs animaux.

A partir du 20^{ème} siècle, plusieurs phénomènes ont pour effet d'encourager les éleveurs à recourir à des achats extérieurs. Les performances des élevages, bovin, porcin, et avicole, en particulier, sont améliorées notamment par la sélection génétique et par une meilleure connaissance de leur alimentation. Le secteur de la transformation des produits agricoles se développe progressivement, les petites entreprises artisanales s'industrialisent, s'agrandissent, fusionnent pour constituer un secteur agro-alimentaire de plus en plus puissant, ayant d'importantes quantités de sous-produits à proposer aux éleveurs : meuneries, laiteries, sucreries, brasseries, ... Dans les années 1950, l'abandon de la traction chevaline² libère d'importantes surfaces de céréales qui deviennent disponibles pour d'autres espèces animales : porcs, volailles. Sous-produits des industries agro-alimentaires naissantes, disponibilité de céréales fourragères, ces phénomènes conjuguent leurs effets pour favoriser l'essor d'une florissante industrie des aliments du bétail, qui, pour des raisons historiques qui sortent de notre propos, s'installent essentiellement dans le nord du pays. Celle-ci à son tour encourage les éleveurs à intensifier leur production et à installer des ateliers hors-sol. Dès lors les élevages de monogastriques (porcs, poulets de chair, poules pondeuses, dindes, ...) sont intégrés dans des filières agro-industrielles, et le sort de leur autonomie est définitivement scellé. Il est curieux de constater qu'aujourd'hui, les filières dites de qualité différenciée ou même bio restent très dépendantes d'achats extérieurs d'aliments, et ne connaissent que rarement ou très partiellement une certaine autonomie alimentaire. En fait, les industries des aliments ont saisi l'opportunité de ces nouvelles filières pour diversifier leurs produits vers des marchés certes plus restreints, mais néanmoins intéressants, d'autant plus qu'ils tendent à s'élargir. Ces industries sont d'ailleurs elles-mêmes à l'origine de nombreux nouveaux élevages.

² En 1934, l'avoine, principale culture du pays, occupait 293 914 ha en Belgique (Van Godtsenhoven, 1936-38).

Dès le début des années 60, le succès des filières agro-industrielles rend leur approvisionnement régional insuffisant et les amène à se tourner vers d'autres pays européens puis vers d'autres continents pour couvrir leurs besoins en matières premières. Les filières bio ou de qualité différenciée n'échappent que partiellement à cette tendance. En 1986 déjà, Louis Malassis notait : « *L'internationalisation des filières agro-alimentaires, dont l'élevage industriel constitue un exemple, aboutit à une internationalisation des processus de production. La création d'une puissante industrie de l'alimentation animale, procédant à des arbitrages à l'échelle internationale pour minimiser le coût des matières premières (céréales, produits de substitution aux céréales, matières riches en protéines), en fait un instrument de spécialisation et de division internationale du travail. (...)* » (Malassis et Padilla, 1986) Aujourd'hui, l'agro-industrie maîtrise les filières de production porcine et avicole de A à Z, et leur *pouvoir génétique* notamment n'est pas le moindre.

En même temps que l'évolution démographique augmente la demande de produits alimentaires, l'augmentation du pouvoir d'achat moyen de la population oriente les habitudes alimentaires vers plus de produits carnés, et donc vers un développement de ces filières de production.

Face à cette industrialisation systématique des filières avicoles et porcine, les élevages bovins (et autres ruminants d'une façon générale) font de la résistance. La première raison tient à la nature même des ruminants : en effet, ceux-ci, par leur système digestif approprié, sont de grands consommateurs de fourrages grossiers, dont ils tirent la majeure partie de leurs besoins alimentaires. Par fourrages grossiers, on entend les herbages et produits dérivés, le maïs ensilé, etc. Les aliments concentrés (aliments spécialement riches en énergie et/ou protéines) viennent en compléments pour ajuster les rations en fonction des performances escomptées du bétail. Tout l'art de l'*autonome* sera d'optimiser la production et l'utilisation des fourrages grossiers dans le but de minimiser les besoins en concentrés.

Cependant, durant les dernières décennies, on peut constater une évolution du cheptel vers des races (ou parfois des souches) plus performantes en terme de production laitière (Holstein) ou viandeuse (BBB), qui sont en même temps plus exigeantes en aliments concentrés. Hautement profitable à l'agro-industrie qui l'encourage, cette tendance a, du point de vue de l'éleveur, pour postulat de départ l'équation « *revenu = production* » (une approximation fallacieuse de « *revenu = production – coûts* »). Elle est aujourd'hui fortement remise en question alors que les prix des produits baissent et que les coûts de production suivent la tendance inverse. Multipliant les échanges et donc les transports, parfois sur de longues distances, spécialisant à outrance les zones de production au niveau mondial (le soja en Amérique du Sud, les élevages industriels dans les hinterlands portuaires), elle va à l'encontre du développement durable.

C'est précisément dans le but d'une agriculture plus durable que l'autonomie alimentaire des élevages est remise au goût du jour, et de nouvelles implications se font jour dans le cadre de la lutte contre le réchauffement climatique. A titre d'exemple, les mesures agro-environnementales, promues et subsidiées par l'Union Européenne et dont l'Autonomie fourragère fait explicitement partie (MB9), sont maintenant dénommées mesures agro-environnementales et climatiques (MAEC). Plus spécifiquement, la MB9 a pour objectifs de protéger la qualité de l'eau et la biodiversité par l'application d'une faible charge de bétail et par la limitation des épandages de fertilisants, et de limiter la production des gaz à effet de serres (NatAgriWal, 2016). En outre, les consommateurs voient en l'autonomie fourragère une manière de s'assurer une certaine qualité de leur alimentation et de « relocaliser » leurs achats, tandis que les éleveurs cherchent, entre autres (voir section I.4), par ce biais à stabiliser, sinon améliorer, leurs revenus en s'affranchissant des fluctuations boursières et de leurs errances.

En matière d'élevage bovin, deux constantes peuvent être relevées chez les *autonomistes*: l'utilisation accrue de la prairie pâturée d'une part, et le recours aux légumineuses, en premier lieu à la luzerne, d'autre part (le présent rapport leur accorde une large place). Au-delà, les possibilités sont multiples, et les variantes se déclinent à l'infini, permettant à chaque *autonomiste* de faire son choix suivant la situation de son exploitation (contexte pédo-climatique, économique, ...), ses motivations, ses goûts et son expérience. Cependant, face à la multitude de possibilités, et étant donné que, par essence, elle n'intéresse que peu les secteurs de l'agro-fourriture, et donc, de la recherche privée, l'autonomie fourragère constitue un domaine où l'échange de connaissances et d'expériences est à privilégier, éventuellement avec un encadrement scientifique. C'est dans cette optique qu'a travaillé ce groupe de quatre « *Centres de référence et d'expérimentation* » dont j'ai fait partie. Par nos rapports respectifs, c'est également dans cette optique que mes collègues et moi-même souhaitons apporter notre petite pierre à l'édifice.

I.3. La problématique du soja

« Bête noire » des *autonomistes*, le soja concentre tous les griefs que l'on peut formuler à l'égard des importations d'aliments pour le bétail.

« Les importations européennes de soja ont été multipliées par cinq depuis le début des années 70. Le tourteau de soja est un constituant de l'alimentation animale (bovins, porcs, volaille) riche en protéines. Cette croissance s'explique par le développement des activités d'élevage avec un processus d'intensification qui se traduit par l'utilisation de plus d'aliments concentrés au détriment des fourrages frais (prairies) ou séchés (foin, paille), ainsi que par l'insuffisance de la production européenne de protéagineux. Cette insuffisance

s'explique largement par la possibilité de s'approvisionner en soja à bas prix sur le marché mondial, du fait de l'absence de droits de douane.

L'accroissement de la dépendance de l'UE vis-à-vis des importations de soja a en grande partie contribué au développement des cultures de soja en Amérique du Sud, même s'ils existent des facteurs internes : demande en agro-carburants et en production animale sud-américaine. Impulsée par un petit nombre de multinationales de l'agro-industrie, la monoculture du soja est principalement le fait d'une grande agriculture intensive en capital, même si elle occupe une place importante dans l'économie de l'agriculture familiale de certaines régions.

Le soja joue un rôle moteur dans la déforestation de l'Amazonie et des savanes arborées soit directement, soit indirectement avec le déplacement des populations paysannes qui migrent vers le front pionnier. Sa culture intensive contamine l'environnement, avec y compris parfois une destruction des cultures vivrières voisines, du fait de l'épandage de désherbants et pesticides.

Dans les régions où pré-existait une agriculture familiale consolidée, celle-ci a profité du boom du soja d'un point de vue économique. L'intégration de cette paysannerie au modèle soja signifie cependant une forte dépendance vis-à-vis de l'agro-industrie et du modèle exportateur, et une exposition à des risques sanitaires.

En dehors de ces régions, l'expansion du modèle soja s'accompagne parfois d'un accaparement de terres et d'expulsions des communautés paysannes. Les inégalités foncières se creusent, les emplois diminuent, la pauvreté et l'exode rural se développent. Bien souvent les populations locales s'organisent pour résister, et les affrontements avec les milices privées ou la répression policière sont fréquents.

Dans les divers pays latino-américains, les organisations paysannes et la société civile se mobilisent contre le "modèle soja". Elles défendent un modèle d'agriculture familiale respectueuse de l'environnement et tournée prioritairement vers la satisfaction des besoins alimentaires de la population. Elles demandent des réformes agraires et des politiques de soutien à l'agriculture paysanne.

L'UE pourrait contribuer à lutter contre le "modèle soja" en Amérique latine en diminuant ses importations, même si les principaux moteurs de croissance sont désormais l'expansion de la demande asiatique et les usages internes à l'Amérique latine. La recherche d'une plus grande indépendance protéique s'inscrit plus globalement dans le choix de promouvoir une agriculture plus autonome en intrants, et donc moins consommatrice de carbone fossile et contribuant à l'atténuation du changement climatique. Cet objectif environnemental est en réalité lié à un enjeu global qui répond aussi à l'intérêt global des agricultures familiales de nombreuses régions du monde, en zones tropicales notamment, qui seront les premières touchées par ce réchauffement. » (Solonet et al. , 2011)

A cela, on peut encore ajouter :

- l'empreinte écologique grevée par les transports sur de longues distances;
- la prépondérance des cultures OGM (soja Round-up Ready).

A l'usage du soja *RR* se greffe le problème de la contamination de l'environnement et des résidus de glyphosate dans les récoltes, tandis que, les doses de *Round-Up* pulvérisées tendent à augmenter pour contrer les phénomènes de résistance d'adventices.

Si les fabricants d'aliments belges, par la voix de l'APFACA (Association Professionnelle des Fabricants d'Aliments Composés pour Animaux), s'engagent aujourd'hui vers un soja *sociétalement responsable*, c'est admettre que ce dernier ne l'était pas jusqu'ici. Mais cette réponse aux problèmes ci-dessus n'est que partielle ; force est de constater que dans les élevages intensifs, le tourteau de soja est devenu, par ses qualités intrinsèques (concentration élevée en protéines, large spectre d'acides aminés, ...), un maillon essentiel des filières intensives agro-industrielles qui actuellement pourraient difficilement s'en passer (Billon et al., 2009). Seule une politique active encourageant l'indépendance vis-à-vis du soja, ou autrement dit, l'autonomie protéique sur une base individuelle ou régionale, peut y apporter des solutions.

I.4. Objectifs de l'autonomie alimentaire

Quels sont les objectifs visés par l'*autonomiste* ? Quels les avantages attend-t-il de l'autonomie alimentaire ? Ceux-ci relèvent de l'économie, de l'agronomie, de la protection de l'environnement et de la qualité des produits. En cherchant à atteindre ses objectifs, l'*autonomiste* s'inscrit dans une démarche de *durabilité* :

- **Durabilité** de l'agriculture du point-de-vue **économique** par la maîtrise des coûts de production et l'indépendance vis-à-vis des fluctuations de prix des matières premières³. L'autonomie accroît la résilience du « système ferme », soit sa capacité à revenir à un état stable après une quelconque perturbation.
- **Durabilité** de l'agriculture du point-de-vue **agronomique** (au sens large):
 - o diversification de la rotation ;
 - o recours aux cultures de légumineuses ;
 - o réduction de la consommation d'engrais de synthèse ;
 - o gain de santé du bétail par la diversification de la ration.
- **Durabilité** de l'agriculture du point-de-vue **environnemental** :
 - o réduction des transports de matières ;

³ En Wallonie, les aliments achetés constituaient en moyenne 52 % des charges opérationnelles des exploitations laitières, et 47 % chez les producteurs de bovins à viande. Avec 29 % et 25 % du total des charges, le poste « aliments » était le plus important des charges des exploitations laitières et bovins à viande, respectivement (Chiffres de 2014). (DGARNE, 2014)

- couverture du sol par des cultures pluriannuelles telles que les prairies permanentes ou temporaires ;
 - piégeage du CO₂ (prairies permanentes) ;
 - maintien ou augmentation de la biodiversité ;
 - recyclage des déchets ;
 - évolution vers une économie circulaire.
- Maîtrise de la **qualité** de la nourriture et de sa **traçabilité** (garantie d'absence d'OGM, de dioxine, de farines animales, etc...).

A vrai dire, le premier objectif, économique, est prépondérant, et la plupart des études portant sur l'intérêt de l'autonomie alimentaire l'envisage de ce point-de-vue (entre autres : Van Landschoot, 2010). Les deux autres objectifs sont généralement plutôt perçus comme des avantages de l'autonomie alimentaire. Ils peuvent donner lieu à des économies chiffrables, tels que les résidus azotés issus d'une culture de légumineuse ; d'autres sont bien réels mais difficilement chiffrables, comme une amélioration de la santé du bétail ; d'autres enfin sont d'ordre éthique sans pour autant être négligeables. « *La plupart des agriculteurs qui s'engagent dans une démarche d'autonomie ont de réelles convictions – dépassant les aspects économiques – qui tendent à créer les bases solides et durables de leur transition.* » (Ansenne et al., 2016). L'autonomiste offre donc à la société un certain nombre d'externalités positives dont il ne retire pas un profit direct.

En ce qui nous concerne, l'autonomie alimentaire de l'élevage s'inscrit dans une **recherche d'autonomie au niveau global de l'exploitation**. En amont de la production agricole, cette démarche vise à limiter les intrants, notamment par l'utilisation judicieuse des effluents d'élevage, éventuellement compostés, pour la fertilisation des cultures et par la consommation d'énergies renouvelables (panneaux photovoltaïques, chauffage au bois). En aval de la production agricole, la même démarche nous incite à répondre à la demande croissante de consommateurs pour une alimentation saine et locale, et ce par la vente directe à la ferme et la participation à la coopérative Coprosain. Ces démarches en amont et en aval de la production agricole *sensu stricto* répondent plus globalement à un souci de développement durable.

I.5. Contraintes

Conduire sa ferme avec l'objectif de la rendre autonome du point de vue de l'alimentation animale n'est toutefois pas sans contraintes. En effet, cela suppose que l'ensemble – si pas le maximum – des aliments soit produit au niveau de la ferme. Concrètement, la production des aliments à la ferme demande à l'autonomiste de relever quatre défis successifs:

- i) la planification de la production, au minimum un an à l'avance ;

- ii) l'organisation du stockage des récoltes à la ferme ;
- iii) la préparation des mélanges ;
- iv) la gestion du temps de travail, en ce compris les points ii) et iii) ci-dessus: l'autonomie entraîne-t-elle un surcroît de travail? chaque ferme étant un cas particulier, la réponse est à nuancer en fonction de chaque situation. Ainsi, le pâturage est un mode d'affouragement peu exigeant en temps de travail, ...à condition de disposer de prairies autour de la ferme, ou à tout le moins de prairies bien groupées. Les prairies temporaires nécessitent peu de temps pour les travaux du sol et de semis, mais plus pour la récolte, qui est répartie sur plusieurs coupes.
- v) le coût d'opportunité.

Le coût d'opportunité représente une contrainte pour l'*autonome* comme décrit ci-après. Dans notre région, les conditions pédo-climatiques et l'environnement agro-industriel offrent à l'agriculteur-éleveur un large choix de cultures : céréales, cultures industrielles, légumes outre les cultures fourragères parmi lesquelles le maïs-ensilage est prépondérant. En l'absence d'augmentation de la superficie exploitée, la production d'aliments en quantité suffisante pour les animaux se traduit inéluctablement par la réduction des cultures commerciales. La substitution de cultures commerciales par des cultures fourragères pose la question du *coût d'opportunité* de ces cultures. « *Le coût d'opportunité, aussi appelé coût de renoncement, est le coût de ce qui est choisi, en termes de ce que l'on cède, ou que l'on renonce à obtenir* » (Andreani, 1967). Le coût d'opportunité peut être estimé par la valeur de la meilleure opportunité non-réalisée. Dans notre cas, l'installation de nouvelles prairies et l'augmentation de la production fourragère par la culture de méteil et d'associations céréales-protéagineux se sont faites au détriment des cultures de haricot de conserverie et de maïs ensilage. Le coût d'opportunité de l'autonomie alimentaire pourrait dès lors être évalué au bénéfice le plus élevé tiré de ces deux cultures écartées de l'assolement. A l'opposé, l'absence de choix annule le coût d'opportunité.

La notion de coût d'opportunité rejoint, *in fine*, l'objectif économique de l'autonomie, sans toutefois tenir compte de ses avantages agronomiques et environnementaux tels que nous les avons cités ci-dessus (*cfr* section I.4.).

I.6. Contexte particulier de notre exploitation

Lorsque mon épouse et moi-même avons repris l'exploitation familiale en 1980, celle-ci était principalement orientée vers les grandes cultures. En 1993, la réforme de la PAC a fortement réduit le prix des céréales et nous a incités à transformer une partie de notre production céréalière via le développement de l'élevage (bovins et volailles fermières).

Cette évolution s'est accentuée en 2000 avec la construction d'une nouvelle stabulation. C'est à cette époque que nous avons eu l'opportunité d'intégrer la coopérative

Coprosain, dont le cahier des charges impose l'autonomie fourragère à ses producteurs de viande bovine, ce qui correspondait à nos préoccupations. A cette époque également, l'occasion s'est présentée de recourir aux services d'un « moulin mobile » mis sur pied (ou plutôt sur roues !) par un entrepreneur de la région⁴. Cela nous a permis de préparer, à partir de nos céréales, des compléments concentrés pour les bovins, d'une part, et l'entièreté des aliments destinés aux volailles, d'autre part.

Alors que le soja était jusqu'en 2008 la source de protéines, un pas supplémentaire vers l'autonomie a été franchi en 2009 avec la culture de pois protéagineux. Depuis, l'autonomie alimentaire s'élève à 82 % pour l'élevage de volailles (ainsi que quelques porcs) (**Tableau I.1**). Quant à l'élevage bovin, il est dans son ensemble – cheptel, prairies et cultures fourragères – en conversion vers l'agriculture biologique depuis 2015 et les achats se réduisent à quelques tourteaux bio pour l'engraissement des taurillons, résultant en une autonomie alimentaire de 99 % (**Tableau I.1**). Il est utile de préciser que pour les bovins, l'autonomie alimentaire a été calculée sur base de la matière sèche des fourrages et aliments concentrés consommés par les animaux, tandis que pour les volailles (qui n'utilisent que des aliments secs), elle l'a été sur base des produits bruts consommés.

La production des élevages est commercialisée en circuit-court, dans des filières valorisant la qualité des produits. La coopérative Coprosain écoule une majeure partie de la viande bovine, tandis qu'un magasin à la ferme installé en 2010 assure la vente directe des volailles et d'une partie de la viande bovine.

⁴ « Le Moulin mobile », François Lefebvre, Rue Jean-Baptiste Petit, n° 7, B-7620-Brunehaut, 069 23 69 58 ou 0477 88 05 69.

Tableau I.1. Autonomie alimentaire en élevage bovin et en production de volailles à la ferme Saint-Michel en 2013 et en 2016

		2013	2016
<i>ELEVAGE BOVIN :</i>			
Aliments produits sur la ferme:			
	Prairies pâturées	46,0%	65,9%
	Foin et préfané de céréales immatures, mél.gram.-légum.	17,0%	23,3%
	Maïs ensilage	16,0%	
	Pulpes en ayant-droit	5,0%	
	Céréales et pois	4,5%	3,5%
	Paille et fanes de pois	3,0%	2,6%
	Cultures dérobées	2,0%	3,8%
	TOTAL	93,5%	99,2%
Aliments achetés:			
	Foin acheté	4,0%	
	Tourteaux (colza, lin)	2,5%	0,8%
	TOTAL	6,5%	0,8%
<i>VOLAILLES :</i>			
Aliments produits sur la ferme:			
	Céréales (blé, maïs)	60,0%	57,0%
	Pois	25,0%	25,0%
	TOTAL	85,0%	82,0%
Aliments achetés:			
	Tourteaux (luzerne,colza)	12,0%	15,0%
	CMV	3,0%	3,0%
	TOTAL	15,0%	18,0%

Les essais effectués dans le cadre de ce contrat CRE visent soit à augmenter l'autonomie de la ferme, soit à conforter certains choix déjà effectués dans ce sens durant ces dernières années, et ce à différents points de vue : économique, nutritionnel, environnemental, ou encore de la qualité des produits proposés aux consommateurs.

Chapitre II. Le sol : évolution de la fertilité des sols de prairies

Dans les exploitations mixtes cultures-élevage, les effluents d'élevage constituent une source importante de fertilisants organiques qu'il convient d'utiliser judicieusement. En vue de renforcer l'autonomie de notre élevage, l'accent est mis, depuis une dizaine d'années, sur la valorisation des effluents d'élevage. Ainsi, les prairies pâturées reçoivent, tous les 2 ou 3 ans, un apport de 10 à 12 T/ha de compost. Ces apports sont plus rapprochés (pratiquement chaque année) depuis le passage en bio.

Méthode de compostage : l'andain est préparé en fin d'année de fumier de bovins en stabulation et de fumier de poulets fermiers selon le ratio 2:1 en volume. En janvier, l'andain est retourné et aéré à l'aide d'une machine de la marque Ménart. Le compost est épandu au début du printemps (mars) si la portance des sols le permet, ou, durant la saison, après un pâturage si cela n'a pas été possible plus tôt.

Parmi les avantages du compostage, on relève (Luxen et al., 2006) : l'assainissement du fumier, la diminution de sa teneur en N ammoniacal, d'où forte suppression des odeurs et des pertes de N par volatilisation, l'obtention d'une matière plus homogène et plus grumeleuse donc plus facile à épandre.

Tableau II.1. Comparaison des teneurs en éléments fertilisants du fumier de bovins avant et après compostage

	Fumier non-traité		Après compostage	
	% poids frais	% MS	% poids frais	% MS
pH	7,5		8,16	
% MS	21		24	
N tot	4,2	17,8	4,7	19,3
N NH4	0,63	2,70	0,08	0,30
K2O	6,3	26,5	10,1	41,6
P2O5	2,3	9,6	3,2	13,0
Na2O	0,4	1,8	0,4	1,6
MgO	1,2	5,0	1,5	6,0
CaO	4,6	19,6	5,3	21,8

Par le compostage, nous avons pu observer une nette élévation du pH, et une réduction de la teneur en N ammoniacal (**Tableau II.1**). Les teneurs des autres éléments fertilisants semblent maintenues ou légèrement améliorées, mais ces données sont trop fragmentaires pour pouvoir en tirer des enseignements. Ces teneurs sont sensiblement en deçà des normes, ce qui s'explique par la moindre concentration nutritive de la ration des

vaches allaitantes par rapport à des vaches laitières. Un apport annuel de 10 T/ha de compost fournit au sol 47 unités de N, 100 unités de K₂O et 32 unités de P₂O₅, pour une valeur totale de 156 €/ha (selon la méthode de calcul de Luxen, 2016).

Les sols de prairie ont été analysés aux printemps 2013 et 2015 (Laboratoire du CARAH, Ath). Dans le **Tableau I.2.**, les parcelles ont été regroupées suivant l'âge des prairies (prairies anciennes : 18 ans et plus, prairies récentes : de 1 à 13 ans). En effet, elles présentent des caractéristiques différentes selon ce critère.

De ces résultats, il ressort que, étant donné les faibles exportations d'éléments fertilisants que connaissent les prairies pâturées – ce qui est particulièrement le cas en élevage allaitant –, un apport modéré de compost permet de maintenir toutes les teneurs à un bon niveau. Il serait peut-être même nécessaire, pour certaines parcelles, d'arrêter momentanément les apports de compost. Celui-ci ira préférentiellement sur les prairies récentes, qui en ont davantage besoin.

Tableau I.2. Résultats des analyses de sols effectuées dans les prairies (moyenne 2013-2016)

	Prairies anciennes (6 parcelles)		Prairies récentes (4 parcelles)	
	Moy.	Appréciation	Moy.	Appréciation
pH Kcl	6,1	<i>Normal</i>	6,5	<i>Normal</i>
P mg/100g	8,1	<i>Bonne teneur</i>	6,8	<i>Bonne teneur</i>
K "	21,0	<i>Très bonne ten.</i>	15,3	<i>Moyenne teneur</i>
Mg "	24,6	<i>Très bonne ten.</i>	11,0	<i>Moyenne teneur</i>
Ca "	396	<i>Teneur en excès</i>	160	<i>Bonne teneur</i>
Na "	1,9	<i>Moyenne teneur</i>	1,1	<i>Faible teneur</i>
C %	1,8	<i>Très bonne ten.</i>	1,2	<i>Moyenne teneur</i>
Humus %	3,3	<i>Très bonne ten.</i>	2,4	<i>Bonne teneur</i>
N org ‰	1,8	<i>Très bonne ten.</i>	1,2	<i>Bonne teneur</i>
Rapport C/N	10,0	<i>Assez élevé</i>	10,1	<i>Assez élevé</i>

Une attention particulière a été portée à l'évolution de la teneur en carbone (% C) dans les sols de prairies. Etant donné que toutes les prairies, à une exception près, ont été implantées assez récemment (30 ans maximum), et à des dates différentes, il a été possible d'établir une relation entre la teneur en C et l'âge de la prairie (**Figure II.1**).

La moyenne de la teneur en C des terres de culture (sur les 10 dernières années) est très stable et a été considérée comme le point de départ (en rouge). Dès la mise en prairie, l'élévation du taux de C dans le sol se fait sentir.

La régression est hautement significative ($p < 0.001$) et nous donne un coefficient de **0,03 % de C fixé par an**. En première approximation (en considérant 15 cm d'épaisseur de sol à 1.5 kg/dm^3 de densité apparente), cela représente 675 kg de C par ha et par an ou encore 2.475 kg de CO_2 .

Cependant, et aussi vrai que les arbres ne montent pas jusqu'au ciel, on peut supposer que cette augmentation va progressivement plafonner, ainsi que le laisse présager la teneur en C d'une prairie séculaire, vieille de plus de 250 ans (âge attesté par des archives). Cette dernière atteint 2,43 % C, alors qu'une prairie de 29 ans atteint 2,15 % C. Ces résultats sont évidemment à confirmer par de nouvelles mesures.

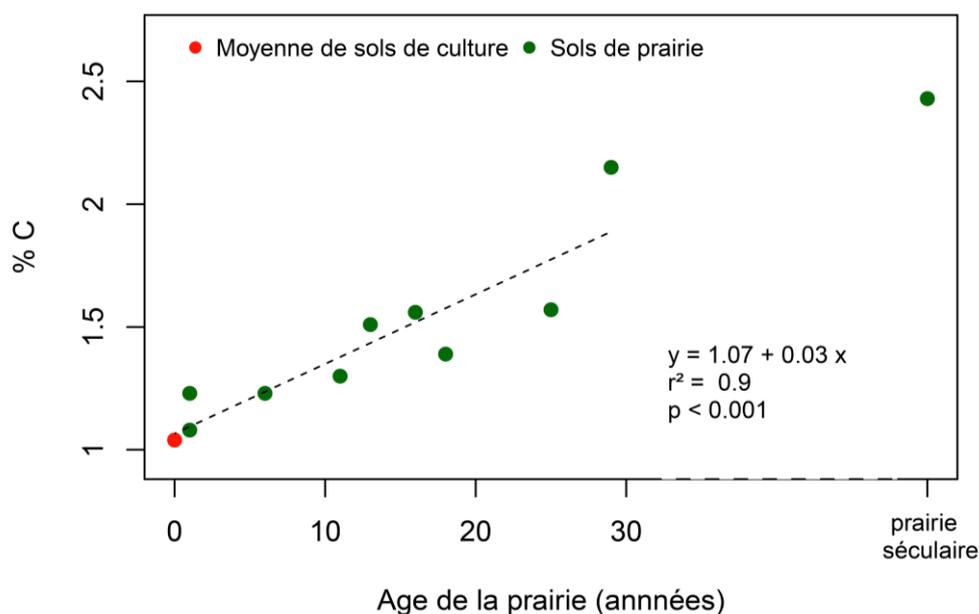


Figure II.1. Evolution du taux de carbone des sols de prairies en fonction de l'âge de celles-ci.

En guise de comparaison, la France a lancé une vaste initiative encourageant les actions menées en vue d'augmenter le stockage, ou séquestration, de carbone dans les sols dans le cadre de la conférence COP21 en décembre 2015. Cette initiative a été nommée « 4 pour 1000 » en raison de l'objectif final qu'elle supporte, à savoir une augmentation relative de 4 ‰ (ou 0,4%) de la teneur en C existant dans les sols (<http://4p1000.org>). Par exemple, si la teneur en C du sol est de 1%, atteindre l'objectif des « 4 pour 1000 » suppose que la teneur en C soit de 1,004 % après une année ($=1 \cdot (1+0,004)$), ou encore de 1,127 % après 30 années ($=1 \cdot (1+0,004)^{30}$). Dans le cas présent, nous avons observé une augmentation linéaire de la teneur en C avec l'âge de la prairie, la teneur en C passant d'environ 1 à 1,9% en 30 ans (**Figure II.1**). Cette évolution de la teneur en C du sol correspond à une augmentation annuelle *absolue* de 0,03% de la teneur en C du sol, ou une augmentation annuelle *relative*

de 2,16 %, ou 21,6 %⁵, soit une augmentation approximativement 5 fois supérieure à l'objectif de 4‰ fixé par la campagne « 4 pour 100 ». Ce résultat tend à démontrer que le potentiel de séquestration de carbone dans nos sols via la transformation de terres de culture en prairies permanentes est élevé. C'est un paramètre important dont il faut tenir compte lorsqu'on évalue l'impact de l'élevage bovin sur les émissions de gaz à effet de serre, mais ces analyses sortent du cadre de ce travail.

En ce qui concerne les cultures, la recherche de l'autonomie protéique conduit à une utilisation accrue de légumineuses : luzerne et trèfles en prairies temporaires, trèfle blanc en prairies pâturées, pois en culture pure. Autosuffisantes en fertilisation azotée, ces cultures permettent de réaliser des économies substantielles d'engrais azotés, donc d'énergie. De plus, par leurs résidus, elles libèrent après récolte des quantités importantes de nitrates, qu'il convient de capter au maximum dans un souci aussi bien agronomique qu'environnemental.

⁵ Cette valeur a été obtenue en résolvant l'équation suivante pour a :

$$x_n = x_0(1 + a)^n$$

où x_0 et x_n sont les teneurs en C du sol en année 0 et n , respectivement, et a est l'accroissement annuel relatif de la teneur en C du sol.

Chapitre III. Cultures fourragères et prairies : « Les provisions de l'autonomiste »

Prairies et cultures fourragères sont gérées de façon à couvrir au maximum les besoins alimentaires des animaux, tant en quantité qu'en qualité.

Le présent chapitre passe en revue les cultures, en ce compris les prairies, utilisées dans notre exploitation : itinéraires culturaux, rendements (quantitatif et qualitatif), prix de revient. Pour conclure, une analyse économique tente une comparaison sur base des coûts et des rendements en énergie et en protéines des différents fourrages.

III.1. Le pois protéagineux

Le pois protéagineux est important dans le cadre de notre exploitation. Cultivé en pur, il constitue la première source de protéines pour l'alimentation des volailles et des porcs. Initialement choisi pour sa polyvalence (utilisation pour l'alimentation des volailles, porcs et bovins), le pois protéagineux en culture pure n'est cependant plus utilisé pour les bovins depuis la conversion de l'élevage bovin en bio. Pour celui-ci, les pois, fourragers ou protéagineux, sont cultivés en association avec des céréales. La présentation qui suit concerne le pois protéagineux tel que cultivé en pur.

III.1.1. Itinéraire cultural

PRECEDENT : Blé, maïs fourrager, ou autre.

SEMIS :

- *Variétés* : Nette (2014), Kayanne (2014), Audit (2015).

Ce sont toutes des variétés de pois jaune type « Afila ». Lors du choix variétal, outre le potentiel de rendement, une attention particulière est portée à la hauteur de la végétation au moment de la récolte de façon à faciliter celle-ci. Une variété gardant une végétation dressée en fin de saison est privilégiée.

- *Date* : fin mars-début avril.
- *Densité* : 70 à 80 grains/m², soit 180 kg/ha à 240 kg/ha.

FUMURE :

Application de fumier et semis d'un engrais vert avant l'hiver ; dans les autres cas, 40 unités N sous forme d'ammonitrate au semis.

HERBICIDE :

- En prélevée : Stomp ($1,5 \text{ l.ha}^{-1}$) + Centium (150 ml.ha^{-1})
- En post-émergence : Bentazon ($1,6 \text{ l.ha}^{-1}$) + MCPB ($1,25 \text{ l.ha}^{-1}$)

PROTECTION :

- Fongicide à la floraison : Bravo, Rovral (1 l.ha^{-1}), TopsinM (1.5 l.ha^{-1})
- Insecticide: Pirimor (0.4 kg/Ha) si présence de pucerons.

RECOLTE :

Le pois est moissonné dès que l'humidité est inférieure à 17 %. Elle a lieu généralement début août.

Pour plus de renseignements : appo.qembloux@ulq.ac.be



Figure III.1. A gauche : les pois protéagineux en floraison (14/06/2013). A droite : la moisson des pois : une lame verticale est montée sur la barre de coupe de la moissonneuse.

III.1.2. Rendements

- Moyenne depuis 2009: 5700 kg/ha (de 4500 à 7000 selon l'année ; **Tableau III.1**) à 23 % protéines, soit environ 1300 kg/ha de protéines.
- Sous-produit : de 3000 à 4500 kg/ha de fanes.

III.1.3. Atouts et inconvénients**ATOUS :**

- Intérêt comme source de protéines alternative au soja et appropriée aux différentes espèces animales: les pois peuvent être utilisés dans l'alimentation des volailles et

des porcs, et ne demandent pas de traitement particulier (simple broyage ou aplatisage)⁶.

- Récolte pendant l'été (même période que le blé), ce qui permet l'implantation d'une culture dérobée après la récolte et donc de valoriser les reliquats azotés.
- La culture ne nécessite pas de matériel spécifique, sinon une lame verticale sur la barre de coupe pour la récolte (comme pour le colza).
- Sous-produit intéressant : fanes de pois.
- Très bon précédent cultural (le pois laisse l'équivalent de 30 à 40 unités d'N dans le sol).
- Diversification de la rotation.

INCONVENIENTS :

- Culture à risque (verse ou égrenage en fin de maturation) et rendements irréguliers (manque d'intérêt des sélectionneurs pour améliorer cette espèce, et les protéagineux indigènes en particulier, même si cela évolue un peu ces dernières années).
- Teneur en protéines limitée.

III.1.4. Approche économique

Le prix de revient du pois a été comparé avec celui du blé d'hiver, choisi comme culture de référence (**Tableau III.1**). Les observations s'étendant sur trois années, cette comparaison permet une bonne approche du potentiel et des atouts et faiblesses de ces deux cultures.

Au niveau des charges opérationnelles, la culture du pois permet des économies substantielles d'engrais azotés. En contrepartie, elle est plus coûteuse en semences, si bien qu'au total, les charges opérationnelles de ces deux cultures sont très proches. En effet, sur les trois années étudiées, les charges opérationnelles étaient de 642 €/ha en moyenne pour le pois et 668 €/ha pour le blé d'hiver. A noter que les reliquats azotés laissés par les pois (40 à 50 unités d'azote) n'ont pas été pris en compte, tandis que la valeur des amendements organiques (qui couvrent les besoins en phosphore et en potasse) et calcaro-magnésiens a été répartie sur l'ensemble de la rotation et comptabilisée en charges de structure.

Les charges de structure sont très variables d'une exploitation à l'autre. Sur un court laps de temps (2013 à 2015), elles ont ici été uniformément évaluées à 800 €/ha ; d'une année à l'autre certains postes sont à la baisse (carburants, ...) et compensent d'autres qui sont à la hausse (fermages, ...).

⁶ A titre de comparaison, la graine de soja doit être extrudée pour être introduite dans une ration.

Tableau III.1. Prix de revient comparé du pois protéagineux et du blé sur 3 ans

	POIS PROTEAGINEUX			BLE D'HIVER		
	2013	2014	2015 Moyenne sur 3 ans	2013	2014	2015 Moyenne sur 3 ans
Charges opérationnelles (€/Ha)						
Engrais	0,0	24,0	72	194,9	173,5	210
Semences	212,5	194,0	176,6	73,2	73,2	69,8
Phytos Herbicides	95,2	90,4	83,8	45,4	56,4	57,8
Fongicides	98,0	100,0	62,2	111,8	129,7	134,2
Autres	17,3	10,7	20	0,0	0,0	0
Sous-total:	423,0	419,1	414,6	425,3	432,8	471,8
Travaux entreprise			418,9			443,3
Moisson	150,0	150	150	150,0	150,0	150
Pressage	70,0	75	75	75,0	75,0	75
TOTAL charges. opérat.	643,0	644,1	639,6	650,3	657,8	696,8
Produits						
Rendement en grains (T/Ha)	6,3	6,2	5,0	10,1	9,1	11,9
Prix de vente (€/T)	304	289	266	188,8	162,1	141,5
Fanes ou paille (T/Ha)	4,2	4,5	4,0	5,1	5,5	7,3
Prix de vente (€/T)	40,0	40,0	30,0	40,0	40,0	30,0
TOTAL valeur des produits	2071,0	1974,7	1453,2	2110,9	1695,1	1902,9
Marge brute (€/ha):	1428,0	1330,6	813,6	1460,6	1037,3	1234,6
Charges de structure (€/Ha) :	800,0	800,0	800,0	800,0	800,0	800,0
Total des charges (€/Ha) :	1443,0	1444,1	1439,6	1450,3	1457,8	1468,3
Marge nette (€/ha):	628,0	530,6	13,6	660,6	237,3	434,6
Prix revient (€/Tonne grain)	203,7	203,6	263,3	123,4	136,0	107,4
			223,5			122,3

La valeur économique des produits est relativement simple à évaluer pour la culture de blé : les rendements sont connus précisément, et le prix de vente est le prix moyen obtenu chez le négociant pour la saison de commercialisation considérée.

La valeur économique des pois est plus difficile à appréhender. Il existe très peu de marché pour le pois dans notre région, et, surtout, le pois est cultivé ici dans un but d'auto-consommation : toute la production est utilisée à la ferme. La valeur des pois a donc été estimée d'un point-de-vue strictement *autonome*, soit à la valeur des tourteaux qu'il aurait fallu acheter pour compenser la valeur alimentaire du pois. Dans ce cadre, l'équation suivante (Haurez, 2002) est souvent adoptée :

$$1 \text{ kg pois} = 0,35 \text{ kg tourteau de soja} + 0,65 \text{ kg blé} .$$

Cette équation a été utilisée ici afin d'estimer la valeur économique du pois (**Tableau III.2**). Le prix du blé considéré était celui obtenu au cours de l'année en question, 2013, 2014 ou 2015. Pour le tourteau de soja, la moyenne de 8 cotations relevées durant l'année a été calculée (cfr « Le Sillon belge » 2013 à 2015 : *Marchés des matières premières. Prix par 1000 kg en vrac, départ négoce*). Le prix du pois estimé suit logiquement la diminution des prix du blé et du soja observée au fil des trois années. A titre de comparaison, les calculs ont été faits avec du soja garanti sans OGM et avec du soja standard. La différence est, en moyenne, d'environ 20 €/T. Par la suite, ce sera le prix des pois établi en fonction de soja non-OGM qui sera retenu, puisqu'en tant qu'*autonome*, notre objectif est bien de garantir des produits exempt d'OGM.

Tableau III.2. Calcul du prix des pois en fonction des prix du blé et du tourteau de soja.

	1 kg pois = 0,35 kg soja + 0,65 blé			
Prix (€/tonne):	2013	2014	2015	Moyenne
Prix du blé	189	162	142	
Prix du trt. Soja sans OGM	517	524	498	
Prix des pois calculé	304	289	266	286
Prix du blé	189	162	142	
Prix du trt. Soja standard	484	460	423	
Prix des pois calculé	292	267	240	266

Calculées sur base des valeurs présentées dans le **Tableau III.2**, les **valeurs des récoltes** de blé et de pois étaient pratiquement identiques en 2013 (2111 et 2071 €/ha, respectivement); la valeur des pois était supérieure à celle du blé en 2014, et nettement inférieure en 2015 (Tableau 4). En 2015, la sécheresse et la canicule de fin juin-début juillet ont durement affecté le rendement en pois qui n'a atteint que 5 T/ha, alors que les rendements céréaliers étaient très bons. En 2016 par contre, on peut déjà dire que les pois

ont été proportionnellement moins affectés par les intempéries que les céréales. Ces fluctuations illustrent bien les aléas de la culture de protéagineux.

Comme le montant des charges est assez similaire pour ces 2 cultures, la **marge nette** calculée pour ces 2 récoltes suit la même tendance. La moyenne sur les trois années s'établit à 390 €/ha pour les pois et 435 €/ha pour le blé.

Pour calculer le **prix de revient** de la récolte principale, exprimé en €/T de grain, la valeur du sous-produit (fanés pour les pois, paille pour le blé) a été retranchée du montant des charges, lequel a ensuite été divisé par le rendement en grain. Bien que les fanés de pois aient une valeur nutritive supérieure à la paille de céréales, il est difficile de donner une valeur économique à une denrée aussi peu courante. Elles ont été estimées au prix de la paille de céréales. Finalement, le prix de revient des pois était de 204 €/T en 2013 et en 2014, et 263 €/T en 2015, que l'on comparera à leur valeur économique du pois estimée à 304 €/T, 289 €/T et 266 €/T, pour chacune des trois années respectivement (**Tableau III.2**).

III.2. L'association luzerne-dactyle

Depuis quelques années, la culture de la luzerne connaît un regain d'intérêt. Cependant, alors qu'elle était cultivée pure par le passé, la luzerne se trouve aujourd'hui le plus souvent associée à une graminée telle que le dactyle ou la fétuque élevée ; d'autres mélanges plus complexes sont également utilisés. Dans le cas présent, c'est une association luzerne-dactyle qui a été suivie de 2013 à 2015.

III.2.1. Itinéraire cultural

PRECEDENT :

- Blé d'hiver dans ce cas.
- Le plus souvent une céréale. Doit permettre un semis vers le 1^{er} septembre.

SEMIS :

- Variétés : luzerne « Orca » et dactyle « Ambassador ».
- Date : 6/9/2012.
- Densités : 15 kg/Ha pour la luzerne et 12 kg/Ha pour le dactyle.

FUMURE :

- Avant semis : 8 T/ha d'écumes de sucrerie.
- Le 16/4/13 : 500 kg/ha composé 0-8-28+3MgO.

HERBICIDE :

Pas de désherbage.

RECOLTE :

4 coupes ont été effectuées chaque année, entre mai et octobre, ramassées sous forme de préfané-enrubanné ou de foin suivant la météo.

III.2.2. Rendements et valeur nutritive

Les rendements obtenus durant les 3 années d'essai sont présentés au **Tableau III.3**. Ils ont été calculés sur base de la pesée d'un échantillon de ballots à chaque coupe lors de la récolte pour le foin, ou après conservation pour le préfané. Les analyses ont été effectuées lors de la pesée, ce qui a permis de calculer le rendement en matière sèche. Il s'agit donc bien d'un rendement « *effectivement récolté* » ou en quelque sorte « *rendu à l'auge* », qui doit être majoré de quelque 15 % (Chambre d'agriculture de la Creuse, 2016) pour évaluer le rendement sur pied. De même, les valeurs nutritives ont été analysées après conservation.

Tableau III.3. Rendement et valeur nutritive (VEM et matières azotées totales) de l'association luzerne-dactyle selon l'année et la coupe

Année	Coupe	kg MS/ha		VEM/KGMS	kvem/Ha	MAT gr/kg MS	MAT kg/ha
2013	1	4.933	42%	795	3.922	142	700
	2	1.905	16%	852	1.623	164	312
	3	2.232	19%	845	1.886	186	415
	4	2.747	23%	850	2.335	206	566
		11.817	100%		9.766		1.994
2014	1	3.236	23%	829	2.683	158	511
	2	3.466	24%	806	2.794	170	589
	3	4.346	30%	682	2.964	145	630
	4	3.226	23%	765	2.468	170	548
		14.274	100%		10.908		2.279
2015	1	4.419	36%	773	3.416	128	566
	2	3.147	26%	597	1.879	127	400
	3	3.522	29%	715	2.518	166	585
	4	1.196	10%	878	1.050	247	295
		12.284	100%		8.863		1.845
Moy. Ann. Pond.		12.792	100%	768	9.821	159	2.039
	1		33%				
	2		22%				
	3		26%				
	4		19%				

Le rendement moyen approche les 13 tonnes de matière sèche (12 792 kg MS/ha) ; la première coupe représente 1/3 du total, la 2^{ème} et la 3^{ème} 22 et 26 %, respectivement, et la 4^{ème} coupe 19 %. Plus faible, la 4^{ème} coupe est par contre souvent plus jeune, et aussi souvent la plus riche.

La valeur nutritive des coupes 1 à 3 se répartit de manière assez aléatoire, dépendant du stade de la culture lors de la fauche et des conditions de récolte (**Tableaux III.3 et III.4**). Elle est un peu plus élevée pour le préfané que pour le foin : pour ces 3 coupes durant les trois années, la teneur moyenne en VEM/kg MS était de 775 pour le préfané et de 754 pour le foin, et la teneur moyenne en gr MAT/kg MS était de 165 et 140, respectivement. La 4^{ème} coupe intervenant à l'arrière-saison est d'office récoltée en préfané.

Compte tenu des rendements mesurés et de la richesse des différentes coupes, pondérée en fonction de leur rendement respectif, on a pu calculer un rendement moyen de 9824 kVEM et 2039 kMAT par ha et par an. La littérature renseigne des productions de 2300 à 2600 kg /ha de protéines (rendements mesurés sur pied pour de la luzerne pure) (Huyghe, 2003).

Le **Tableau III.4.** rapporte la composition analytique détaillée des principaux fourrages récoltés de 2013 à 2015. Ces données seront utilisées pour la comparaison économique détaillée à la section III.5.

Tableau III.4. Composition analytique des principaux fourrages récoltés en 2013-2014-2015

N°	Année	Descript. fourrage	MS %	Cendr. br. % MS	MAT gr/kg MS	MAD gr/kg MS	Digestib. %	VEM /kg MS	VEVI /kg MS	DVE gr/kg MS	OEB gr/kg MS
1	2013	Luz.-dact.1 ^{ère} cp foïn	84	10,3	142	107	69	795	769	61	-35
2	"	Luz.-dact.2 ^{ème} cp foïn	90	11,2	164	107	74	852	826	70	-27
3		Luz.-dact.3 ^{ème} cp préf.	72	8,8	186	137	69	845	848	85	28
4		Luz.-dact.4 ^{ème} cp préf.	25	11,1	206	149	72	850	857	56	105
5	2014	Luz.-dact.1 ^{ère} cp préf.	55	9,7	158	112	70	829	833	69	19
6	"	Luz.-dact.2 ^{ème} cp préf.	73	9	170	123	64	806	800	76	22
7	"	Luz.-dact.3 ^{ème} cp préf.	77	7,7	145	100	46	682	640	58	13
8	"	Luz.-dact.4 ^{ème} cp préf.	40	11,6	170	123	62	765	752	54	47
9	2015	Luz.-dact.1 ^{ère} cp foïn	77	7,9	128	71	57	773	749	50	-43
10	"	Luz.-dact.2 ^{ème} cp foïn	79	9,2	127	74	46	597	540	49	-1
11	"	Luz.-dact.3 ^{ème} cp préf.	67	10,4	166	119	53	715	686	53	31
12	"	Luz.-dact.4 ^{ème} cp préf.	20	14,5	247	192	78	878	900	53	136
13	2013	Seigle immature foïn	87	8,8	80	33	49	698	666	13	-22
14	2014	Seigle imm.+RGI préf.	41	10,3	105	63	65	783	778	49	-11
15	2015	Méteil CPI ensil. direct	29	10,6	108	65	61	750	737	44	-3,4
16	2013	Maïs ensil. direct	33	3,9	77	37	68	915	944	46	-24

III.2.3. Atouts et inconvénients

ATOUS :

- Fourrage riche en protéines.
- Très bonne appétence.
- Récolte possible en foïn ou en préfané.
- Bonne repousse estivale.

Le dactyle améliore la teneur en énergie du mélange, mais par contre dilue un peu la teneur en protéines; l'association du dactyle à la luzerne régularise le rendement, l'une compensant l'autre suivant les conditions météorologiques. Des mélanges plus complexes sont possibles, associant fétuque élevée, trèfles, etc.

- Rendement élevé. En année favorable, il est possible d'arriver à 5 coupes, mais on s'est parfois vu limité à 3 coupes en année défavorable.

INCONVENIENTS :

- Fanage délicat.
- Risques de perforations dans l'enrubannage par les tiges de luzerne.
- Le travail de récolte se répète à chaque coupe, alors que la récolte du maïs, par exemple, se fait en une seule opération.

Pour plus de renseignements :

- www.fourragesmieux.be (conduite culturale, variétés)
- www.herbe-book.org (description exhaustive des variétés)



Figure III.2. Association luzerne-dactyle lors de la 2ème coupe en juin 2014.

III.3. Le seigle fourrager

Autrefois plus répandu, le seigle fourrager ne rencontre plus beaucoup d'intérêt aujourd'hui. Cependant, il a certains atouts à faire valoir. Peu exigeant en intrants, il est aussi très précoce et fournit dès le mois de mai une masse végétale importante. De moindre qualité nutritive qu'un ray-grass, il est cependant plus productif ; l'association des deux est un bon compromis.

III.3.1. Itinéraire cultural

PRECEDENT :

- Blé ou une autre céréale.
- Le plus souvent une céréale. Doit permettre un semis vers le 1^{er} septembre.

SEMIS :

- En septembre, mais pas trop tôt pour éviter que le seigle ne soit trop développé avant l'hiver.
- Variétés: le choix se porte sur des variétés à fort développement végétatif.
- Densités : 120 kg/ha en culture pure, 80 kg/ha en association avec ray-grass italien à 20 kg/ha.
- Peut aussi être associé au pois fourrager ou au trèfle incarnat, ...

FUMURE :

- Le seigle valorise très bien les apports de fumures organiques avant le semis.
- En culture conventionnelle, un apport de 50 unités de N est bénéfique.

HERBICIDE :

Pas de désherbage.

RECOLTE :

Dès la fin d'avril (stade montaison) pour maximiser la qualité, ou un peu plus tard (début mai) pour maximiser le rendement (stade début épiaison).

III.3.2. Rendements

En 2013, avec du seigle pur, nous avons récolté 8092 kg MS/ha sous forme de foin de qualité très moyenne.

En 2014, le rendement du mélange seigle-RGI « rendu silo » a été évalué à 9000 kg MS/ha, soit 8500 kg/ha après ensilage en considérant une freinte de 5 %. La qualité du fourrage ensilé en préfané était nettement améliorée (**Tableau III.4.**).

III.3.3. Atouts et inconvénients

ATOUS :

- Culture d'avant-saison permettant ensuite la mise en place d'une culture principale (haricots, maïs, ...).
- Récolte possible en foin ou en préfané.
- Importante production de masse en une seule coupe.
- Coûts de production très réduits.

INCONVENIENTS :

Valeur alimentaire moyenne qui peut être améliorée par la culture en association. Dans ce cas, le seigle était accompagné du ray-grass italien, mais d'autres pistes sont à explorer parmi les espèces précoces au printemps telles que le trèfle incarnat, les féveroles, ...



Figure III.3. Pressage du foin de seigle : le seigle produit tôt une masse importante.

III.4. Méteil Céréales-protéagineux immatures (CPI)

Suite au passage en bio, notre choix s'est porté sur un méteil immature pour l'aliment de base de la ration hivernale des bovins. Il s'agissait plus précisément d'un mélange céréales-protéagineux complexe (voir composition ci-dessous) qui a connu un très bon développement, mais dont la récolte a été difficile.

III.4.1. Itinéraire cultural

PRECEDENT : Doit permettre un semis d'octobre.

SEMIS :

- 24 octobre
- Composition du mélange et densités :
Nombreuse variantes possibles : triticales, avoine, seigle, pour les céréales ; pois fourrager et vesces pour les protéagineux. Dans notre cas, le mélange suivant a été semé :
 - Triticale : 75 kg/ha
 - Avoine d'hiver : 58 kg/ha
 - Seigle : 58 kg/ha
 - Pois fourrager : 15 kg/ha
 - Vesces d'hiver : 12 kg/ha

FUMURE :

Aucune (culture biologique).

HERBICIDE :

Aucune (culture biologique). A noter que par sa densité végétative, ce mélange réduit la concurrence des adventices

RECOLTE :

Elle a eu lieu le 1^{er} juillet 2015. Vu le développement important de légumineuses à tiges longues et fibreuses (pois et vesces), il n'a pas été possible de faucher. La récolte a été faite, non sans problème, à l'aide d'une ensileuse munie d'un bec Kemper. Il en est résulté un taux de matière sèche « limite » (28 %) et une certaine perte de rendement, difficile à chiffrer, due à la présence de chaumes assez longs.



Figure III.4. Méteil immature lors de la récolte.

III.4.2. Rendements

Nous avons obtenu, pour cette première année de culture, un rendement de 12 000 kg MS/ha (estimation en fonction du nombre de bennes et de la teneur en matière sèche), soit 11 400 kg nets en tenant compte d'une freinte de 5 % lors de l'ensilage. La valeur nutritive est moyenne aussi bien en énergie qu'en protéines : 750 VEM pour 108 gr de protéines par kg MS (**Tableau III.4.**).

III.4.3. Atouts et inconvénients

ATOUTS :

- Production importante sans engrais ni herbicide.
- Valeur nutritive équilibrée énergie vs protéines.

INCONVENIENTS :

- Difficultés de récolte.
- Doit être suivie par une culture dérobée suffisamment productive, mais implantée à une époque où il peut faire très sec (juillet)

III.5. La prairie pâturée

Au départ de quelques prairies « obligées », la surface prairiale s'est progressivement étendue au fur et à mesure de l'agrandissement du cheptel. Si elles étaient parfois renouvelées auparavant, cette pratique est pour le moment abandonnée étant donné les nouvelles contraintes imposées par le PGDA. Suite au passage en bio en 2015, de nouvelles prairies ont été installées en septembre 2014. Nous en décrivons ci-dessous l'itinéraire cultural et le rendement estimé.

III.5.1. Itinéraire cultural

SEMIS :

- Date : 11/09/2014.
- Densités :
 - Ray-grass anglais tardif : 21 kg/ha
 - Fétuque élevée : 2 kg/ha
 - Fléole des prés : 1 kg/ha
 - Trèfle blanc : 6 kg/ha.
- Fertilisation avant semis : 30 T/ha de fumier de bovins.

ENTRETIEN :

Toute notre attention est portée au maintien des prairies en bon état de façon à préserver leur productivité : retrait du troupeau lorsque la portance du sol devient insuffisante, éviter le surpâturage, ...

FERTILISATION : Apport de fumier composté (*cf*r Chapitre 2 : Le sol).

AUTRES TRAVAUX :

- Ebousage (1 à 2 fois/an).
- Fauchage des refus (0 à 1 fois/an).

III.5.2. Rendement

Rendement des prairies et qualité de l'herbe sont abordés à la section V.1.2. du Chapitre V, portant sur l'engraissement de taurillons au pâturage (« L'alimentation : la prairie pâturée. »).

III.6. Approche économique de la production de fourrages

La comparaison de l'intérêt économique de différentes cultures fourragères est un exercice délicat tant les paramètres pris en compte sont nombreux. L'approche ci-dessous se limite à la comparaison du potentiel de production alimentaire de différents fourrages (production d'énergie et de protéines) dans un contexte pédo-climatique plutôt favorable à de nombreuses cultures (sols limoneux profonds, climat tempéré humide), mais il est évident que d'autres paramètres viendront s'y greffer comme les exigences en travail, recours ou non à l'entreprise pour certains travaux (surtout travaux de récolte), intérêt dans la rotation, ...

Le **Tableau III.5.** présente le calcul du prix de revient, les rendements obtenus, ainsi qu'un calcul économique de la valeur des principaux fourrages utilisés de 2013 et 2015.

La première partie du tableau concerne les **charges** des différentes cultures.

1. Engrais :

Pour l'association luzerne-dactyle, la fumure est potassique ; pour les autres cultures, elle est azotée. Pour le maïs, l'apport d'effluents d'élevage permet de réduire ce poste. Celui-ci a cependant été écarté de la rotation depuis le passage en bio en 2015. Pour la prairie, le passage en bio a annulé ce poste.

2. Semences :

Les coûts des semences de l'association luzerne-dactyle et de la prairie sont amortis sur 3 et 10 ans, respectivement, ce qui les réduit fortement. Pour le seigle, il s'agit d'une semence fermière. Ce poste est assez élevé pour le maïs (190 €/ha) et un peu moins pour le méteil CPI (179 €/ha).

3. Produits phytos :

Seul le maïs a exigé un traitement herbicide (70 €/ha).

Tableau III.5. Comparaison économique des principaux fourrages récoltés en 2013-2014-2015 [moyenne des trois années pour l'association luzerne-dactyle, moyenne de deux années pour la prairie pâturée (2013 et 2014), et valeurs d'une année pour le maïs ensilage (2013), le seigle fourrager (2014) et le méteil (2015)]

(Le Tableau III.5 est présenté à la page suivante)

	LUZERNE-DACTYLE	MAÏS ENSILAGE	PRAIRIE PÂTUREE	SEIGLE FOURRAGER	METEIL
Charges opérationnelles (€/Ha)					
Engrais	55	150	100	125	0
Semences	57	190	11	36	179
Phytos Herbicides	0	70			
Sous-total:	112	410	111	161	179
Travaux entreprise					
Epannage compost			35		
Semis		55			
Récolte	591	315		115	415
Sous-total	591	370	0	115	415
TOTAL ch.opérat.	703	780	146	276	594
Charges de structure(€/Ha) :	800	800	800	400	600
Total des charges(€/Ha) :	1.503	1.580	946	676	1.194
Produits(kg MS/Ha)	12.792	17.100	8.500	8.500	11.400
Prix revient (€ % Kg M.S.)	11,75	9,24	11,13	7,95	10,47
Valeur alimentaire de la culture:					
Energie (VEM/ kg M.S.)	768	915	995	783	750
Protéines (gr MAT / kg M.S.)	159	77	189	105	108
Valeur énergie (€/kg MS)	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04
Valeur protéines (€/kg MS)	0,17	0,08	0,21	0,11	0,12
Valeur totale (€/kg MS)	0,21	0,13	0,26	0,15	0,16
Production par ha et par an					
Energie (KVEM / Ha)	9.824	15.647	8.458	6.656	8.550
Protéines (kg MAT / Ha)	2.039	1.317	1.607	893	1.231
Valeur énergie (€/ha)	491	782	423	333	428
Valeur protéines (€/kg MS)	2.223	1.435	1.751	973	1.342
Valeur du produit (€/Ha)	2.714	2.218	2.174	1.306	1.770
Charges à déduire (€/Ha)	1.503	1.580	946	676	1.194
Valeur nette du prod./Ha	1.211	637	1.228	630	576

4. Récolte :

Pour l'**association luzerne-dactyle**, les frais de récolte constituent l'essentiel des charges. L'enrubannage est particulièrement onéreux mais préserve mieux la qualité du fourrage par rapport au fanage au sol (voir section III.2 ci-dessus). L'ensilage est un bon compromis, mais le passage d'engins lourds en conditions de sol humide est à proscrire, surtout sur une jeune luzerne. A ce poste, des économies substantielles sont réalisées par l'éleveur qui possède son propre matériel de récolte. Pour le **méteil**, ensilé, les difficultés de récolte en ont augmenté les coûts. Pour le **seigle-RGI**, ensilé également, les frais de récolte sont les moins élevés ; la facturation à l'heure de travail nous ramène à 115 € par ha récolté. Enfin, les frais de récolte sont inexistants pour la **prairie pâturée**.

Au total les **charges opérationnelles** s'élèvent à 703 €/ha pour la luzerne–dactyle (659 à 757 €/ha selon le prix des semences chez notre collègue Philippe Delbar (Vandermotten, 2016)).

Pour le **maïs**, elles sont du même ordre de grandeur que celles avancées par Francis Delmée (2014) : 824 €/ha, ou par Guy Foucart (Van Landschoot, 2010) : 775 €/ha. Ces chiffres tendent à augmenter aujourd'hui. Vandermotten (2016) arrive à un total de 969 €/ha chez notre collègue Philippe Delbar.

Sans frais de récolte, la **prairie pâturée** est très économe en intrants : 146 €/ha, en tenant compte de l'épandage de fumier composté ; en conditions bio, on arrive à 46 €/ha.

L'association **seigle-RGI** est également une culture très économe. Pour le **méteil**, les semences sont relativement coûteuses ; le coût de la récolte a été grevé par les difficultés rencontrées. Les charges opérationnelles montent à 594 €/ha ; elles étaient de 660 et 528 €/ha chez Philippe Delbar (Vandermotten, 2016) et Francis Delmée (2014)

Pour compléter les charges opérationnelles, les **charges de structure** ont été approchées à 800 €/ha pour les cultures principales, 400 €/ha pour le seigle-RGI (récolté en mai, ce fourrage laisse le champ libre à une culture principale : maïs, haricots, etc) et 500 €/ha pour le méteil CPI, qui permet dès juillet une bonne culture dérobée.

La seconde partie du **Tableau III.5** donne les **rendements** obtenus sur notre exploitation.

Pour le maïs, il s'agit du rendement obtenu en 2013 ; il a été estimé en fonction du nombre de bennes récoltées et en référence aux rendements obtenus dans les essais du CIPF (« Le Sillon belge » n° 3603 du 17/01/2014), et le rendement sur pied a été réduit de 5 % pour tenir compte de la freinte observée en cours de fermentation lors de l'ensilage. Pour

les autres fourrages, les rendements ont été présentés aux sections III.2 (association luzerne-dactyle), III.3 (seigle-RGI), III.4 (méteil) et V.1.2. (chapitre V.) (prairie pâturée).

Connaissant les charges et la production de chaque culture fourragère, nous pouvons en calculer les **prix de revient** ramenés au kg de matière produit. Ceux-ci se tiennent dans une marge assez réduite. En tant que culture secondaire, l'association seigle-RGI a le prix de revient le plus bas, soit 7,95 €/kg MS. Grâce à sa productivité élevée, le maïs suit avec 9,24 €/kg MS. Les autres prix de revient se suivent de près : le méteil (10,47 €/kg MS), la prairie pâturée (11,13 €/kg MS) et la luzerne-dactyle (11,75 €/kg MS).

La dernière partie du **Tableau III.5** constitue un essai de **comparaison économique** de ces cultures sur base de leur **valeur nutritive**.

Dans ce but, deux paramètres de la valeur nutritive ont été retenus : la **teneur en VEM** et la **teneur en MAT** (matières azotées totales). Pour comparer les différents fourrages utilisés, il nous faut donner une valeur financière au kVEM et au kg MAT.

Dans ce but, il faut s'accorder sur une « valeur étalon » pour ces deux paramètres. En ce qui concerne la MAT, le tourteau de soja s'est tout naturellement imposé comme référence, vu sa prépondérance sur le marché des tourteaux protéagineux. En ce qui concerne l'énergie, le choix d'un aliment de référence est plus délicat car aucun ne s'impose de manière évidente. Les calculs ont été faits avec deux aliments énergétiques en fonction de ce que l'on trouve sur le marché régional : la pulpe surpressée de betteraves et une céréale, l'escourgeon. Il en résulte un système de deux équations à deux inconnues desquelles on peut déduire les prix unitaires de l'énergie et de la protéine :

$$\text{Prix du tourteau de soja} = 1,295 x + 0,477 y \quad (\text{Equation 1})$$

$$\text{Prix de la pulpe surpressée} = 1,060 x + 0,105 y \quad (\text{Equation 2a})$$

où x et y sont les inconnues, le prix de l'énergie (€/kVEM) et le prix de la protéine (€/kg MAT), respectivement. *Mutatis mutandis*, le calcul a été fait avec l'escourgeon comme « référence énergétique » :

$$\text{Prix de l'escourgeon} = 1,130 x + 0,124 y \quad (\text{Equation 2b})$$

En ce qui concerne le prix des aliments de référence, en tant qu'*autonomistes*, notre choix s'est porté, pour le soja, sur le prix du soja non-OGM qui, malgré une légère tendance à la baisse (*cfr* **Tableau III.2**), est resté cher durant les trois années d'essais. Il est cependant probable que le choix de tourteau de soja standard (non contrôlé OGM) ne remette pas fondamentalement en cause les conclusions de cette étude. Pour les pulpes surpressées, l'évolution du prix suit la tendance inverse, il est passé de 32,19 à 38 €/T entre 2013 et 2015

(prix rendu, incluant le transport). En résultante, la valeur économique de l'énergie estimée sur base du soja et des pulpes est passée de 0,02 à 0,06 €/kVEM, et la valeur de la protéine, de 1,17 à 1,02 €/kg MAT entre 2013 et 2015 (**Tableau III.6**). En moyenne sur les trois années, les valeurs de l'énergie et de la protéine estimées sur base du soja et des pulpes surpressées sont de **0,04 €/kVEM** et **1,10 €/kg MAT**, respectivement.

Avec un rapport VEM/MAT assez semblable à la pulpe surpressée (9,1 vs 10,1 pour l'escourgeon et la pulpe, respectivement), l'escourgeon ne change pas beaucoup les résultats du calcul, d'autant plus que son prix est du même ordre de grandeur que celui de la pulpe : 0,16€ /kg MS pour 0,17 € /kg MS pour la pulpe en 2015. Cependant, contrairement à la pulpe, le prix des céréales a connu une nette diminution durant les années considérées : de 186 €/T en 2013 il est passé à 138 €/T en 2015. Dès lors, la valeur de l'énergie estimée sur base du soja et de l'escourgeon diminue de 0,08 à 0,02 € /kVEM entre 2013 et 2015, tandis que la valeur de la protéine augmente de 1,01 à 1,13 € /kg MAT. En moyenne sur les trois années, nous obtenons **0,05 € par kVEM** et **1,09 € par kg MAT**, valeurs très proches de celles obtenues avec la pulpe surpressée et que nous retiendrons pour la suite du raisonnement. A noter enfin que la valeur estimée pour la protéine est 20 fois supérieure à celle estimée pour l'énergie.

Sur base des valeurs économiques de l'énergie et de la protéine estimée avec le soja et l'escourgeon (**Tableau III.6**), nous avons calculé, pour chaque fourrage, une valeur économique basée sur ses teneurs analytiques en VEM et en MAT (**Tableau III.4**). Les résultats de ces calculs sont présentés dans le 3^{ème} cadre du **Tableau III.5**. Du plus cher au moins cher, le classement suit l'ordre décroissant des teneurs en MAT. Avec une valeur nutritive très élevée et ne connaissant pas les pertes liées à la récolte et à la conservation, l'herbe fraîche pâturée ressort comme étant l'aliment le plus précieux (0,26 €/kg MS). Avec une valeur de moitié moindre à celle de l'herbe (0,13 €/kg MS), le maïs est en fin de classement, tandis que les autres fourrages s'intercalent.

Synthétisant les 2^{ème} et 3^{ème} cadres, le 4^{ème} cadre du **Tableau III.5** calcule une valeur économique ramenée à l'unité de surface de fourrage cultivé, et, connaissant les charges propres à chacun de ceux-ci, nous pouvons en déduire une valeur nette. Par sa production de protéines, l'association luzerne-dactyle présente la valeur du produit la plus élevée (2714 €/ha), supérieure au maïs (2218 €/ha) tout en ayant une productivité (en kg MS/ha) moindre. La valeur du produit du maïs et de la prairie se valent, mais la prairie a des coûts de production nettement inférieurs, si bien qu'en valeur nette par hectare, luzerne-dactyle et

Tableau III.6. Calcul de la valeur économique de l'unité d'énergie (kVEM) et de protéines (kg MAT)

	Tourt. Soja 48		Pulpes surpressées	
Matière sèche (%)	88,5		22,5	
Energie (VEM/kg MS)	1295	(*)	1060	(**)
MAT (gr/kg MS)	477	(*)	105	(**)
Rapport VEM / MAT	2,7		10,1	
Prix (€/tonne prod. brut)				
2013	517	(***)	32,19	
2014	523	(***)	38,00	
2015	498	(***)	38,00	
Prix calculé				
		<u>Energie</u>	<u>Protéines</u>	
		(€/kVEM)	(€/kg MAT)	
2013		0,02	1,17	
2014		0,05	1,10	
2015		0,06	1,02	
Moyenne/3 ans		0,04	1,10	
	Tourt. Soja 48		Escourgeon	
Matière sèche (%)	88,5		86	
Energie (VEM/kg MS)	1295	(*)	1130	(**)
MAT (gr/kg MS)	477	(*)	124	(**)
Rapport VEM / MAT	2,7		9,1	
Prix (€/tonne prod. brut)				
2013	517	(***)	185,8	
2014	523	(***)	159,1	
2015	498	(***)	138,5	
Prix calculé				
		<u>Energie</u>	<u>Protéines</u>	
		(€/kVEM)	(€/kg MAT)	
2013		0,08	1,01	
2014		0,04	1,13	
2015		0,02	1,13	
Moyenne/3 ans		0,05	1,09	

prairie se tiennent de près (1.211 et 1.228 €/ha, respectivement). Les autres fourrages suivent de loin : 637€/ha pour le maïs, 630 €/ha pour le seigle-RGI, et 576 €/ha pour le méteil. On notera que la valeur attribuée au maïs pour sa production de protéines (1.435 €/ha) est près du double de sa valeur énergie (782 €/ha) (!).

D'une manière générale, cette comparaison met en évidence l'importance prépondérante que prend la production de protéines dans nos systèmes fourragers. Cependant, sans vouloir en tirer des conclusions exagérées, il convient de formuler plusieurs réserves à son encontre :

- Elle a été établie dans un contexte pédo-climatique (région limoneuse) et économique précis (années 2013 à 2015).
- Le choix des aliments de référence contient une part de subjectivité ; il a tenu compte des disponibilités régionales.
- Cette comparaison suppose que tous les fourrages sont valorisés de manière optimale par le bétail, ce qui n'est pas toujours le cas. Avec des vaches allaitantes par exemple, tout le potentiel protéique de l'herbe pâturée n'est pas toujours mis à profit. Outre la production de fourrages, une des clés de l'autonomie est aussi d'apporter à chaque catégorie de bétail la ration qui correspond à ses besoins.
- La méthode de calcul s'est limitée à deux paramètres de qualité des fourrages. D'autres auraient pu être pris en compte (DVE notamment). De plus, elle ne tient pas compte d'autres externalités positives liées à la diversification des cultures fourragères et qui participent à l'intérêt de l'autonomie (*cfr* Chapitre 1. L'autonomie alimentaire).

Chapitre IV. Essais sur la substitution du tourteau de soja par des pois protéagineux dans l'alimentation de poulets de chair et d'autres monogastriques

IV.1. Objectifs des essais

Dans un but d'autonomie alimentaire, dont les motivations ont été explicitées dans le chapitre I, nous avons introduit depuis plusieurs années le pois protéagineux dans la ration des volailles. Nous les avons progressivement substitués au tourteau de soja, jusqu'à éliminer totalement celui-ci.

Dans le cadre du CRE, nous avons cherché à vérifier le bien-fondé de cette option en comparant la croissance de deux lots de poulets élevés simultanément, nourris l'un avec une nourriture à base de pois comme principale source protéique, et l'autre avec une nourriture à base de tourteau de soja. Il s'agit de volailles élevées de manière artisanale, à petite échelle et commercialisées en vente directe.

Plusieurs essais ont été effectués en vue de cerner le problème et de façon à valider les résultats obtenus. Lors de la 1^{ère} année d'essais, en 2013, nous avons comparé l'aliment fermier, préparé à la ferme et à base de matières premières produites sur la ferme (céréales et pois), avec deux aliments achetés dans le commerce. Bien que tous deux préparés à base de céréales et de tourteau de soja, les deux aliments issus du commerce diffèrent dans leur composition. Par ailleurs, en plus de la source de protéines (soja vs pois+colza+luzerne pour l'aliment fermier), ils diffèrent de l'aliment fermier à d'autres points-de-vue : composants mineurs non précisés par le fabricant, mode de préparation, granulométrie, ... Pour mieux cerner l'effet de la substitution du tourteau de soja sur les performances des poulets, il s'est avéré nécessaire de préparer les deux aliments à comparer dans des conditions similaires, soit : - tous deux sont préparés à la ferme par le moulin mobile ;

- à base d'exactly les mêmes ingrédients (mêmes lots de céréales, CMV) ;
- seule différence : la source de protéines, l'un contenant du soja et l'autre notre alternative au soja, à savoir l'association de pois protéagineux, tourteau de colza et luzerne déshydratée.

C'est ce qui a été fait au printemps 2014.

Durant les deux années d'essai, les paramètres observés étaient les suivants: la croissance, le poids et le rendement à l'abattage, les qualités gustatives, et les rejets d'éléments fertilisants dans les fientes.

IV.2. Protocole expérimental

IV.2.1. Les poulets et constitution des lots

Les poulets arrivent à la ferme à l'âge de 4 à 4,5 semaines. La plupart des essais ont été effectués avec des poulets de la souche Ross. Lors du deuxième essai, un lot de poulets de souche Kabir a également été testé. Le 5ème essai a été effectué avec des poulets Redbro. Après une semaine d'acclimatation, deux lots étaient constitués, chacun avec une alimentation différente. Pour une question d'organisation, les poulets n'ont pas eu accès à un parcours extérieur lors de ces essais.

Dans l'**Essai 1** (mars-avril 2013), le premier lot a été nourri avec l'« *Aliment fermier pois* » et comprenait la majorité des poulets qui ont été élevés de la manière habituelle à la ferme : espace large (3,5 m²/poulet), alimentation par le biais d'une trémie centrale, 2 points d'eau (ces modes d'alimentation et d'abreuvement obligent les poulets à se déplacer pour se nourrir). Parmi ce lot, 15 poulets ont été marqués avec un spray et ont fait l'objet des observations. Le second lot a été nourri avec l'« *Aliment du commerce 1* ». Un enclos a été délimité dans le poulailler, et 15 poulets y ont été placés. La densité d'occupation était la même que pour le premier lot. Ils disposaient à volonté d'eau et d'aliment.

Dans l'**Essai 2** (septembre-octobre 2013), deux enclos de 8 m² ont été délimités pour recevoir chacun 15 poulets Ross et 10 poulets Kabirs. Un lot a été nourri avec l'« *Aliment fermier pois* », et l'autre avec l'« *Aliment du commerce 2* », provenant d'un autre fabricant que l'« *Aliment du commerce 1* ».

Dans l'**Essai 3** (octobre-novembre 2013), le même dispositif a été utilisé que dans l'Essai 2, mais seuls des poulets Ross ont été utilisés (15 poulets par traitement). L'« *Aliment fermier pois* » était comparé à l'« *Aliment du commerce 1* ». Dans cet essai, les consommations de chaque aliment respectivement ont été enregistrées.

Le même protocole a été suivi lors de l'**Essai 4** (mars-avril 2014), mais cette fois, l'« *Aliment fermier pois* » a été comparé à l'« *Aliment fermier soja* » avec des poulets Ross.

Suivant le même protocole, l'**Essai 5** (juin-juillet 2014) a comparé l'« *Aliment fermier pois* » et l'« *Aliment fermier soja* », avec des poulets de souche Redbro.

Dans les **essais 4 et 5**, l'« *Aliment fermier soja* » est préparé à la ferme et diffère de l'« *Aliment fermier pois* » uniquement par l'utilisation de soja au lieu de l'association pois protéagineux-colza-luzerne comme source de protéines.

La composition des différents aliments testés au cours de ces cinq essais est fournie dans la section suivante.

IV.2.2. Les aliments

La composition de l' « Aliment fermier pois » (**Tableau IV.1**) a été mise au point progressivement par essais-erreurs, depuis que nous avons introduit le pois dans l'alimentation des volailles. Pour remplacer le tourteau de soja, il est apparu nécessaire d'associer plusieurs sources de protéines. La principale source de protéines est le pois protéagineux. Vu sa teneur limitée en protéines mais élevée en énergie, sa proportion a été limitée à 25 %. Pour relever le taux de protéines de la ration, nous avons utilisé une quantité limitée de tourteau de colza; celui-ci présente l'avantage de bien compléter le pois au point-de-vue des acides aminés (Peyronnet et al., 2010), et d'être d'origine européenne. Enfin, l'apport d'une petite proportion de luzerne déshydratée (6,5 %) a de nombreux atouts pour l'alimentation des volailles : apport de protéines, de calcium naturel, de carotène, de fibres, associé à une teneur réduite en énergie, en plus d'être également d'origine européenne.

Les aliments du commerce, « Aliment du commerce 1 » et « Aliment du commerce 2 », proviennent de deux fabriques régionales différentes. Nous n'avons pas la composition détaillée de l' « Aliment du commerce 1 », qui n'est connue que partiellement.

Les aliments ont été analysés au laboratoire du CARAH (**Tableau IV.1**).

Tableau IV.1. Composition et données analytiques des aliments utilisés dans les essais 1 à 3 (2013)

Composition en %	Aliment fermier "Pois"		Aliment du commerce 1		Aliment du commerce 2	
Blé	37,0				30,0	
Maïs	23,0				40,0	
Tourteau de soja			20,0		25,0	
Pois protéagineux	25,0					
Tourteau de colza	5,0					
Luzerne déshydratée	6,5					
CMV	3,2				2,0	
Huile de colza	0,3					
Sel					1,5	
Mélasse de canne					1,5	
Taux d'autonomie:	85,0	%	0,0	%	0,0	%
Analyse des aliments:	sur	sur	sur	sur	sur	sur
	mat.fraîche	mat.sèche	mat.fraîche	mat.sèche	mat.fraîche	mat.sèche
Matière sèche %	87,2		88,1		87,6	
Protéines brutes totales %	13,1	15,0	19,2	21,7	15,0	17,1
Prot. Brutes digestibles %	9,7	11,1	15,5	17,6		
Cellulose brute %	4,5	5,2	3,5	3,9	4,0	4,6
Digestibilité enzymatique %		92,9		93,5		92,6
Cendres totales %	4,7	5,4	5,7	6,5	6,5	7,4
Matières grasses %	1,8	2,0	4,0	4,5	2,0	2,2
Amidon %	47,5	54,5	41,7	47,4	47,2	53,9
Px de revient (ou d'achat):	30,4	€/100 kg			38,0	€/100 kg

En 2014, pour comparer deux aliments préparés à la ferme, nous avons légèrement augmenté la proportion de tourteau de colza dans l'« Aliment fermier pois » pour améliorer la teneur en protéines de la ration (**Tableau IV.2**). Pour préparer l'« Aliment fermier soja », le tourteau de soja a remplacé le complexe « pois-tourteau de colza », tandis que la luzerne a été maintenue et les proportions de céréales (blé et maïs) se sont vues augmentées, étant donné la forte concentration en protéines du tourteau de soja (23,1 % de soja remplacent 33,8 % de pois+tourteau de colza).

L'« Aliment fermier pois » est composé essentiellement de matières premières produites sur la ferme. Celles-ci sont stockées sur place et l'aliment est préparé par un moulin mobile (Entreprise François Lefebvre de Bléharies). Grâce à l'utilisation des pois protéagineux, son taux d'autonomie atteint 82 % (85 % en 2013). L'utilisation de soja réduit cette autonomie à 67,5 %, et celle-ci tombe évidemment à 0 % dans le cas d'aliment acheté.

Tableau IV.2. Composition et analyse des aliments utilisés dans les essais 4 et 5 (en 2014)

Composition en %	Aliment fermier Pois 2014		Aliment fermier Soja 2014	
Blé	38,2		46,5	
Maïs	18,4		21,0	
Tourteau de soja			23,0	
Pois protéagineux	25,4			
Tourteau de colza	8,5			
Luzerne déshydratée	6,0		6,0	
CMV	3,2		3,2	
Huile de colza	0,3		0,3	
Taux d'autonomie :	82,0	%	67,5	%
Analyse des aliments:	sur	sur	sur	sur
	mat.fraîche	mat.sèche	mat.fraîche	mat.sèche
Matière sèche %	86,7		86,8	
Protéines brutes totales %	14,5	16,8	17,2	19,8
Prot. Brutes digestibles %	11,1	12,8	13,6	15,7
Cellulose brute %	4,4	5,0	4,4	5,0
Digestibilité enzymatique %		92,6		93,0
Cendres totales %	5,1	5,9	5,5	6,3
Matières grasses %	2,3	2,7	2,0	2,3
Amidon %	45,9	52,9	43,3	49,9

Le prix de revient des aliments préparés à la ferme (**Tableau IV.3**) a été calculé sur base d'un prix moyen pondéré sur l'année des différents constituants du mélange. Pour les ingrédients achetés, il s'agissait naturellement de leur prix d'achat. Les prix des céréales et pois ont été évalués à leur coût d'opportunité, soit le prix auquel ils auraient pu être vendus, augmenté d'une marge de 25 €/T sensée couvrir les frais de manutention et de stockage. Les calculs ont été faits pour les années 2013 à 2015.

Tableau IV.3. Prix de revient des aliments préparés à la ferme

	2013	2014	2015	
Prix des matières 1^{ères} (€/T)				
Blé (stockage compris)	214	187	167	Tab. II.2.
Maïs (stockage compris)	248	193	172	
Trt soja sans OGM	517	524	498	Tab. II.2.
Pois (stockage compris)	329	314	291	Tab. II.2.
Trt colza	328	292	278	
Luzerne déshydratée	260	229	207	
CMV	783	786	837	
Huile de colza (€/L)	1,05	1,05	1,05	
Travail à façon	25	25	25	
Prix de revient des aliments:				Autonomie
Al. Fermier "Pois"	304	254	235	82,0%
Al. Fermier "Soja"	314	290	264	67,5%

Calculé de cette façon, le prix de revient de l'aliment évolue d'une année à l'autre, la tendance étant baissière de 2013 à 2015, suivant en cela les prix de matières premières. Notons que la différence de prix entre les aliments fermiers « Pois » et « Soja » s'explique en partie par la différence de teneur en protéines de ces 2 aliments (14,5 % et 17,2 %, respectivement).

IV.2.3. Observations et mesures

Plusieurs pesées ont été effectuées pour suivre la croissance des poulets. Lors de l'abattage, les poulets ont été pesés vivants, puis en carcasse. Lors des essais 1, 3, 4 et 5 : des mesures additionnelles ont été effectuées :

- Essai 1 : Durant les deux derniers jours avant l'abattage, des fientes ont été récoltées et analysées : des sacs de plastique étaient étalés dans chaque enclos, de façon à y récolter des fientes exemptes de paille.
- Essai 3, 4 et 5 : La consommation des 2 lots de poulets a été enregistrée.
- Essais 4 et 5 : Analyses des fientes, de façon similaire à l'Essai 1.

IV.3. Résultats et discussion

Les courbes de croissance des lots de poulets des essais 1, 2 et 3 sont présentées à la Figure IV.1.

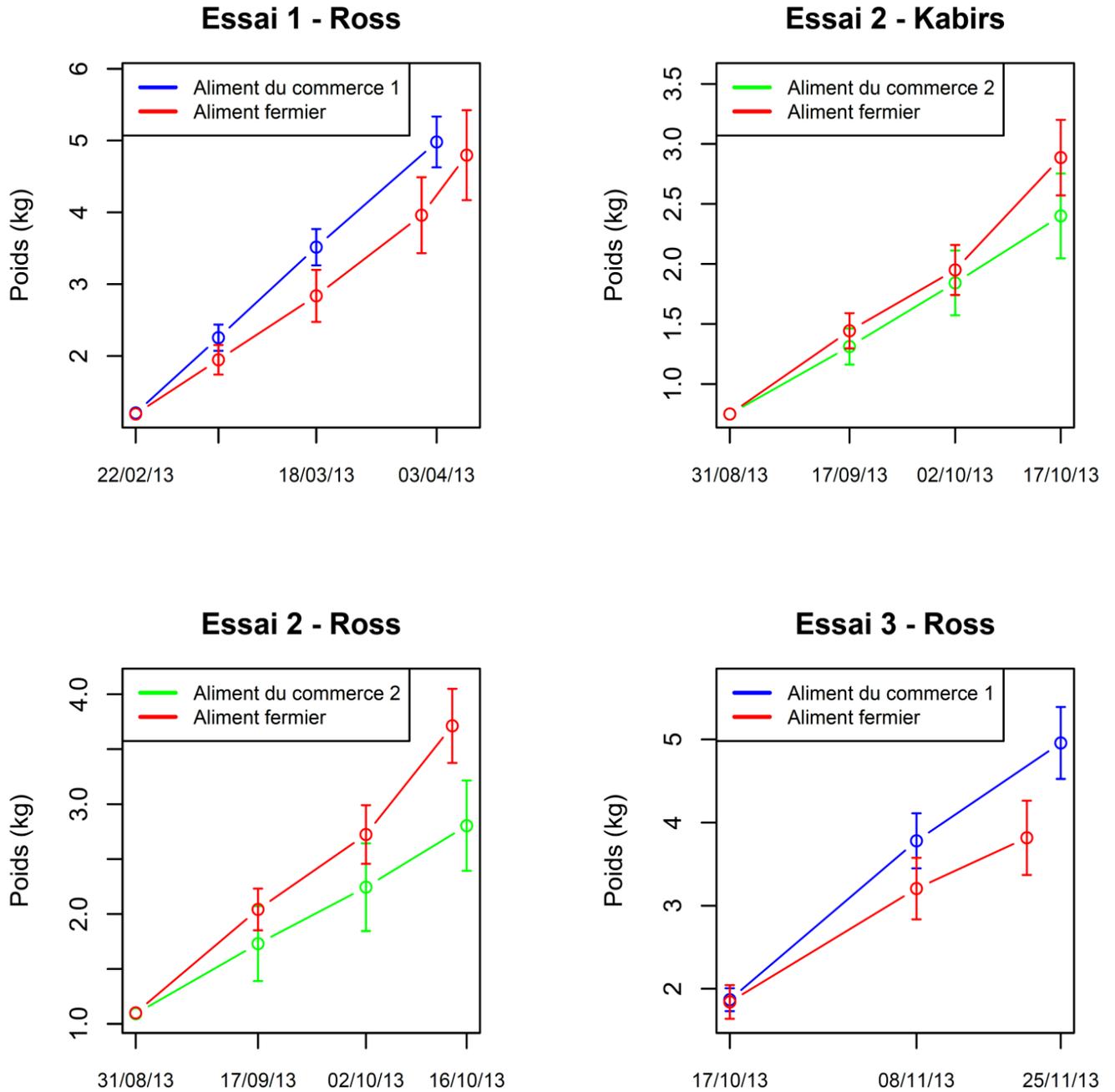


Figure IV.1. Courbes de croissance des deux lots de poulets lors des trois premiers essais (2013).

Essai 1

Les poids et GQM (gains moyens quotidiens) sont présentés au **Tableau IV.4.**

Tableau IV.4. Pesées et GQM des poulets de l'Essai 1 (moyenne sur 15 poulets)

	Poulets « Aliment fermier Pois»	Poulets « Aliment commerce 1 »
Age (jours)	Poids vif (kg)	
42	1,193	1,207
53	1,945	2,250
66	2,835	3,513
80	3,960	4,871
86	4,797	5,346
	Poids abattu (kg) et rendement carcasse	
86	3,187	3,506
86	67%	70%
	GMQ (g/jour)	
53	68	95
66	68	97
80	80	94
86	140	92

La croissance des poulets nourris avec l'« Aliment fermier pois » est plus faible que celle des poulets nourris avec l'aliment du commerce (« Aliment du commerce 1 »). Avec plus de 19 % de protéines, celui-ci s'est montré très performant en terme de croissance. A 86 jours, les poulets « Aliment fermier pois » pèsent 4,797 kg, et les poulets « Aliment commerce 1 » (poids calculé d'après la courbe de croissance) 5,346 kg, soit 0,549 kg en plus (+11,4 %). Il a fallu 1 semaine en plus pour obtenir un poulet de 4 kg avec l'« Aliment fermier pois ».

Le rendement à l'abattage est de 70 % pour le lot « Aliment commerce 1 », et de 67 % pour le lot « Aliment fermier pois ». Cela peut s'expliquer par la présence de plus de graisse sur les poulets « Aliment fermier pois ».

Par contre, les poulets « Aliment fermier pois », un peu plus gras, se sont montrés supérieurs en qualités gustatives par rapport aux poulets « Aliment commerce 1 » qui se sont montrés très secs après cuisson.

On constate que l'utilisation du pois protéagineux au lieu du soja augmente sensiblement la teneur en matière sèche des fientes (21,5 % avec l'aliment fermier contre 17,7 % avec l'aliment du commerce ; **Tableau IV.5**). Les rejets d'azote sont pratiquement diminués de moitié (5,53 contre 10,30 %), ce qui traduit une meilleure assimilation des protéines dans le cas où leur teneur est réduite dans l'aliment (13,1 % dans l'aliment fermier contre 19,2 % dans l'aliment du commerce).

Tableau IV.5. Teneur en éléments fertilisants des fientes de poulets de l'Essai 1

Teneur en %	Poulets « Aliment fermier Pois»	Poulets « Aliment commerce 1 »
MS	21,5	17,7
N total/MS	5,53	10,3
P2O5/MS	2,22	1,74
K2O/MS	2,13	2,72

Essai 2

Par rapport au 1er essai, on note comme différences dans le protocole :

- L'essai 2 a eu lieu à une autre saison (septembre-octobre au lieu de mars-avril).
- L'aliment du commerce ici utilisé est issu d'un autre fabricant, il est ci-après dénommé « Aliment du commerce 2 ».
- En plus des Ross, une autre race a également été utilisée : les Kabirs.

Bien que la croissance des poulets nourris à l' « Aliment fermier pois » soit inférieure à celle observée au printemps (Essai 1 ; effet de la saison ?), elle était nettement supérieure à celle des poulets « Aliment commerce 2 ». C'était le cas avec les poulets Ross et avec les Kabirs, bien que dans une moindre mesure avec ces derniers (**Figure IV.1 ; Tableau IV.6**).

Sinon au niveau de la teneur en cendres (7,4 % MS pour « Aliment commerce 2 » et 5,4 % MS pour « Aliment fermier Pois »), nous n'avons pas trouvé de potentielle explication à cette moins bonne performance de l'Aliment commerce 2, pourtant plus riche en protéines.

Tableau IV.6. Croissance des poulets: comparaison des essais 1 à 3 (2013)

	Durée de l'essai (jours)	GQM (gain quotidien moyen) (gr poids vif/jour):		
		Al. Fermier Pois	Al. Commerce 1	Al. Commerce 2
Poulets Ross				
Essai 1	44	82	94	
Essai 2	48	59		36
Essai 3	39	62	78	
Poulets Kabirs				
Essai 2	48	45		35

Essai 3

Le protocole est identique à celui de l'essai 1 à l'exception de la saison. Par manque de place, l'essai a duré un peu moins longtemps. Dans le cadre de cet essai, on a noté quotidiennement la consommation des 2 lots.

La croissance des poulets « *Aliment fermier pois* » était cohérente avec l'essai 2 (62 gr/jour pour l'essai 3 et 59 lors de l'essai 2 ; **Tableau IV.6**); pour les deux traitements, elle était moindre qu'au printemps (Essai 1).

La croissance des poulets « *Aliment fermier pois* » était moindre que celle des poulets « *Aliment commerce 1* ». Cependant, leur consommation était également inférieure, de sorte que l'efficacité alimentaire (ou Indice de consommation, soit la quantité d'aliment nécessaire pour produire un kg de poulet vif) des deux lots était finalement très proche (3,39 kg aliment/kg poulet vif pour 3,30 respectivement) (**Tableau IV.7**). Tenant compte du prix des aliments, sur la période considérée, le prix de revient alimentaire par kg de poulet vif produit était de 0,56 € avec l'« *Aliment fermier pois* » et de 0,78 € avec l'« *Aliment commerce 1* ».

Tableau IV.7. Consommation, efficacité alimentaire et prix de revient alimentaire des deux lots de poulets (Essai 3)

ESSAI 3 (2013)	Aliment fermier Pois	Aliment commerce 1
Poids final (Kg poulet vif)	3,815	4,895
Gain de poids sur la période (Kg /poulet)	1,977	3,030
Consommation (Kg alim./poulet)	6,7	10,0
Indice consommation (Kg alim./Kg poulet vif)	3,39	3,30
Prix de l'aliment (€/Kg)	0,304	0,380
Prix de revient (€ aliment/poulet)	2,04	3,80
Prix de revient (€ aliment/kg poulet vif)	0,53	0,78

Il s'est avéré donc que la croissance plus élevée des poulets nourris à l'« *Aliment du commerce 1* » telle qu'observée dans l'Essai 1 (**Figure IV.1**) était directement liée à une consommation supérieure de cet aliment. Or, il nous est apparu évident que certains additifs de l'« *Aliment du commerce 1* » augmentaient son appétence (sel, mélasse, substances aromatiques, ...). C'est pourquoi nous avons jugé intéressant, en seconde année d'essais, de comparer l'« *Aliment fermier Pois* » à un autre aliment à base de soja, cette fois préparé dans les mêmes conditions. C'est ce qui a fait l'objet des Essais 4 et 5.

Essais 4 et 5

Le but de ces essais était de comparer deux aliments préparés à la ferme dans des conditions identiques, se distinguant seulement par l'origine de leurs protéines : d'un côté pois protéagineux et colza, de l'autre tourteau de soja (*cfr* ci-dessus, section IV.2.2. Les aliments).

Dans l'Essai 4 (mars-avril 2014), des poulets blancs de souche *Ross* ont été engraisés, et dans l'Essai 5 (juin-juillet), il s'agissait de poulets de souche *Redbro*.

La **Figure IV.2** montre les courbes de croissance de ces différents lots de poulets.

On peut constater que, quelle que soit la race, la croissance des poulets n'était pas significativement différente selon que leurs protéines viennent du complexe « pois+colza » (« Aliment fermier pois ») ou du tourteau de soja (« Aliment fermier soja »).

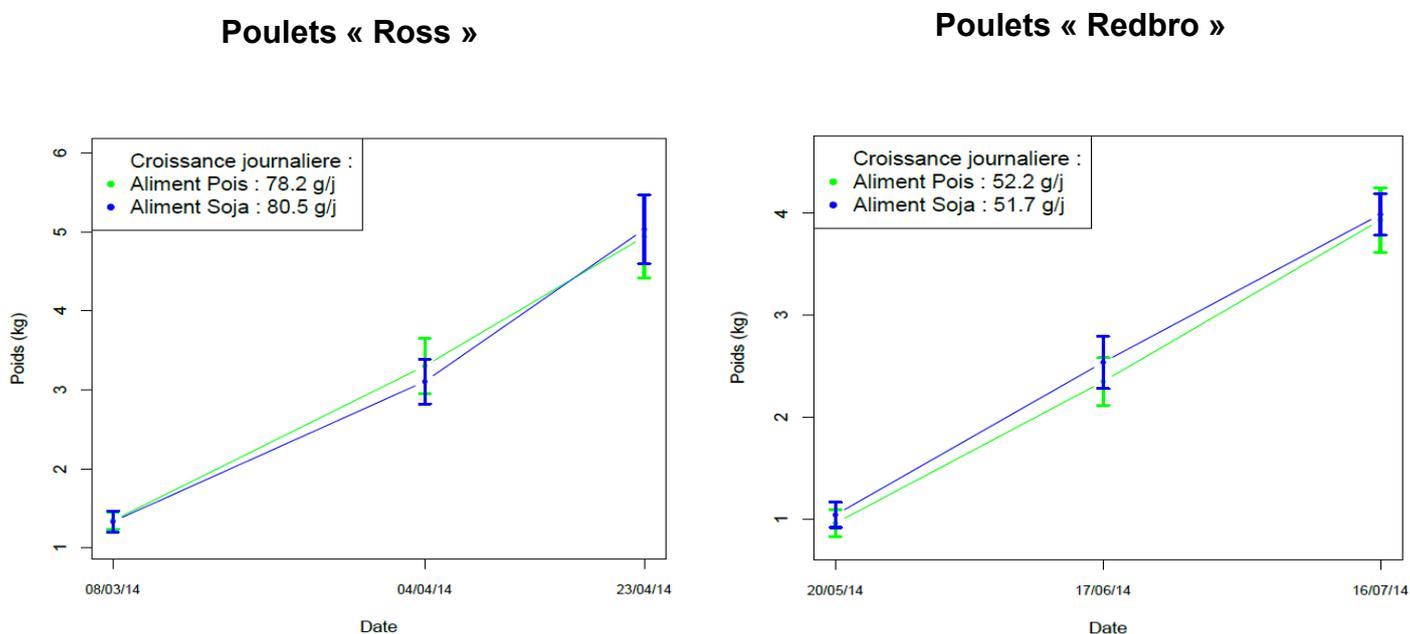


Figure IV.2. Courbes de croissance des 2 lots de poulets lors des essais 4 et 5 (2014).

Pour les poulets *Ross*, le GQM était de 78 g/jour avec l'aliment à base de pois, et de 80 gr/jour avec l'aliment à base de soja. Pour les poulets *Redbro*, il était de 52 g/jour dans les deux cas (**Tableau IV.8**).

Grâce à l'enregistrement de la consommation de chaque lot de poulets, l'indice de consommation (poids d'aliment consommé pour produire 1 kg de poulet) a pu être calculé pour chaque lot de poulets. Aucun effet du type d'aliment n'a été observé sur l'indice de consommation (3,25 et 3,16 kg d'aliment consommé/kg de poids vif avec l'« Aliment fermier pois » et l'« Aliment fermier soja », respectivement, pour les poulets *Ross*, et 4,5 et 4,37, respectivement, pour les poulets *Redbro*; **Tableau IV.8**). Par conséquent, le prix de revient de l'alimentation des poulets est essentiellement dépendant du prix de l'aliment, et peu de la consommation qui en est faite, et il est dès lors plus avantageux de nourrir le poulet au pois qu'au soja (**Tableau IV.8**).

Tableau IV.8. Consommation, efficacité alimentaire et prix de revient alimentaire des essais 4 et 5

	ESSAI 4		ESSAI 5	
Race des poulets :	Poulets Ross		Poulets Redbro	
Durée de l'essai (jours) :	44		57	
Type d'aliment :	Alim. Fermier "Pois"	Alim. Fermier "Soja"	Alim. Fermier "Pois"	Alim. Fermier "Soja"
Poids final (Kg poulet vif)	4,937	5,03	3,933	3,987
Gain de poids sur la période (Kg /poulet)	3,595	3,700	2,978	2,949
GQM (gr poids vif/jour)	78	80	52	52
Consommation (Kg alim./poulet)	11,7	11,7	13,4	12,9
Ind. Consommation (Kg alim./Kg poulet vif)	3,25	3,16	4,50	4,37
Prix de l'aliment (€/Kg)	0,25	0,29	0,25	0,29
Prix de revient (€ aliment/poulet)	2,97	3,39	3,40	3,74
Prix de revient (€ aliment/kg poulet vif)	0,60	0,67	0,87	0,94

Les indices de consommation (IC) se situent à un niveau relativement élevé (de l'ordre de 3,2 kg aliment/kg poulet vif pour les Ross). Cela peut s'expliquer par le poids recherché pour les poulets, qui est assez élevé. En effet, la consommation des poulets augmente avec l'âge, sans que pour autant leur croissance ne s'accélère (**Figure IV.2**). Pour les Redbro, l'IC est plus élevé que pour les Ross, traduisant leur moins bonne capacité de transformation de la nourriture. Cela s'est confirmé par les analyses de fientes, qui sont plus riches en azote chez les Redbro que chez les Ross (voir ci-dessous **Figure IV.3**).

Dans le cadre de l'essai 4 (souche Ross), les fientes de poulets ont été analysées à trois moments différents durant la période d'engraissement, de façon à mesurer les rejets en fertilisants et l'efficacité azotée de chaque aliment au cours de la période (**Tableau IV.9**). En ce qui concerne l'essai 5, poulets Redbro), un seul prélèvement a été effectué, peu de temps avant l'abattage.

Tableau IV.9. Analyses des fientes de poulets de souche Ross (Essai 4) et de souche Redbro (Essai 5)

Poulets Ross					
Date de prélèvement	Aliment à base de:	Matière sèche (%)	Azote total (kg N % MS)	Phosphore (kg P2O5 % MS)	Potassium (kg K2O % MS)
26-mars	Pois	19,6	3,52	2,40	9,85
10-avr	Pois	20,8	3,51	2,16	9,28
19-avr	Pois	21,3	3,57	2,49	9,01
Moyenne		20,57	3,53	2,35	9,38
26-mars	Soja	17,1	4,50	1,93	16,20
10-avr	Soja	17,8	4,04	1,97	14,55
19-avr	Soja	16,2	5,06	1,85	17,41
Moyenne		17,03	4,54	1,92	16,05
Poulets Redbro					
12-juil	Pois	19,5	5,44	2,41	2,56
12-juil	Soja	17,6	7,04	2,61	3,12

Une première observation s'impose : les rejets ne varient pas au cours du temps ; il n'y a pas de différence significative entre les trois dates de prélèvements.

Dans l'ensemble, ces résultats confirment ceux obtenus lors de l'Essai 1 (**Tableau IV.5**):

Premièrement, la ration à base de pois assure une **teneur en matière sèche** plus élevée des fientes de poulets par rapport au soja : 20,6 % et 17,0 %, respectivement, avec les poulets Ross. Cette tendance est confirmée chez les poulets Redbro (19,5 % et 17,6 %, respectivement; **Tableau IV.9**).

Deuxièmement, les **rejets azotés** contenus dans les fientes sont d'autant plus élevés que la ration est riche en protéines (**Figure IV.3**) La tendance est identique dans les trois essais pour lesquels ces analyses ont été effectuées, mais pour les poulets Ross (essais 1 et 4), les teneurs en azote des fientes se situent à un niveau plus élevé lors de l'essai 1, sans que l'on ait pu y trouver une explication. Quant aux poulets Redbro (essai 5), leurs rejets azotés se situent à un niveau plus élevé que ceux des poulets Ross élevés dans les mêmes conditions (essai 4), ce qui était attendu vu leur indice de consommation plus élevé.

Troisièmement, nous n'avons pas trouvé d'influence nette du régime alimentaire sur la **teneur en phosphore** des fientes (**Tableau IV.9**). Chez les poulets Ross, la teneur en P des fientes était légèrement plus élevée avec l'« Aliment fermier pois » qu'avec l'« Aliment fermier soja », tandis qu'elle était pratiquement identique entre les deux types d'aliments chez les poulets Redbro. En ce qui concerne la **teneur en potassium**, les rejets sont nettement plus importants avec un régime à base de soja.

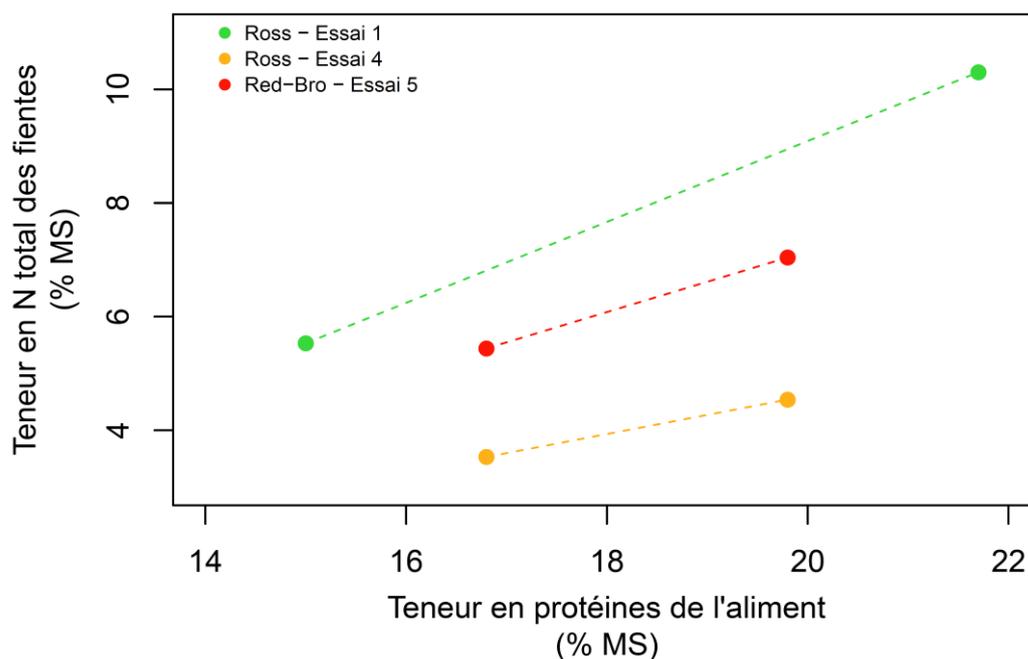


Figure IV.3. Teneur en N des fientes de poulets en fonction de la teneur en protéines de l'aliment.

IV.4. D'autres espèces : Porcs, Dindons

L'utilisation de pois protéagineux en élevage porcin est relativement bien connue, et ne pose pas de problème particulier (Mathé et al., 2003). 87 % de la récolte française de pois (de l'ordre de 600.000 tonnes) est destinée aux porcs. La proportion de pois dans la ration des porcs peut être plus élevée que pour les poulets.

La ration que nous avons adoptée comprend 29 % de pois, complétés, comme pour les poulets, par du tourteau colza, de façon à rester dans un approvisionnement régional (en général, les pois sont associés au tourteau de soja) (**Tableau IV.10**).

Avec cette ration, nous avons enregistré une croissance moyenne de 942 g/jour sur des porcs de plus de 50 kg (moyenne sur un échantillon de 14 porcs engraisés en 2014 et 2015).

Au niveau de ses qualités organoleptiques, la viande des porcs nourris avec notre aliment à base de pois a donné toute satisfaction. Nous n'avons pas constaté de dépôt de gras excessif.

Tableau IV.10. Composition et analyse des aliments destinés aux porcs et aux dindes (2015)

Composition en %	Aliment fermier Porcs 2015		Aliment fermier Dindes 2015	
Blé	30,0		32,0	
Maïs	16,4		18,0	
Pois protéagineux	29,0		23,0	
Tourteau de colza	21,0		20,0	
Luzerne déshydratée	0,0		3,4	
CMV	3,3		3,3	
Huile de colza	0,3		0,3	
Taux d'autonomie :	75,4	%	73,0	%
Analyse des aliments:	sur	sur	sur	sur
	mat.fraîche	mat.sèche	mat.fraîche	mat.sèche
Matière sèche %	87,7		86,2	
Protéines brutes totales %	17,0	19,4	15,2	17,6
Prot. Brutes digestibles %	14,3	16,4	11,7	13,6
Cellulose brute %	4,8	5,4	5,7	6,7
Digestibilité enzymatique %		91,5		90,9
Cendres totales %	6,1	6,9	5,4	6,2
Matières grasses %	2,7	3,1	2,0	2,3
Amidon %	41,2	47,0	43,8	50,8
Prix de revient (2015)	252 €	€/T	245 €	€/T

L'utilisation de pois protéagineux pour l'alimentation de dindonneaux est sans doute beaucoup plus rare, nous n'avons en effet pas trouvé de référence à ce sujet.

Par rapport aux poulets, la ration des dindonneaux a été enrichie en tourteau de colza, de façon obtenir une teneur en protéines brutes sur matière fraîche de 15,2 % (17,6 % de la MS) (**Tableau IV.10**) contre pour 13,1 à 14,5% (de 15,0 à 16,8 % de la MS) pour les poulets.

Entre 10 et 15 semaines, nous avons observé une croissance de 108 g PV/jour sur des dindonneaux destinés aux fêtes de fin d'année.

Pour les dindonneaux comme pour les porcs, un apport accru de tourteau de colza se traduit par une moindre autonomie alimentaire (73,0 et 75,4 %, respectivement), mais, en l'absence de soja, les rations utilisées sont constituées de matières premières régionales.

IV.5. Conclusions

La substitution de pois protéagineux au tourteau de soja permet à l'atelier volailles de tendre vers l'autonomie alimentaire. Dans le but d'améliorer la teneur en protéines du mélange, nous lui avons associé le tourteau de colza. L'intérêt de l'association pois-colza pour l'alimentation des monogastriques a déjà été mis en évidence (Peyronnet et al., 2010). Au niveau des acides aminés, le tourteau de colza corrige le déficit des pois en acides aminés soufrés (méthionine et cystéine), seul le tryptophane reste légèrement déficient dans cette ration, mais dans des proportions que l'on peut admettre dans un élevage où la performance pondérale n'est pas le seul objectif. Aux pois et au tourteau de colza, nous avons associé une petite proportion de luzerne déshydratée. Outre l'apport de protéines, de calcium naturel, de vitamines et de fibres, la luzerne, tout comme le tourteau de colza, est relativement pauvre en énergie, compensant ainsi la forte teneur énergétique des pois.

Au niveau de la croissance des poulets, cet aliment fermier (dosant 14,5 % de protéines brutes) s'est montré aussi performant qu'un aliment préparé dans des conditions similaires à base de tourteau de soja et dosant 17,2 % de protéines brutes, et ce quelle que soit la souche de poulets, *Ross* ou *Redbro*. Cependant, avec un indice de consommation plus élevé, ces derniers se sont avérés moins bons transformateurs que les *Ross*. Comme le prix de revient de l'aliment préparé à base de pois est inférieur à l'aliment préparé à base de soja (235 €/T et 264 €/T, respectivement, en 2015), le prix de revient alimentaire est sensiblement plus avantageux pour des poulets nourris aux pois.

L'analyse des fientes de poulets a mis en évidence une corrélation positive entre teneur en protéines de l'aliment et rejets de matières azotées dans les fientes, traduisant une moins bonne assimilation des protéines par l'animal. La limitation de la teneur en protéines maximise l'efficacité azotée, d'autant plus qu'elle ne se traduit pas par une moindre croissance.

Dans l'optique de l'autonomie alimentaire, la formule définie comme « *Aliment fermier pois* » telle qu'elle est adoptée depuis 2014 assure un taux d'autonomie de 82 %. Les 18 % restant (tourteau de colza, luzerne déshydratée, CMV) proviennent d'un approvisionnement régional (dans un rayon de quelques centaines de km au maximum). La teneur en protéines du pois, qui est assez limitée (22% de la MS) constitue la pierre d'achoppement à une plus grande autonomie. Parmi les pistes susceptibles d'améliorer ce taux d'autonomie, nous en avons relevé deux :

- trouver des variétés de pois plus riches en protéines.
- tester l'incorporation de féveroles 00.

Chapitre V. Essais sur la croissance et l'engraissement de taurillons limousins au pâturage

En élevage bovin, la recherche d'autonomie passe en général par l'utilisation accrue du pâturage. S'il est d'usage courant de faire pâturer les vaches suitées ainsi que les génisses, la mise en pâture de taurillons est beaucoup plus rare.

Dans un élevage de petite ou moyenne importance où l'on pratique l'engraissement des taurillons se pose la question de l'alimentation estivale de ceux-ci. En effet, leur faible effectif ne justifie pas de garder un silo ouvert durant la bonne saison. L'utilisation de fourrages secs (pulpes sèches, céréales, ...) augmente le coût de la ration. La prairie temporaire récoltée en enrubannage constitue une autre solution ; cependant, son coût est relativement élevé, et il y a une perte de valeur nutritive de l'herbe inhérente à toute forme d'ensilage. Dès lors, nous nous sommes posé la question de la mise à l'herbe des jeunes taureaux : le pâturage direct est-il une alternative intéressante pour l'engraissement de taurillons limousins ?

V.1. Protocole expérimental

V.1.1. Les animaux

Durant trois années successives, un groupe de taurillons a été mis en prairie dès le printemps. Leurs caractéristiques sont présentées au **Tableau V.1.**

Tableau V.1. Caractéristiques des groupes de taurillons mis à l'herbe

	2013	2014	2015
Date de mise à l'herbe	30-avr	22-avr	02-mai
Nombre d'animaux	8	7	8
Age moyen (mois)	13,0	11,8	13,5
Poids moyen (kg)	475	454	499
Date de sortie de prairie	06-juil	30-août	12-sept

L'âge moyen variait de 11,8 à 13,5 mois, et leur poids moyen de 454 à 499 kg, selon l'année. Ils ont été pesés régulièrement durant la saison de pâturage, chaque fois en fin d'après-midi.

Du point-de-vue génétique, les animaux étaient issus de souches indexées favorablement sur la croissance au sevrage (Pères : *Bouquin* en 2013 et *Farceur* en 2014 et 2015, repris au Catalogue des taureaux limousins 2015, Indexation IBOVAL, France Limousin Sélection).

Une autre caractéristique du troupeau est sa destination : les jeunes taureaux sont commercialisés en vente directe ; leur abattage est régulièrement programmé tout au long de l'année pour satisfaire la clientèle.

V.1.2. L'alimentation : la prairie pâturée

Le troupeau de taurillons a été mené en pâturage tournant sur quatre parcelles d'1 à 1,5 ha. En début de saison (mai-juin), un groupe de vaches pleines (vêlages prévus en fin d'été) le suit de façon à éviter l'apparition trop précoce de refus. Les taurillons disposent ainsi de l'herbe de la meilleure qualité. D'autre part, comme des jeunes animaux recherchent toujours la compagnie d'animaux plus âgés, cette façon de faire assure une certaine quiétude aux taurillons lors de la mise en prairie.

La prairie reçoit 12 T de compost tous les deux ans, ainsi que 2 x 40 unités d'azote au printemps. Cette dernière fumure a été supprimée en 2015 vu le passage en agriculture biologique. Sa composition floristique a été estimée comme suit par Fourrages-Mieux (début juillet 2013) :

- 40 % de trèfle blanc,
- 30 % de ray-grass anglais,
- 20 % de pâturin commun,
- 10 % de pissenlit, agrostis, etc...

La question qui se pose est de savoir ce qu'ingèrent les animaux au pâturage en termes de **valeur alimentaire**. Pour approcher celle-ci, des analyses ont été effectuées ces deux dernières années. Il s'agit bien des mêmes parcelles de prairie, d'une année à l'autre.

Comme on peut le constater (**Tableau V.2**), sur l'ensemble de la saison de pâturage, l'herbe constitue une ration de premier choix. La qualité est excellente au début du printemps, fléchit un peu durant l'été, et reprend en septembre.

Alors que les deux dernières années d'essais ont été très différentes sur le plan météorologique (2014 : pluviométrie réparties tout au long de la saison, pas de températures excessives ; 2015 : épisodes de canicule et sécheresse début juillet et début août), les paramètres de qualité de l'herbe ne sont pas fondamentalement différents, et, si l'on s'en réfère aux moyennes sur la saison, les valeurs observées sont très proches d'une année à l'autre.

En mai, la qualité de l'herbe était un peu moindre en 2015 qu'en 2014, en parallèle avec la pousse de l'herbe, qui avec des vents du nord dominants, avait été moindre qu'en 2014. En 2015 comme en 2014, on observe une légère perte de qualité en juin, correspondant à la montaison-épiaison du pâturin commun. Comme les animaux ont suffisamment d'herbe de qualité à leur disposition, cela impacte peu leur croissance, comme nous le verrons plus loin. La qualité fléchit un peu au milieu de l'été, pour se redresser en septembre, surtout en 2015, à la faveur du retour des pluies.

Tableau V.2. Evolution de la qualité de l'herbe au cours de la saison de pâturage (*)

2014	MS %	MPT % MS	VEM /kg MS	VEVI /kg MS	DVE g/kg MS	OEB g/kg MS
19-mai	18,5	24,0	1048	1117	117,0	60,0
10-juin	14,5	16,5	957	1005	91,8	11,1
17-juil	23,0	16,0	959	1006	91,2	6,6
04-sept	13,0	18,4	1007	1068	99,4	23,6
25-sept	19,0	19,1	1034	1106	103,2	27,1
Moyenne :	17,6	18,8	1001	1060	100,5	25,7
2015	MS %	MPT % MS	VEM /kg MS	VEVI /kg MS	DVE g/kg MS	OEB g/kg MS
08-mai	19,5	18,9	1004	1070	99,6	28,3
08-juin	21,9	12,0	941	982	81,1	-24,3
06-août	23,0	20,0	963	1011	96,4	42,4
08-sept	16,6	25,0	1043	1114	109,7	82,8
Moyenne :	20,3	19,0	988	1044	96,7	32,3
(*) Mesures effectuées sur des herbes de hauteur > 10 cm						

Par ailleurs, le passage en bio n'a pas fondamentalement modifié les teneurs en énergie et protéines de l'herbe pâturée, les petites différences observées étant probablement dues aux conditions climatiques.

D'une manière générale, l'herbe constitue un aliment de choix pour des taurillons. Pour un animal de 500 kg à la mise à l'herbe, la croissance théoriquement permise par cette ration est de l'ordre de 1 kg/jour sur base de l'énergie, et de l'ordre de 1,8 kg/jour sur base de la protéine. Celle-ci est donc presque toujours excédentaire par rapport à l'énergie.

Le **rendement** des prairies a été estimé en fonction du nombre de journées de pâturage et du nombre d'UGB présentes sur chaque parcelle. Moyennant une estimation de la consommation quotidienne d'une UGB, on obtient un rendement en herbe effectivement consommée par le bétail. Par recoupement avec les données de la littérature (Decruyenaere et al., 2008), le rendement a été *estimé* à un niveau modeste mais sûrement réaliste de 8,500 kg MS/ha.

V.2. Résultats

La **Figure V.1** présente les courbes de croissance obtenues de 2013 à 2015 (cfr page suivante).



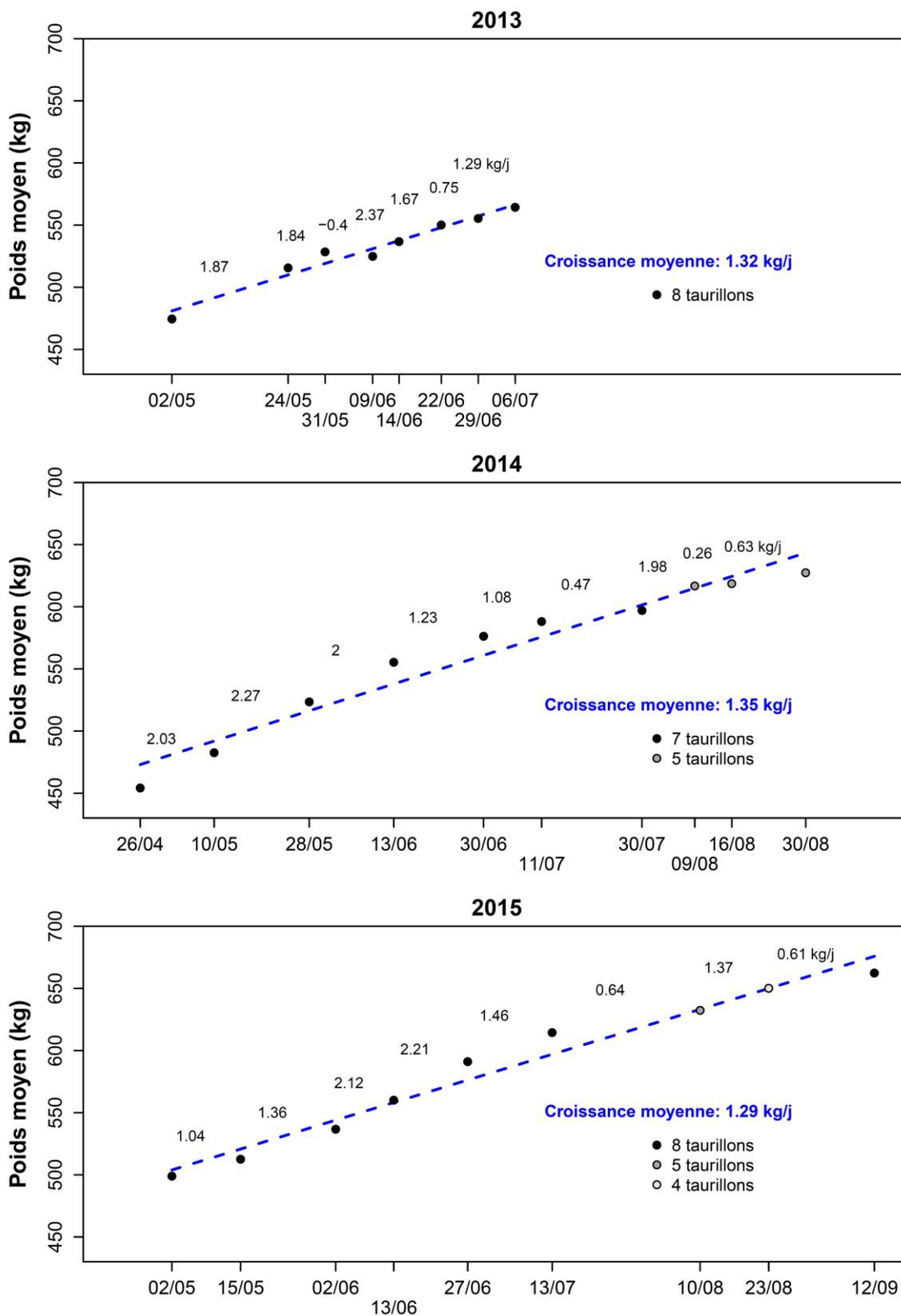


Figure V.1. Croissance moyenne du groupe de taurillons à l'herbe en 2013, 2014 et 2015.

En 2013

Les surfaces de prairies à pâturer étant relativement réduites, les taurillons ne sont restés en prairie que jusqu'au début de juillet. Sur la période du 2 mai au 6 juillet, leur croissance moyenne a été de 1,320 kg/jour. Ils ont ensuite été rentrés en stabulation pour poursuivre leur engraissement et/ou finition de manière classique.

En 2014

Des dispositions ont été prises pour améliorer les résultats encourageants obtenus en 2013.

Les surfaces de prairies ont été adaptées de façon à pouvoir garder les taurillons plus longtemps en prairie. De la sorte, les taurillons sont restés à l'herbe du 22 avril au 30 août. Sur cette période, leur GQM moyen a été de 1,35 kg/jour (**Figure V.1**).

Par ailleurs, et compte tenu de la nécessité d'abattre un taurillon chaque mois pour la vente au détail, deux animaux (les plus âgés) sont séparés du groupe pour recevoir, durant environ deux mois, un aliment complémentaire de finition. A chaque départ vers l'abattoir, l'animal sortant est remplacé par le plus âgé des animaux du groupe « herbe ». C'est ce qui explique qu'en fin de période, l'effectif de ce dernier groupe soit progressivement réduit.

En 2015

Le même schéma de production a été suivi qu'en 2014, à la différence près que nous étions alors en première année de conversion à l'agriculture bio. Les taurillons sont restés à l'herbe du 2 mai au 12 septembre, et sur cette période, leur GQM moyen a été de 1,29 kg/jour. Comme nous l'avons vu au sujet de la qualité et de la pousse de l'herbe, cette croissance un peu moindre qu'en 2014 peut s'expliquer par les conditions météorologiques. D'autre part, tout en ayant une même base génétique, les animaux sont différents chaque année.

Le **Tableau V.3** synthétise les résultats obtenus sur les 3 années. Une herbe de qualité est à même d'assurer seule une excellente croissance des taurillons limousins durant les mois de mai et juin. Les GQM diminuent ensuite sensiblement en juillet-août, mais restent acceptables s'il s'agit de préparer ces animaux à un engraissement à l'auge en automne.

Ces résultats sont sensiblement supérieurs à ceux obtenus (0,96 kg/jour) par Decruyenaere et Belge (2002) sur des taurillons limousins qui recevaient un supplément pulpe-céréale durant leur séjour en prairie.

Tableau V.3. Croissance des taurillons au pâturage : synthèse des 3 années

GQM (kg/jour)	2013	2014	2015	Moyenne
Mai	1,863	2,165	1,225	1,751
Juin	0,928	1,603	2,160	1,564
Juillet		0,690	0,937	0,814
Août		0,950	0,911	0,931

Un cas particulier...

La commercialisation en circuit court impose une répartition des vêlages presque tout au long de l'année, de telle sorte qu'un lot de veaux nés en automne est sevré au printemps (vers le 1^{er} juin). Ces deux dernières années, les veaux mâles sevrés à cette époque (3 animaux chaque fois) ont accompagné en prairie les taurillons plus âgés, une fois la période de sevrage terminée (2 semaines) (**Tableau V.4**).

Tableau V.4. Croissance au pâturage des taurillons sevrés au printemps

GQM (kg/jour)	2014	2015	Moyenne
Age sevrage (mois)	7,2	8,1	
Juin	1,3	1,5	1,4
Juillet	1,0	1,0	1,0
Août	0,8	0,8	0,8
Septembre (avec supplément)	1,4	1,2	1,3

Malgré leur jeune âge, ces animaux ont connu durant l'été une croissance comparable à celle de leurs aînés, alors qu'ils tombaient dans les mois les moins favorables. Cette croissance (moyenne sur 2 ans: 1,07 kg/jour) peut être considérée comme satisfaisante avant de leur fournir une ration plus intensive en automne. Dès septembre d'ailleurs, ils réagissent positivement à l'apport d'un complément en prairie.

Discussion sur la croissance...

Les taurillons affichent d'excellentes croissances en mai-juin ; elles diminuent ensuite peu à peu. Nous avons essayé de trouver les causes de cette diminution.

1. Augmentation des besoins physiologiques des animaux.

A mesure que les animaux vieillissent, leurs besoins physiologiques changent. Cependant, le fait que les veaux mâles sevrés en juin, âgés de moins d'un an en été, subissent la même diminution de croissance relativise cette hypothèse.

2. Diminution des quantités d'herbe disponibles.

Dans certaines situations, le manque d'herbe peut être invoqué. C'était le cas en juin 2013 (manque de surfaces de prairies), en juillet 2014, en juillet et août 2015 (périodes de temps sec et chaud). Cependant, en août 2014, le retour de pluies abondantes a provoqué la pousse d'un regain abondant et appétant. Malgré cela, la reprise de croissance, effective au début du mois, a été de courte durée.

3. Evolution de la qualité de l'herbe.

En 2014, la croissance des taurillons suit la même tendance que les paramètres de qualité de l'herbe, dans une mesure toutefois nettement amplifiée (**Figure V.2**). On ne peut donc se contenter de la diminution des teneurs en VEVI et DVE de l'herbe pour expliquer notamment la forte diminution de croissance observée en juillet 2014. En 2015, la relation entre croissance des taurillons et qualité de l'herbe est moins claire, mais l'on observe néanmoins une diminution de croissance en fin d'été similaire à celle observée en 2014.

A cela s'ajoute le fait qu'en fin d'été, la reprise de la pousse d'herbe s'accompagne d'une teneur élevée en protéines solubles, provoquant une mauvaise valorisation de ce fourrage. Dès la fin du mois d'août, au plus tard début septembre, l'apport d'un supplément apportant un peu de structure s'est avéré indispensable.

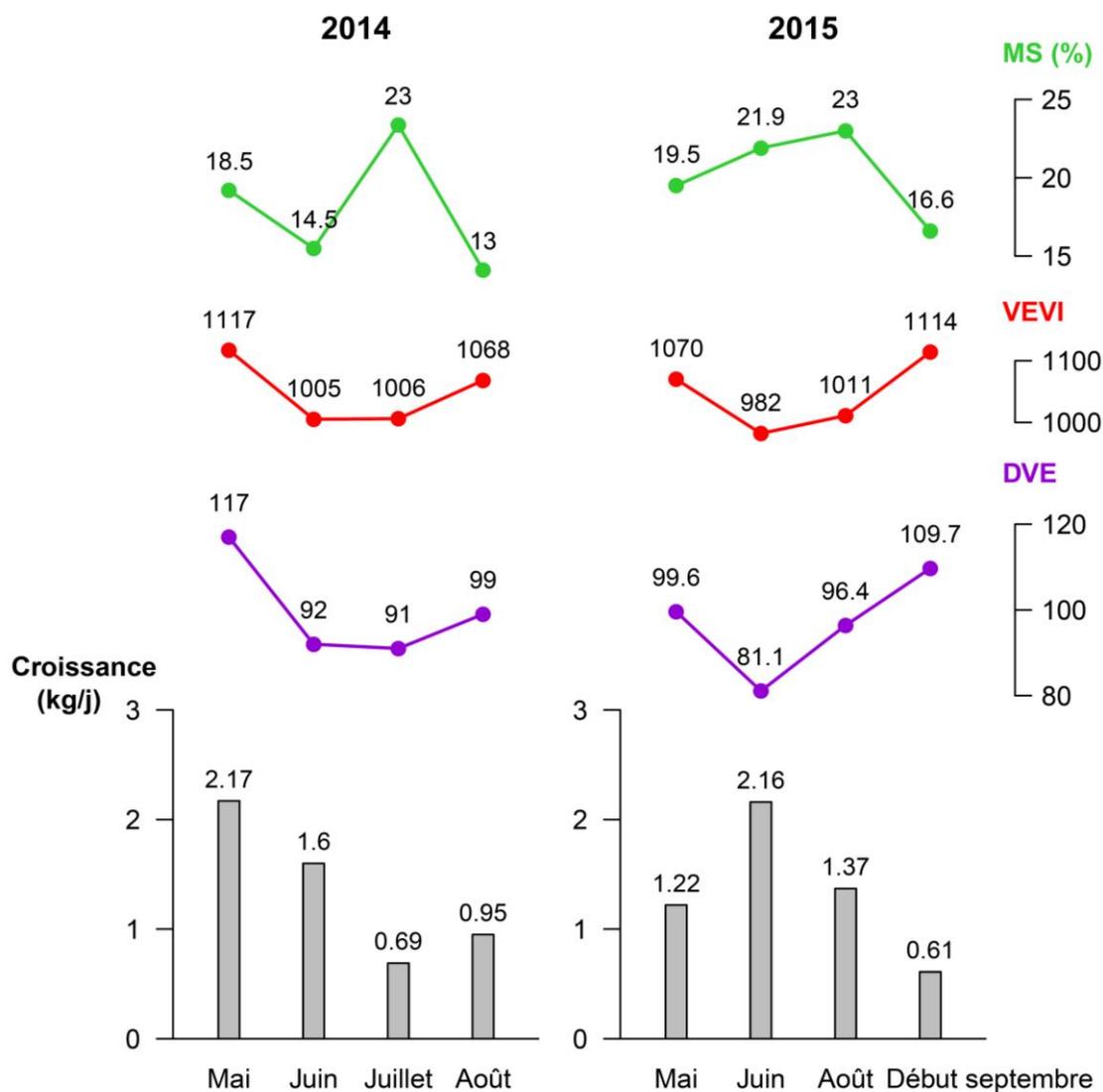


Figure V.2. Evolution comparée de la croissance des taurillons à l'herbe et des paramètres de qualité nutritive de l'herbe (MS, VEVI et DVE). Années 2014 et 2015.

L'herbe... et après ?

Comme nous l'avons vu, les taurillons limousins valorisent très bien la pousse d'herbe printanière. Pour assurer leur finition, différentes options ont été testées (**Tableau V.5**).

En **2013**, des taurillons ont reçu dès la sortie de prairie une ration de finition intensive constituée de pulpes sèches de betteraves, triticales et pois aplatis, et tourteau de colza. Ils ont affiché un bon GQM et un bon état d'engraissement (de 2 à 3 pour 3 animaux).

Outre l'aspect économique, un des inconvénients de ce régime est la perte, au moins partielle, des qualités nutritionnelles propres à la viande des bovins nourris à l'herbe (*cfr* section V.4).

Ce sont ces raisons qui nous ont amenés à essayer par la suite de finir les taurillons en prairie, avec l'apport d'un complément alimentaire.

Comme la teneur en protéines de l'herbe n'est pratiquement jamais un facteur limitant, le choix s'est porté sur un complément à haute valeur énergétique.

En **2014**, il était constitué de 2/3 de pulpes sèches et 1/3 de triticale, à raison de 3 kg/jour de mai à juillet, 4 kg/jour en août, et 5 kg/jour en septembre. Les GQM étaient intéressants, particulièrement en août, où l'apport d'énergie a permis de valoriser au mieux l'abondant regain lié à une météo pluvieuse (2,25 kg/jour alors que sans complément, les GQM étaient de 0,8 kg/jour). Le mois de septembre particulièrement sec a nécessité d'augmenter les compléments pour maintenir la croissance. Cette stratégie s'est avérée particulièrement performante pour compléter, en cours de finition, une alimentation à base d'herbe. Toutefois, on note un état d'engraissement un peu plus faible qu'en 2013 (de 1 à 2 selon la grille européenne, **Tableau V.5**).

En **2015**, vu le passage en agriculture biologique, le complément apporté en prairie était à base de céréales. De 3 kg/jour en juin, il est passé à 4 kg/jour en juillet et en août en raison des épisodes de sécheresse et de la diminution des quantités d'herbe disponibles. Cet apport n'a pas été à même de maintenir la croissance qui est tombée à 0,850 kg/jour en août (alors qu'elle était de 0,932 gr pour les animaux en croissance sans complément entre le 10/8 et le 12/9 !). En septembre, les taurillons ont eu à disposition un préfané enrubanné relativement riche en matière sèche et en énergie (48 % MS, 900 VEVI), tout en réduisant le complément de céréales. Cela a permis de retrouver un GQM acceptable (1,13 kg/jour). Le niveau d'engraissement est toutefois resté insuffisant tout au long de la saison (état d'engraissement 1), tandis que la qualité de la viande a continué à apporter satisfaction au consommateur tant du point-de-vue du goût que de la couleur (rouge soutenu) et de la tendreté. Les poids obtenus à l'abattage étaient sensiblement moindres que les années précédentes (poids vif moyen: 677 kg en 2015 contre 713 en 2014 et 744 en 2013, à des âges assez proches). Il faut néanmoins nuancer cette différence en fonction des conditions de canicule et sécheresse connues durant l'été 2015, et de la valeur génétique des animaux, qui peut varier d'une année à l'autre. Le complément idéal reste à trouver en conditions « bio » pour assurer une meilleure finition des jeunes bovins durant les mois d'été.

Tableau V.5. Finition des taurillons nourris à l'herbe et performances d'abattage

2013	GQM	Age	Poids vif	Poids carc.	Rdt	Classement
Finition en stabulation	kg/jour	mois	kg	kg	%	(6)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Nature du complément : Pulpes sèches, triticales, pois et tourteau de colza						
Juin						
Juillet						
Août						
Septembre	1,53	21,4	865	512	69,6	E3
	d'août à octobre	18,8	664	434	65,4	U2
		19,4	704	464	65,9	E3
<i>Moyenne :</i>		19,9	744	470	67,0	
2014						
Finition en prairie						
Nature du complément : Pulpes sèches (2/3), triticales (1/3)						
Juin	1,57	18,8	678	454	67,0	U1
Juillet	1,21	17,9	682	457	67,0	U1
Août	2,25	18,6	789	528	66,9	U2
Septembre	1,44	17,7	702	480	68,4	U2
	<i>Moyenne :</i>	1,62	18,3	713	480	67,3
2015						
Finition en prairie						
Nature du complément : Triticale (2/3) + tourteau 21 % + Préfané 48 % MS à partir de septembre						
Juin	2,26	19,1	654	430	65,8	U1
Juillet	1,24	18,9	668	442	66,1	U1
Août	0,85	19,1	656	451	68,7	U1
Septembre	1,13	20,0	731	478	65,3	U1
	<i>Moyenne :</i>	1,37	19,3	677	450	66,5
(1) GQM moyen des animaux suivants ce régime durant ce mois.						
(2) à (6) : Performances individuelles des animaux abattus ce mois-là:						
(2) : Age en mois						
(3) : Poids vif soit le poids-basculé à l'abattoir * 0,96						
(4) : Poids carcasse corrigé, soit le poids carcasse chaude * 0,97						
(5) : Rendement carcasse, soit (4)/(3) * 100						
(6) : Classement de la carcasse selon la grille européenne						

finition en stabulation. Par après, elle a été complétée par un préfané de bonne qualité (en septembre).

Tableau V.7. Détail des rations de finition des taurillons nourris à l'herbe

Finition en stabu taurillons 2013	Matière brute Kg/jour	Matière sèche Kg/jour	Prix unitaire €/Kg MS	Coût ration		Teneur en VEM		Teneur en DVE	
				€/jour	€/Kg MS	VEM/ Kg MS	VEM/jour	g/kg MS	g/jour
Pulpes sèches bet	6,5	5,85	0,200	1,17		960	5616	111	649
Tourt. Colza	1	0,87	0,328	0,29		1050	914	129	112
Pois aplatis	1,5	1,29	0,412	0,53		1150	1484	110	142
Triticale apl.	2,5	2,13	0,278	0,59		1161	2467	76	162
TOTAL	11,5	10,1		2,58	0,25		10480		1065
Finition à l'herbe taurillons 2014	Matière brute Kg/jour	Matière sèche Kg/jour	Prix unitaire €/Kg MS	Coût ration		Teneur en VEM		Teneur en DVE	
				€/jour	€/Kg MS	VEM/ Kg MS	VEM/jour	g/kg MS	g/jour
Herbe de prairie		6,5	0,110	0,72		1060	6890	101	653
Pulpes sèches bet	2,7	2,40	0,200	0,48		960	2304	111	266
Triticale apl.	1,3	1,13	0,276	0,31		1161	1316	76	86
TOTAL	4,0	10,0		1,51	0,15		10510		1006
Finition à l'herbe taurillons 2015	Matière brute Kg/jour	Matière sèche Kg/jour	Prix unitaire €/Kg MS	Coût ration		Teneur en VEM		Teneur en DVE	
				€/jour	€/Kg MS	VEM/ Kg MS	VEM/jour	g/kg MS	g/jour
Herbe de prairie		6,5	0,100	0,65		1060	6890	101	653
Tourteau 21 %	1,3	1,17	0,451	0,53		1150	1346	84	98
Triticale apl.	2,7	2,27	0,360	0,82		1161	2632	76	172
TOTAL	4,0	9,9		1,99	0,20		10867		924

V.4. Taurillons au pâturage et qualité de la viande

L'évolution des pratiques d'élevage dans notre région (et dans bien d'autres également, que ce soit en Europe ou sur d'autres continents) a été telle que peu d'animaux aujourd'hui finissent leurs jours en prairie. Cependant, de nombreuses études ont mis en évidence les avantages liés à l'engraissement à l'herbe des bovins (Dufey, 2010 ; Bauchart et Thomas, 2010 ; Hornick et al., 1995).

Du point de vue physico-chimique, l'herbe verte est à même de favoriser une couleur plus soutenue (β -carotènes), une bonne tendreté ($\omega 3$), une jutosité supérieure de la viande (capacité de celle-ci à retenir son eau).

Du point-de-vue sociétal, l'engraissement à l'herbe améliore l'image de marque du produit, d'autant plus qu'elle assure un meilleur bien-être animal.

Enfin, la viande produite à l'herbe présente un certain nombre de qualités nutritionnelles supérieures : teneur plus élevée en β -carotènes, vitamine E (puissant anti-oxydant avec un effet positif sur la conservation des carcasses), acides gras poly-insaturés (notamment en $\omega 3$).

A défaut de pouvoir développer chacun de ces aspects, c'est ce dernier point que nous avons approfondi dans ce travail, et plus précisément, **l'effet de l'engraissement à l'herbe sur la composition en acides gras de la viande.**

V.4.1. Matériels et méthodes

L'essai a porté sur un échantillon de sept taurillons engraisés et abattus entre mars et novembre de l'année 2015, et dont les caractéristiques d'abattage ont été présentées ci-dessous (**Tableau V.8**). Ils ont tous été abattus à peu près au même âge (entre 18,9 et 20,6 mois). Un échantillon de viande (une pièce de « rond-de-bavette ») a été prélevé sur chacun de ces animaux, emballé sous vide et congelé à -20°C . L'ensemble des échantillons a été envoyé en novembre pour analyse de la composition en acides gras au Laboratoire des denrées alimentaires de la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Liège.

Tableau V.8. Caractéristiques d'abattage des taurillons soumis à l'analyse des acides gras.

Date de naissance N° travail	24/06/2013 6510	9/10/2013 6516	31/12/2013 6518	19/01/2014 6520	24/01/2014 6521	25/01/2014 6523	6/02/2014 6526
Date d'abattage	4/03/2015	27/05/2015	29/07/2015	26/08/2015	16/09/2015	7/10/2015	28/10/2015
Age à l'abattage(mois)	20.3	19.5	18.9	19.1	19.7	20.3	20.6
Poid vif (kg) (1)	836	667	668	656	731	668	782
Poids carcasse (kg) (2)	542	462	442	451	478	429	492
Rendement (%) (3)	64.8	69.2	66.1	68.7	65.3	64.2	62.9
Classement (4)	U1	U1	U1	U1	U1	U1	U1
(1) : Poids vif soit le poids-basculé à l'abattoir * 0,96							
(2) : Poids carcasse corrigé, soit le poids carcasse chaude * 0,97							
(5) : Rendement carcasse, soit (2)/(1) * 100							
(4) : Classement de la carcasse selon la grille européenne							

V.4.2. Résultats et discussion

Le **Tableau V.9** présente les résultats des analyses de la composition en acides gras, et la **Figure V.3** présente les résultats les plus importants sous une forme plus aisément visualisable.

Observations :

1. La proportion d'acides gras poly-insaturés (% AGPI) tend à augmenter progressivement au cours de la saison de pâturage : de 3,5 % en hiver (abattage le 4 mars), les AGPI atteignent un maximum de 12,4 % en septembre (**Figure V.3**). La proportion d'AGPI- ω 3 suit la même tendance (**Tableau V.9**). La teneur en matière grasse de la viande augmente également sur la même période, alors que l'âge d'abattage des animaux est sensiblement le même (de 19,1 et 20,6 mois).

2. Dès le 27 mai (soit après 26 jours de pâturage), la proportion d'acides gras à chaîne longue (C18 et plus) passe de 64 à 70 %, ce qui traduit bien la consommation d'herbe fraîche par les animaux (**Figure V.3** : % C18+ au cours de la saison).

3. La proportion d'ALA dans les acides gras (de 0,8 à 2,0 %), plus élevée en fin de saison de pâturage, est supérieure à la moyenne rapportée dans la littérature : 0,3 à 0,9 % des acides gras totaux dans les muscles (Bauchart D. et Grandemer G., 2010). L'ALA est essentiel pour le fonctionnement cellulaire mais non synthétisé ni par l'organisme humain ni par l'organisme animal. Il faut noter que la ration hivernale, à base d'herbages ensilés, en apportait déjà 1,1 % (cas de l'animal 6510 abattu le 4/03, càd avant la mise en prairie ; **Tableau V.8**).

Tableau V.9. Répartition des acides gras dans la viande des taurillons limousins (« Rond de bavette ») en fonction de la date d'abattage et de la ration de finition (**)

Identification:								
Date de naissance		24-06-13	09-10-13	31-12-13	19-01-14	24-01-14	25-01-14	06-02-14
N° travail		6510	6516	6518	6520	6521	6523	6526
Date d'abattage		04-03-15	27-05-15	29-07-15	26-08-15	16-09-15	07-10-15	28-10-15
Age à l'abattage(mois)		20,3	19,5	18,9	19,1	19,7	20,3	20,6
% MG totale		0,8	1,5	1,2	1,4	1,5	1,8	1,9
C14:0 % des AG		2,7	1,6	1,7	1,4	1,5	1,8	1,9
C16:0		29,6	24,9	24,3	20,2	22,2	25,0	25,2
C17:0		1,5	1,5	1,1	1,5	1,4	1,3	1,1
C18:0		24,2	25,7	23,6	37,7	27,9	27,1	26,1
C20:0		0,8	1,0	0,7	1,5	0,7	0,6	1,0
C22 : 0		0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0
C16: 1		1,3	1,2	1,9	0,4	0,0	1,7	1,4
C17:1		0,6	1,1	0,5	0,0	0,7	0,7	0,0
C18:1 w9		35,7	37,8	38,3	29,8	33,0	34,1	34,0
C18:2 w6	LA	2,4	3,7	5,1	5,6	7,3	4,6	6,0
C20:4 w6	AA	0,0	0,5	1,0	1,1	1,3	0,8	0,9
C18:3 w3	ALA	1,1	1,0	1,1	0,8	2,0	1,5	1,8
C20:5 w3	EPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0
C22:5 w3	DHA	0,0	0,0	0,7	0,0	1,3	0,7	0,6
Total AG:		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
AG saturés		58,9	54,7	51,4	62,3	53,9	55,9	55,3
Total AGPI		3,5	5,2	7,9	7,5	12,4	7,6	9,3
AGPI/saturés		0,06	0,10	0,15	0,12	0,23	0,14	0,17
Total AGPI w6		2,4	4,2	6,1	6,7	8,6	5,4	6,9
Total AGPI w3		1,1	1	1,8	0,8	3,8	2,2	2,4
w6/w3		2,2	4,2	3,4	8,4	2,3	2,5	2,9
Un steak de 250 gr ap- -porte (en gr AGPI w3)*:		0,2	0,4	0,5	0,3	1,4	1,0	1,2

(*) Les recommandations sont de 0,8 à 1,1 gr AGPI w3 par jour, avec un rapport w6/w3 inférieur à 5.

(**) Ration alimentaire:

6510 : 100% régime hivernal à base d'ensilage préfané de seigle immature et ray-grass

Tous les suivants sont sortis en prairie le 1/5/15

6516 : Herbe + supplément de céréales(2/3) et tourteau 1% (1/3) à raison de 2 kg/jour

6518 : Herbe + supplément de céréales(2/3) et tourteau 1% (1/3) à raison de 2 kg/jour

6520 : Herbe + supplément de céréales(2/3) et tourteau 1% (1/3) à raison de 4 kg/jour

6521 : Herbe + supplément de céréales(2/3) et tourteau 1% (1/3) à raison de 4 kg/jour

6523 : Herbe + supplément de céréales(2/3) et tourteau 1% (1/3) à raison de 3 kg/jour + ray-grass préfané

6526 : Rentré à l'étable le 7/10/15 avec ray-grass préfané(ad lib.) + 3 kg céréales + 1 kg tourteau 21%

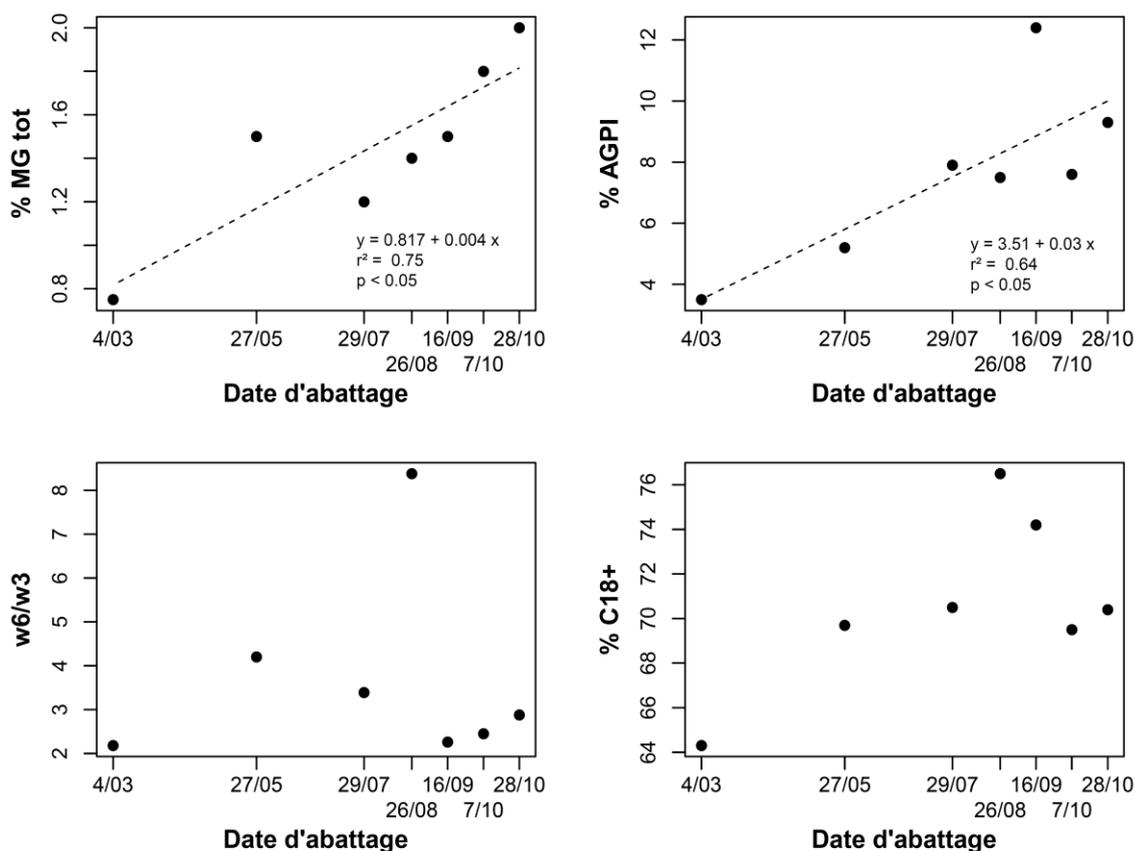


Figure V.3. Pourcentage en matières grasses totales (% MG tot), pourcentage en acides gras poly-insaturés (% AGPI ; inclut les acides gras $\omega 6$ et $\omega 3$), rapport des teneurs en acides gras $\omega 6$ et $\omega 3$, et pourcentage en acides gras composés de chaînes de 18 C ou plus, en fonction de la date d'abattage. Chaque point représente un taurillon (*cfr* **Tableau V.9** pour davantage de détails).

4. L'évolution du rapport $\omega 6/\omega 3$ ne montre pas une tendance nette, mais à une exception près (taurillon n° 6520, pour lequel le rapport $\omega 6/\omega 3$ est de 8,4), reste toujours bien en-deçà du rapport de 5 préconisé par l'OMS. L'animal 6520 s'est montré atypique à plusieurs égards.

5. Les teneurs en AGPI- $\omega 3$ à longues chaînes (EPA et DHA) ont augmenté au cours de la saison mais pas dans les proportions attendues (**Tableau V.8**). De nombreux paramètres interviennent à ce niveau et peuvent expliquer le phénomène : la variabilité des animaux et de leur ingestion, la capacité du rumen à saturer les acides gras, la qualité de l'herbe, et enfin le stockage des matières grasses.

6. « Naturellement, lorsqu'on apporte des acides gras polyinsaturés aux ruminants, les bactéries du rumen saturent les graisses (C18:3 en 18:0), ce qui rend complexe la réaction

à la supplémentation en $\omega 3$ dans les rations et rend lente et variable la réaction sur la viande. En effet, afin de laisser passer les $\omega 3$ au niveau de l'intestin, il faut saturer les bactéries du rumen qui les transforment, et/ou les protéger de l'action du rumen (avec un rendement d'au maximum 30%, même avec des traitements). En donnant de l'herbe fraîche, on procède à cette saturation des bactéries parce que l'herbe ne contient pratiquement que des C18:3 (ALA). Ensuite, pour en retrouver dans la viande, il faut que ces acides gras soient absorbés par l'intestin, arrivent dans le foie et soient stockés dans la graisse. Là encore, afin d'augmenter les teneurs en $\omega 3$ dans la viande, il faut changer la qualité cellulaire des adipocytes (stockeurs de graisses), et cela prend du temps. Ceci explique les variabilités observées et le temps qu'il faut afin d'augmenter les teneurs (cfr point 3 des observations ci-dessus) » (Emilie Knapp, communication personnelle, 2016). La teneur la plus élevée en AGPI est observée en septembre (animal 6521).

7. De plus, la viande de limousine est peu grasse contrairement à d'autres races, ce qui la rend tendre et diététique mais qui complexifie cet enrichissement. Le sexe (mâle) et le jeune âge des animaux testés sont également deux facteurs qui expliquent le faible taux de graisse de la viande. Au cours de la saison, ce taux a augmenté, passant progressivement de 0,8 à 1,9 %, mais cela reste en-deçà des teneurs observées pour les morceaux les plus pauvres en lipides sur des vaches de réforme de races Charolaise et Holstein (de 2,3 à 3,4 %, alors que la moyenne pour 11 morceaux différents était de 6 %) (Beauchart et Grandemer, 2010).

8. Par contre, on remarque que dans tous les cas, la consommation d'un steak de 250 gr provenant d'un taurillon nourri à l'herbe apporte la dose recommandée d'AGPI- $\omega 3$; celle-ci est multipliée par 7 entre mars et septembre (**Tableau V.8**).

Ces résultats très partiels et obtenus sur un petit nombre d'animaux ne permettent évidemment pas de tirer des conclusions qui seraient abusives. Ils se trouvent cependant corroborés par ceux que l'on peut trouver dans la littérature, notamment chez Bauchart D. et Thomas A. (2010) qui notent que « l'effet bénéfique de la consommation d'herbe sur le dépôt préférentiel d'AGPI- $\omega 3$ dans la viande augmente avec la durée de consommation d'herbe au pâturage », ou chez Hornick et al. (1995).

Chapitre VI. Rations hivernales pour jeune bétail à base de fourrages riches en protéines



Dans un troupeau orienté vers la production de viande, comme c'est le cas pour un cheptel limousin, il n'est pas facile d'évaluer les performances des vaches allaitantes. Par contre, la croissance du jeune bétail peut être suivie plus aisément (par pesées). Durant les hivers 2013 à 2016, les croissances de différents lots de taurillons et génisses ont été mesurées sur une période correspondant à une ration donnée. Celle-ci était fonction des fourrages récoltés durant la saison précédente. En vue d'évaluer le coût chaque ration, un prix de revient moyen des fourrages grossiers a été supposé constant sur les 3 années (*cf* Chapitre III, Tableau III.5). Pour les tourteaux achetés, le prix était variable d'une année à l'autre, avec une tendance à la baisse.

VI.1. Des rations pour les taurillons

D'octobre à fin décembre 2013, un silo mixte composé d'ensilage de maïs et de préfané de luzerne-dactyle a servi d'alimentation de base à des taurillons âgés de 13 à 18 mois. La consommation moyenne sur la période a été évaluée (**Tableau VI.1**). L'équilibre de la ration exigeait peu de tourteaux ; son prix revenait à 0,14 €/kg MS.

Tableau VI.1. Ration pour taurillons à base d'ensilage de maïs et luzerne-dactyle, distribuée durant la période d'octobre à fin décembre 2013

Ration luzerne 2013	Matière brute Kg/jour	Matière sèche Kg/jour	Prix unitaire €/Kg MS	Coût ration		Teneur en VEM		Teneur en DVE	
				€/jour	€/Kg MS	VEM/ Kg MS	VEM/jour	g/kg MS	g/jour
				Cfr Tab.III.4. à III.6.					
Ensilage maïs	9	2,97	0,092	0,27		915	2718	46	137
Préf.luzerne-dact.	8	4,97	0,117	0,58		805	3999	62	308
Foin seigle	0,5	0,43	0,079	0,03		698	303	13	6
Tourt. Colza	0,8	0,70	0,328	0,23		1050	735	129	90
Triticale apl.	1	0,87	0,278	0,24		1150	1001	88	77
Pois aplatis	0,25	0,22	0,412	0,09		1150	247	110	24
CMV	0,005	0,01	0,685	0,01			0		0
TOTAL	19,6	10,2		1,46	0,14		9002		641

Durant le même hiver 2013-2014, une ration dite « classique » a été distribuée aux taurillons. Elle était constituée d'un ensilage mixte maïs + pulpes surpressées de betteraves, complémenté par des tourteaux de colza et lin (**Tableau VI.2**). Un peu plus riche en aliments complémentaires (céréales et tourteaux), son coût a été calculé à 0,16 €/kg MS.

Tableau VI.2. Ration « classique » pour taurillons à base de maïs et pulpes surpressées de betteraves, distribuée en début d'année 2014

Ration classique 2013	Matière brute Kg/jour	Matière sèche Kg/jour	Prix unitaire €/Kg MS	Coût ration		Teneur en VEM		Teneur en DVE	
				€/jour	€/Kg MS	VEM/ Kg MS	VEM/jour	g/kg MS	g/jour
				Cfr Tab. III.4. à III.6.					
Ensilage maïs	12	3,96	0,092	0,36		915	3623	46	182
Pulpes surpress.	8	1,76	0,143	0,25		1060	1866	105	185
Foin seigle	0,5	0,43	0,079	0,03		698	303	13	6
Tourt. Colza	1,3	1,13	0,328	0,37		1050	1188	129	146
Triticale apl.	1	0,87	0,278	0,24		1150	1001	88	77
Shilf. Lin	0,25	0,22	0,354	0,08		1420	312	70	15
CMV	0,005	0,01	0,685	0,01			0		0
TOTAL	23,1	8,4		1,35	0,16		8292		610

En 2014-2015, le fourrage de base (ensilage de seigle immature et ray-grass italien préfanés) (**Tableau VI.3**), moins riche que les précédents, exigeait un complément de 3,5 kg/jour (céréales, pois, tourteaux). Le coût de cette ration a été calculé à 0,18 €/ kg MS.

Tableau VI.3. Ration pour taurillons à base d'ensilage de seigle immature et ray-grass italien préfanés, distribuée durant l'hiver 2014-2015.

Ration taurillons 2014	Matière brute	Matière sèche	Prix unitaire	Coût ration		Teneur en VEM		Teneur en DVE	
	Kg/jour	Kg/jour	€/Kg MS	€/jour	€/Kg MS	VEM/ Kg MS	VEM/jour	g/kg MS	g/jour
				Cfr Tab. III.4. à III.6.					
Seigle imm.+ RGI	13	5,33	0,079	0,42		783	4173	49	262
Pois aplatis	1,5	1,29	0,394	0,51		1150	1484	110	142
Triticale apl.	1,5	1,31	0,276	0,36		1150	1501	88	115
Tourt. Bio 21%	0,5	0,45	0,451	0,20		1150	518	84	38
CMV	0,005	0,01	0,685	0,01			0		0
TOTAL	16,5	8,4		1,50	0,18		7675		556

Il en était de même en 2015-2016 avec l'ensilage de méteil CPI, qui affichait à peu près les mêmes valeurs nutritives que l'ensilage de seigle-ray-grass, mais avec une teneur en matière sèche nettement plus faible (**Tableau VI.4**). Comme les céréales « bio » étaient moins riches en protéines que les céréales conventionnelles, un petit complément de soja a été nécessaire. La ration « bio » revenait à 0,21 €/ kg MS⁷. Durant les hivers 2014/2015 et 2015/2016, nous n'avons pu distribuer de préfané de luzerne-dactyle aux taurillons car toute la récolte avait été stockée sous forme de ballots enrubbés, et il était difficile de les distribuer à ces animaux en évitant une part importante de gaspillage.

Tableau VI.4. Ration pour taurillons à base d'ensilage de méteil CPI (céréales et protéagineux immatures), distribuée durant l'hiver 2015-2016 (en conditions « bio »)

Ration taurillons 2015	Matière brute	Matière sèche	Prix unitaire	Coût ration		Teneur en VEM		Teneur en DVE	
	Kg/jour	Kg/jour	€/Kg MS	€/jour	€/Kg MS	VEM/ Kg MS	VEM/jour	g/kg MS	g/jour
Méteil CPI	19	5,51	0,105	0,58		801	4414	48	264
Escourgeon aplati	1,5	1,26	0,360	0,45		1019	1284	74	93
Triticale apl.	1,5	1,28	0,360	0,46		1161	1480	76	97
Trt soja bio	0,4	0,36	0,795	0,29		1150	414	240	86
TOTAL	22,4	8,4		1,78	0,21		7592		540

⁷ Tout comme pour les céréales conventionnelles, le prix des céréales « bio » a été estimé à son coût d'opportunité, soit 260 €/T, augmenté de 25 €/T pour les frais de manutention et stockage, plus 25 €/T pour l'aplatissage, le tout étant ensuite ramené au kg de MS.

Au niveau de la croissance des animaux, les quatre rations ont donné de bons résultats: les GQM vont de 1,25 à 1,39 kg/jour (**Tableau VI.5**). A noter que les taurillons suivis en 2013-14 avec la ration "maïs-luzerne" étaient un peu plus âgés et plus lourds (ce qui justifie une consommation journalière un peu plus élevée), tandis que dans les trois autres cas, les animaux étaient à peu près du même âge. Moyennant cette réserve, et compte tenu du coût de chacune de ces rations, la ration « maïs-luzerne » servie aux taurillons en fin 2013 s'est avérée la plus intéressante, tant au niveau de la croissance, que du prix de revient et donc forcément que du coût ramené au kg de croît : 1,02 €/kg de croît.

Tableau VI.5. Résultats technico-économiques des rations hivernales destinées aux taurillons

Taurillons	Nb (*)	Période d'essai	Début		Fin Poids vif(kg)	GQM Kg/jour	Coût de la ration			Autonomie %	
			Age(mois)	Poids vif(kg)			€/Kg MS	€/jour	€/Kg croît		
Rations hivernales											
Maïs-luzerne	8	Du 4/10/13 au 26/12/13	15,0	558	673	1,39	0,14	1,46	1,05	93	
Ration classique	8	Du 26/12/13 au 11/3/14	9,1	391	485	1,25	0,16	1,35	1,08	De 84 à 63 (**)	
Seigle-RGI	11	Du 20/1/15 au 8/4/15	10,8	399	500	1,29	0,18	1,50	1,16	94	
Méteil CPI	8	Du 29/1/16 au 29/3/16	10,9	437	520	1,38	0,21	1,78	1,29	96	
		(*) Nombre d'animaux qui ont été suivis.									
		(**) Selon que les pulpes surpressées sont en "ayant-droit" ou non, respectivement.									

Les rations à base de fourrages moins riches (seigle+RGI ou méteil CPI) nécessitent un peu plus de complémentation, ce qui augmente leur coût. A l'exception d'un peu de tourteau correcteur azoté, ce complément est produit sur la ferme, et le taux d'autonomie atteint 94 à 96 %. Grâce aux bonnes croissances obtenues, elles restent d'un coût modéré (1,16 €/kg croît en 2014 à 1,29 en 2015 en « bio »).

VI.2. Des rations pour les génisses

Durant les derniers hivers, plusieurs lots de génisses ont été pesés en début et en fin de périodes où elles recevaient une ration bien déterminée.

En 2013-2014, il s'agissait d'un lot de jeunes génisses proches d'un an, qui avaient été sevrées à l'automne, lors de la rentrée à l'étable. Leur ration (**Tableau VI.6**) associait un ensilage énergétique (maïs et pulpes surpressées) à un foin de luzerne et dactyle de très bonne qualité, avec 852 VEM et 70 DVE (2ème coupe de 2013, *cfr* **Tableau III.4**). Il n'a pas nécessité d'apport de concentré. Son coût a été évalué à 0,11 €/kg de matière sèche.

Tableau VI.6. Ration pour génisses d'un an à base d'ensilage de maïs + pulpes surpressées et de foin de luzerne-dactyle, distribuée durant la période de fin décembre 2013 à mars 2014

Ration génisses 1 an 2013/2014	Matière brute Kg/jour	Matière sèche Kg/jour	Prix unitaire €/Kg MS	Coût ration		Teneur en VEM		Teneur en DVE	
				€/jour	€/Kg MS	VEM/ Kg MS	VEM/jour	g/kg MS	g/jour
				Cfr Tab. III.4. à III.6.					
Ensilage maïs	6	1,98	0,092	0,18		915	1812	46	91
Pulpes surpress.	4	0,88	0,14	0,13		1060	933	105	92
Foin luz-dactyle	4	3,6	0,117	0,42		852	3067	70	252
TOTAL	14,0	6,5		0,73	0,11		5812		435

En 2015-2016, le même type de génisses de près d'un an, sevrées à l'automne, a reçu une ration (**Tableau VI.7**) à base d'ensilage de méteil céréales-protéagineux immatures ; celui-ci a été complété avec du préfané de luzerne-dactyle et 1 kg/jour de céréales aplaties (escourgeon et triticales en proportion 50/50). Cette ration respectait le cahier de charges « bio ». Son coût était de 0,12 €/kg MS.

Tableau VI.7. Ration pour génisses d'un an à base de méteil CPI, préfané de luzerne-dactyle et céréales, distribuée durant la période de janvier à mars 2016.

Ration génisses 1 an 2015/2016	Matière brute Kg/jour	Matière sèche Kg/jour	Prix unitaire €/Kg MS	Coût ration		Teneur en VEM		Teneur en DVE	
				€/jour	€/Kg MS	VEM/ Kg MS	VEM/jour	g/kg MS	g/jour
				Cfr Tab. III.4. à III.6.					
Méteil CPI	15	4,35	0,079	0,34		801	3484	48	208
Escourgeon aplati	0,5	0,42	0,360	0,15		1019	428	74	31
Triticale apl.	0,5	0,43	0,360	0,15		1161	493	76	32
Luz-Dact. 4ème cp	7	1,4	0,117	0,16		878	1229	52,6	74
TOTAL	23,0	6,6		0,81	0,12		5635		345

Durant la même période, un lot de génisses plus âgées (proches de deux ans) a également été suivi. Après une saison complète de pâturage (de fin avril à fin octobre), elles ont reçu une ration hivernale (**Tableau VI.8**) composée d'ensilage de méteil CPI et de préfané de luzerne-dactyle (3^{ème} coupe 2015) (cfr **Tableau III.4** pour les données analytiques des fourrages). C'est en fin d'hiver qu'elles ont été inséminées. Tout comme la précédente (**Tableau VI.7**), cette ration était en conditions « bio » ; elle revenait à 0,09 €/kg MS.

Tableau VI.8. Ration pour génisses de 2 ans à base de méteil CPI et préfané de luzerne-dactyle, distribuée durant la période de janvier à mars 2016

Ration génisses 2 ans 2015/2016	Matière brute	Matière sèche	Prix unitaire	Coût ration		Teneur en VEM		Teneur en DVE	
	Kg/jour	Kg/jour	€/Kg MS	€/jour	€/Kg MS	VEM/ Kg MS	VEM/jour	g/kg MS	g/jour
				Cfr Tab. III.4. à III.6.					
Méteil CPI	20	5,8	0,079	0,46		801	4646	48	278
Luz-Dact. 3ème cp	5	3,35	0,117	0,39		751	2516	61,6	206
TOTAL	25,0	9,2		0,85	0,09		7162		484

Ces différentes rations ont permis une bonne croissance des génisses : 0,84 et 1,08 kg/jour pour les génisses d'un an, 0,82 kg/jour pour les génisses de deux ans (**Tableau VI.9**), et ce, pour un coût très modéré. Le coût alimentaire quotidien des génisses variait de 0,73 à 0,85 €/jour.

Tableau VI.9. Résultats technico-économiques des rations hivernales destinées aux génisses.

Génisses Rations hivernales	Nb (*)	Période d'essai	Début		Fin Poids vif(kg)	GQM Kg/jour	Coût de la ration			Autonomie %
			Age(mois)	Poids vif(kg)			€/Kg MS	€/jour	€/Kg croît	
Génisses d' 1 an										
Mais+pulpes+luzerne	5	Du 26/12/13 au 11/3/14	8,6	306	369	0,84	0,11	0,73	0,87	De 100 à 86 (**)
CPI+luzerne+céréales	7	Du 29/1/16 au 29/3/16	10,5	369	434	1,08	0,12	0,81	0,75	100
Génisses de 2 ans										
CPI+luzerne	8	Du 29/1/16 au 29/3/16	21,9	589	638	0,82	0,09	0,85	1,04	100
		(*) Nombre d'animaux qui ont été suivis.								
		(**) Selon que les pulpes surpressées sont en "ayant-droit" ou non, respectivement.								

L'abandon de la pulpe surpressée (qui était encore utilisée en 2013/2014) a permis d'augmenter l'autonomie à 100 % pour les génisses, aussi bien pour celles d'un an que pour celles de deux ans. De plus, pour ces dernières, leur ration composée uniquement de fourrages grossiers a été d'une qualité suffisante pour permettre une croissance correcte. Elle assure un bon développement du squelette et des capacités ruminales des animaux qui profitent ensuite au maximum du retour en prairie.

VI.3. Discussion des résultats

D'une manière générale, l'introduction dans les rations d'un fourrage grossier riche en protéines tel que le préfané de luzerne-dactyle s'est avérée positive, aussi bien du point de vue de la croissance des animaux que du point de vue économique.

En 2013/2014, en conditions d'agriculture conventionnelle, l'association d'ensilage de maïs avec du préfané de luzerne-dactyle (0,14 €/kg MS ; **Tableau VI.1**) a permis de bonnes croissances des taurillons pour un coût moindre qu'une ration classique basée sur le maïs et les pulpes surpressées (0,16 €/kg MS ; **Tableau VI.2**); celle-ci voit en effet son coût grevé par celui des tourteaux achetés. Il faut noter ici que les fourrages utilisés dans cet essai n'étaient pas de la meilleure qualité, aussi bien le maïs (915 VEM) que le préfané luzerne-dactyle (805 VEM et 62 gr DVE). Pour la récolte 2013 du maïs, la tardiveté des dates de semis (7/06) et de récolte (25/10) pourrait en être une explication. Pour le préfané de luzerne-dactyle, il est possible que le fait que la 4^{ème} coupe de 2012 n'ait pas été récoltée ait joué en défaveur de la qualité de la 1^{ère} coupe de 2013. La culture de luzerne-dactyle est en effet susceptible de donner des fourrages de meilleure qualité. C'était le cas pour les veaux-génisses : bénéficiant d'un bon foin de luzerne-dactyle (852 VEM et 70 gr DVE ; **Tableau VI.6**), elles ont connu une croissance correcte sans complément protéinique. En autonomie complète, le coût de leur ration était particulièrement bas (0,11 €/kg MS ; **Tableau VI.6**).

En 2015/2016, avec un aliment de base un peu moins riche tel que l'ensilage de méteil CPI, l'apport complémentaire de préfané de luzerne-dactyle s'est avéré suffisant pour garantir le développement de génisses de deux ans (**Tableau VI.8**) ; pour des animaux plus exigeants, tels que les génisses d'un an, il a nécessité une complémentarité d'un kg de céréales (**Tableau VI.7**). Pour les taurillons, le méteil CPI distribué seul a nécessité 3 kg de céréales et 0,4 kg de soja « bio » pour équilibrer la ration (**Tableau VI.4**). A l'exception d'un peu de correcteur azoté pour les taurillons, toutes ces rations sont en totale autonomie. D'un coût très compétitif, elles permettent une bonne croissance des animaux.

Pour conclure cette section, il apparaît que des fourrages riches en protéines type « luzerne-dactyle » peuvent aider un élevage de bovins-viande à tendre vers l'autonomie alimentaire. Aussi bien la croissance des animaux que le coût de leur ration s'en sont trouvés améliorés. En France, des essais portant sur 168 jeunes bovins Limousin et Charolais ont montré qu'une ration sèche à base de blé suppléée par un préfané de luzerne permettait d'atteindre des croissances aussi élevées qu'une ration sèche à base de blé suppléée par du tourteau de soja pour l'engraissement de jeunes bovins, et ce pour une marge brute supérieure (Bastien et al., 2016). Ces résultats soutiennent donc les observations effectuées dans notre exploitation quant à l'intérêt de la luzerne pour l'alimentation de jeunes bovins.

Chapitre VII. Discussion générale et conclusions

Reprenant les objectifs de l'autonomie alimentaire tels qu'énoncés dans le chapitre I (Section I.4), le présent travail a tout d'abord tenté de répondre à la question de la **faisabilité technico-économique** de cette démarche dans notre ferme de « poly-élevage ». Pour ce faire, nous avons privilégié une approche secteur par secteur.

Une remarque préliminaire s'impose : il paraît évident que la question de l'autonomie alimentaire est essentiellement une question d'**autonomie protéique**. Dans nos contrées où les conditions pédo-climatiques sont propices à la production de fourrages énergétiques (céréales, maïs, sous-produits d'industries sucrières ou autres), la production de protéines constitue le souci principal de l'*autonomiste*.

Les poulets et autres monogastriques...

Il en est bien ainsi en ce qui concerne l'élevage et l'engraissement des poulets de chair, et plus largement des monogastriques. Comme alternative au « roi-soja », la solution que nous avons adoptée est l'incorporation dans la ration de **pois protéagineux** à raison de 25 %, en association avec de petites proportions de deux tourteaux protéagineux d'origine régionale, soit le tourteau de colza (8,5 %) et la luzerne déshydratée (6 %) (**Tableau IV.2**). Cette combinaison de trois protéagineux a l'avantage de combler les lacunes du pois au point de vue de la palette d'acides aminés et de compenser son rapport Energie/Protéines assez élevé. Certes, la culture des pois protéagineux (et leur récolte !) n'est pas « un long fleuve tranquille », mais ce choix nous a apporté satisfaction tant du point de vue technique qu'économique ou environnemental. Plusieurs essais ont permis de le valider (*Cfr Chapitre IV*). Du point de vue technique, la ration mise au point, qui titre 14,5 % de protéines et assure une autonomie de 82 % (alors que celle de la plupart des élevages avicoles tend vers 0 %), permet une croissance des poulets équivalente à celle obtenue avec une ration contenant 23 % de soja et titrant 17,2 % de protéines, pour un taux d'autonomie de 67,5 % (**Chapitre IV, Tableau IV.2**). Du point de vue économique, la ration à base de pois revenait (en 2014) à 254 €/T pour 290 €/T pour la ration équivalente à base de tourteau de soja (**Tableau IV.3**). En outre, elle a réduit le coût alimentaire de 0,07 € par kg de poulet vif, ou 0,1 € par kg de carcasse de poulet (**Tableau IV.8**).

Du point de vue environnemental, tout en constituant une meilleure gestion des ressources protéiques, l'adoption d'une teneur réduite en protéines diminue de manière substantielle les rejets azotés dans les fientes de poulets (**Figure IV.3**).

Enfin, moyennant quelques modifications, la ration à base de pois protéagineux a pu être adaptée avec succès à l'engraissement de porcs et de dindes, démontrant la polyvalence attendue du pois protéagineux dans l'alimentation de différentes espèces animales.

Les bovins limousins...

Par rapport à l'aviculteur, l'éleveur de bovins dispose de plus d'atouts pour relever le défi de l'autonomie protéique.

♥ Fourrage par excellence des bovins, **l'herbe pâturée** est à la fois une source remarquable d'énergie et de protéines, sans doute le meilleur aliment que l'on puisse produire à la ferme (**Tableau V.2**). Tous les animaux, quelle que soit leur catégorie (vaches, veaux, génisses ou taurillons), sortent en prairie de mai à septembre. Avec l'extension des surfaces en herbe suite au passage en « bio » en 2015, la part des prairies pâturées dans la masse totale des aliments consommés par les bovins est passée de 46 % (sur base de la matière sèche) en 2013 à 65,9 % en 2016.

♣ Destinée aux rations hivernales, la **luzerne** constitue un autre atout important pour l'*autonome*. En association avec du dactyle (de nombreuses variantes sont possibles pour les prairies temporaires), elle a produit pendant trois ans une moyenne de 2039 kg de protéines par ha et par an, en plus des 9821 kVEM par ha et par an (rendements mesurés après récolte et conservation) (**Tableau III.3**). Elle entre dans la plupart des rations hivernales (*cfr Chapitre VI*).

♦ Pour l'engraissement de taurillons, le **pois** (protéagineux ou fourrager) est un excellent concentré contenant à la fois énergie et protéines. Depuis le passage en « bio », il est cultivé **en association avec des céréales**.

♠ Un principe de base pour constituer des rations à la fois autonomes et économes est de rechercher des fourrages grossiers suffisamment riches et relativement équilibrés entre énergie et protéines. C'est dans cette optique que sont cultivés des mélanges de **céréales et protéagineux immatures**.

Dans un élevage de bovins allaitants, le **taux d'autonomie** varie en fonction des exigences alimentaires de chaque catégorie d'animaux. Poursuivant notre approche au cas par cas, nous avons, par ordre croissant d'exigences alimentaires :

- (1) Vaches gestantes < (2) Génisses 2 ans < (3) Vaches allaitantes < (4) Vaches de réforme < (5) Génisses 1 an < (6) Veaux < (7) Taurillons (croissance et engraissement)

Pendant la saison de pâturage, toutes les catégories d'animaux tirent leur alimentation de l'herbe.

Les rations hivernales et éventuelles complémentations de l'herbe se répartissent comme suit, de la catégorie d'animaux les moins exigeants aux plus exigeants :

(1) *Vaches gestantes et (3) Vaches allaitantes.* Réputée pour sa capacité à tirer profit des fourrages grossiers, la vache limousine ne demande rien d'autre : foin ou autres fourrages moins riches durant la gestation, auxquels nous substituons progressivement d'autres fourrages plus riches après le vêlage : préfané de luzerne-dactyle, méteil CPI, cultures dérobées. Seules exceptions, les primipares qui vêlent à l'automne ont un complément de céréales à la fin de l'hiver.

(2) *Génisses de deux ans.* A l'instar des vaches allaitantes, les génisses de deux ans présentent de bonnes croissances avec un régime composé de fourrages grossiers de bonne qualité (**Tableaux VI.8 et VI.9**).

(4) *Vaches de réforme.* Durant la saison de pâturage, l'engraissement à l'herbe des vaches de réforme ne pose pas de problème. Un petit supplément peut s'avérer utile lors de périodes de sécheresse estivale. Durant l'hiver, elles sont nourries comme les taurillons (voir ci-dessous) pendant un à deux mois de finition.

(5) *Génisses d'un an.* Les génisses d'un an sont des animaux en pleine croissance ; elles demandent un régime plus soutenu que leurs homologues de deux ans (**Chapitre VI**). Une ration composée d'ensilage de maïs et pulpes surpressées complétée par un foin de luzerne-dactyle de bonne qualité (70 g/kg MS de DVE) leur a permis une croissance de 0,840 kg/jour (**Tableau VI.6**). Avec un ensilage de méteil-CPI et un préfané de 4^{ème} coupe de luzerne-dactyle, il a fallu un complément d'un kg de céréales pour ajuster la ration ; leur croissance était ainsi de 1,08 kg/jour (**Tableaux VI.7 et VI.9**).

(6) *Veaux.* Plus exigeants encore sont les veaux, dont les croissances escomptées sont de l'ordre de 900 à 1500 g/jour. Avec le lait maternel, ils disposent d'un aliment de premier choix, riche en énergie et protéines, mais aussi minéraux, vitamines, anticorps, ... Avec 1500 litres de lait de la naissance au sevrage, une vache fournit à son en veau l'équivalent de plus 300 € d'une nourriture particulièrement bien adaptée. Comme ils suivent les mères en prairie, les veaux prennent rapidement l'habitude de consommer de l'herbe. Pendant l'hiver, ils disposent de foin de bonne qualité, ensilage, épeautre et mélange céréales-pois. Seule exception, les veaux destinés à être abattus comme tels (soit à un âge maximum de 8 mois) reçoivent un petit complément de tourteaux s'ils sont engraisés en dehors de la période de pâturage.

(7) *Taurillons.* Les taurillons sont, dans notre élevage, les animaux qui ont les besoins nutritifs les plus élevés. Nous avons testé pendant trois ans la mise en prairie des taurillons, et avec de très bons résultats quant à la croissance (**Chapitre V**). La finition, toujours en

prairie mais avec un complément à base de pulpes sèches, a permis un GQM de 1,620 kg/jour en agriculture conventionnelle (2014). En conditions « bio », le complément idéal reste à trouver. Durant la période hivernale, des ensilages tels que maïs+luzerne-dactyle (**Tableau VI.1**), seigle immature+ray-grass (**Tableau VI.3**), ou méteil-CPI (en « bio » ; **Tableau VI.4**) ont été complétés par des mélanges céréales-pois ; un peu de tourteaux (0,4 à 0,8 kg/jour et par taurillon) a été nécessaire pour ajuster la teneur en protéines. Dans ces conditions, ces rations, autonomes à 93 à 96 %, donnent d'aussi bons résultats qu'une ration dite « classique », à base d'ensilage de maïs et pulpes surpressées complété par des tourteaux (**Tableau VI.2**). Ramenés au kg de croît, leur prix de revient est du même ordre de grandeur (un peu plus élevé en « bio ») (**Tableau VI.5**). Elles sont compétitives par rapport à ce que l'on trouve dans la littérature (Buron et al., 2015, Bastien et al., 2016).

Le **Tableau VII.1** met en évidence l'importance de l'herbe dans notre système de production. Les quelques % d'aliments concentrés achetés sont destinés aux animaux en finition.

Tableau VII.1. Taux d'autonomie par catégorie d'animaux obtenus durant la saison de pâturage 2015 et l'hiver 2015/2016

	Niveau d'exigences alimentaires	Taux d'autonomie	
		Saison pâture	Hiver
Vaches gestantes	+	100	100
Génisses de 2 ans	++	100	100
Vaches allaitantes	++	100	100
Vaches de réforme	+++	100	96
Génisses de 1 an	+++	100	100
Veaux	++++	100	96
Taurillons en croissance	++++	100	96
Taurillons en finition	+++++	88	96

D'autres implications de l'autonomie alimentaire...

Outre la **faisabilité technico-économique** de l'autonomie alimentaire, nous avons pu mettre en évidence **certaines aspects positifs** de celle-ci dans d'autres domaines.

Dans le domaine **environnemental**, la **fixation de carbone dans les sols de prairies** permanentes a pu être mise en évidence. A partir des teneurs en C de prairies d'âges différents, nous avons pu estimer à 675 kg la quantité de carbone fixée annuellement dans

un sol de prairie en région limoneuse (**Chapitre II**). Cela ne préjuge en rien de l'impact net de l'élevage bovin sur les émissions de gaz à effet de serre, mais la séquestration de carbone par les prairies est certainement un paramètre important à prendre en compte.

Dans la **production avicole**, nous avons pu mettre en évidence une **relation directe entre teneur en protéines de l'aliment** des poulets de chair et **teneur en azote des fientes** de ces mêmes poulets, alors que leurs performances de croissance étaient identiques (**Chapitre IV, Figure IV.3**). Cela nous amène à nous interroger sur la pertinence de la concentration en protéines de certains aliments pour volailles, dans un souci d'optimisation de la gestion des ressources naturelles.

Dans le domaine de la **qualité des produits**, une attention particulière a été portée à l'influence du pâturage sur la qualité de la viande de taurillons, et plus spécialement de sa teneur en acides gras poly-insaturés. Une **relation positive** significative a été mise en évidence **entre la teneur en AGPI et la durée de pâturage (Figure V.3)**, en cours de saison de pâturage; la teneur en acides gras $\omega 3$ suit la même tendance.

Enfin, un certain nombre de **contraintes** de l'autonomie alimentaire ont été identifiées au **Chapitre I, section 5**. Parmi celles-ci, le **coût d'opportunité** est à notre sens le principal obstacle vers plus d'autonomie des élevages. Notion difficile à appréhender comme nous l'avons souligné, il pourrait être évalué au regard du résultat global de l'exploitation et de son évolution au cours des années de progression vers l'autonomie. Mais la recherche d'un assolement idéal pour répondre aux besoins du cheptel peut demander plusieurs années de mise au point ; il en est de même pour la gestion des prairies pâturées. Il faut dès lors plus de recul pour évaluer l'évolution de l'économie de l'exploitation, et cela sort du cadre de ce travail.

Publication des résultats

Diffusion des résultats :

Durant ces deux dernières années, un certains nombres d'actions ont été menées pour faire connaître ce travail et ses résultats :

21-22 Juin 2014 : Participation aux Journées Fermes Ouvertes en Wallonie. Présentation d'un stand didactique et démonstratif sur l'autonomie alimentaire à destination du grand public ; ± 1200 visiteurs sur le week-end.

7 janvier 2015 : Présentation des résultats obtenus par les quatre CRE du groupe « Autonomie » au Moulin de la Hunelle à Chièvres. Assistance ± 80 personnes.

24 septembre 2015 : Visite de terrain chez Jacques Faux et Francis Delmée. Présentation des résultats, visite de la ferme. Assistance ± 40 personnes.

Des contacts sont en cours pour la publication d'articles dans la presse agricole et pour des exposés avec différents organismes.

Citation :

Faux, Jacques (2016). Essais sur l'autonomie alimentaire en élevage limousin et en engraissement de volailles fermières. Rapport final du Centre de Référence et d'Expérimentation de Wallonie 2013 – 2015. 99 pages.

Contact :

Jacques Faux, Dr Ir,
Rue Haute, 22, B-7604-Wasmès-Audemetz-Briffœil
Jacques.Faux@skynet.be

Disponibilité :

Le présent travail se trouve disponible en format numérique sur le Portail de l'agriculture wallonne : http://agriculture.wallonie.be/apps/spip_wolwin/article.php3?id_article=362

Références bibliographiques

Andreani E. (1967). « *Le coût d'opportunité.* », Revue économique, Sciences Po University Press, 18:840-858.

Ansenne A.S., Bertherlier J., Coomans de Braslène, Y., de Riollet de Morteuil E., Ghanem A., Lejeune L., Lesne R., Marot F., Moreau J., Palayan D., Van Mol J. (2016). « *Dynamiques et démarches d'autonomie en système de polycultures élevage en Hainaut occidental.* », Travail de recherche Agroécolab, Certificat Interuniversitaire en Agroécologie et Transition vers des systèmes alimentaires durables.

Bastien D., et al. (2016). « *Légumineuses : allier autonomie et performances.* », Projet CASDAR-NEOBIF 2012-2015. Journée Internationale de la Prairie, 4/10/2016, Saint-Hilaire-en-Woëvre (France). http://www.evenements-arvalis.fr/_plugins/WMS_BO_Gallery/page/getElementStream.html?id=41897&prop=file. Page consultée le 13/10/2016.

Bauchart D. et Grandemer G. (2010). « *Qualité nutritionnelle des viandes et abats de bovin.* » in : D. Bauchart et B. Picard coordinateurs, « *Muscle et viande de ruminant* », Editions Quae, INRA, Versailles.

Bauchart D. et Thomas A. (2010). « *Facteurs d'élevage et valeur santé des acides gras des viandes* » in : D. Bauchart et B. Picard coordinateurs, « *Muscle et viande de ruminant* », Editions Quae, INRA, Versailles.

Billon A., Neyroumande E., Deshayes C. (2009). « *Pour une alimentation animale en Europe moins dépendante du soja d'importation. Cas de la France.* » Etablissement National d'Enseignement Supérieur Agronomique de Dijon et Wold Wildlife Fund.

Buron M.H., Bouquiaux J.M., Marsin J.M. (2015). « *Blanc-Bleu belge, Blonde d'Aquitaine, Charolaise, Limousine: Les quatre races viandeuses les plus répandues en Wallonie* », CER Groupe Département Agri-Développement.

Chambre d'agriculture de la Creuse (2016). « *Récolte du foin: jusqu'à 1 tonne tombe au sol lors du chantier* », La France agricole n° 3648.

Decruyenaere V. et Belge C. (2002). « *Essais comparatifs de croissance et d'engraissement en races Françaises et en BBB: performances observées* », Section Systèmes agricoles, CRA-W, Libramont, cité dans Buron M.H., Bouquiaux J.M., Marsin J.M. (2015), « *Blanc-Bleu belge, Blonde d'Aquitaine, Charolaise, Limousine: Les quatre races viandeuses les plus répandues en Wallonie* », CER Groupe Département Agri-Développement.

- Decruyenaere V., Agneessens R., Toussaint B., Anceau C., Goffaux M.-J., Oger R. (2008). « *Qualité des fourrages en Région Wallonne* », REQUASUD, Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale de l'Agriculture.
- Delmée F. (2014). *Rapport final de Centre de Référence et d'Expérimentation 2013-2014*, http://agriculture.wallonie.be/apps/spip_wolwin/IMG/pdf/Delmee.pdf.
- DGARNE (2014). « *Evolution de l'économie agricole et horticole en Wallonie en 2014* », Direction générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement, Direction de l'Analyse économique agricole, SPW Editions.
- Dufey P.A. (2010). « *Qualité de la viande bovine produite à partir de l'herbe* » in Agroscope Changins Wädenswil ACW, « Produire de la viande au pâturage ».
- Haurez P. (2002). « *Utilisation des protéagineux en élevage* », Institut de l'Elevage.
- Hornick J.L., Clinquart A., Gauthier S. Van Eenaeme C., Istasse L. (1995). « *Effet de la vitesse de croissance au pâturage chez des taurillons finis en stabulation: II. Qualité de la viande et composition de la graisse* », Annales de Zootechnie, 44. Elsevier/INRA.
- Huyghe C. (2003). « *Les fourrages et la production de protéines* », Fourrages 174, 145-162.
- Jamar D. et Zaoui J. (2012). « *L'autonomie alimentaire en élevage biologique* », VETABIO, Projet Interreg IV France-Wallonie-Flandres.
- Luxen P. (2016). « *Vos engrais de ferme ont de la valeur !* », Le Sillon Belge, n°3704, 5/2/2016.
- Luxen P., Godden B., Limbourg P., Miserque O. (2006). « *Le compostage des fumiers, une technique de valorisation des matières organiques en agriculture* », Livrets de l'agriculture, Direction Générale de l'Agriculture.
- Malassis L. et Padilla M. (1986). « *Economie alimentaire Tome III. L'économie mondiale* », Ed. Cujas, Paris.
- Mathé D., Monéger, R., Guillou D. (2003). « *Effet du pois protéagineux sur les performances et le comportement du porc lors des transitions alimentaires* », Journées Recherche Porcine, 35, 127-132.
- NatAgriWal (2016). « *Les Méthodes Agro-Environnementales et Climatiques – Autonomie fourragère.* » <https://www.natagriwal.be/fr/mesures-agro-environnementales/liste-des-mae/fiches/details/351>. Page consultée le 10/10/2016.

Peyronnet C., Pressenda F., Alibert L., Bouvarel I. (2010). « *Pois et tourteaux de colza : deux matières premières complémentaires pour l'alimentation animale.* » Oléagineux, Corps gras, Lipides. Volume 17, n°5, 319-24, septembre-octobre 2010. <http://www.jle.com/e-docs/00/04/61/21/article.phtml>

Solanet G., Levard L., Castellanet C. (2011). « *L'impact des importations européennes de soja. Etude-Rapport-Synthèse.* » <http://www.alimenterre.org/ressource/limpact-importations-europeennes-soja>. Page consultée le 11/10/2016.

Van Goddtsenhoven E. (1936-38). « *Les Céréales* » in « *Encyclopédie agricole belge* », Tome I, Ed. Bieleveld, Bruxelles.

Van Landschoot A.(2010). « *Incidences de certains modes d'alimentation sur l'autonomie alimentaire des exploitations laitières wallonnes.* » Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de Master en sciences de l'ingénieur industriel en agronomie à l'Institut Supérieur Industriel de Huy-Gembloux.

Vandermotten J.P. (2016). « *Point de vue sur un élevage viandeux de la région limoneuse athoise visant l'autonomie alimentaire par la valorisation et la diversification des cultures.* » Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de Master en Sciences de l'ingénieur industriel en agronomie à la Haute Ecole Condorcet, Ath.