



HAL
open science

Apport de fourrages riches en protéines dans l'alimentation des porcs : conséquences sur les performances technico-économiques à l'échelle de l'atelier porcin

Constance Drique, Catherine Calvar, Aurélien Dupont, Gaël Gaucher, David Renaudeau

► To cite this version:

Constance Drique, Catherine Calvar, Aurélien Dupont, Gaël Gaucher, David Renaudeau. Apport de fourrages riches en protéines dans l'alimentation des porcs : conséquences sur les performances technico-économiques à l'échelle de l'atelier porcin. 54. Journées de la recherche porcine (JRP), Ifip; Inrae, Feb 2022, En ligne, France. pp.99-104. <hal-03627696>

HAL Id: hal-03627696

<https://hal.inrae.fr/hal-03627696v1>

Submitted on 7 Aug 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Apport de fourrages riches en protéines dans l'alimentation des porcs

Conséquences sur les performances technico-économiques à l'échelle de l'atelier porcin

Constance DRIQUE (1), Catherine CALVAR (1), Aurélien DUPONT (2), Gaël GAUCHER (2), David RENAudeau (3)

(1) Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, Avenus Borgnis Desbordes, 560009 Vannes Cedex, France

(2) Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, 1 parc d'activités de Runanvicit, BP 60419, 22970 Ploumagoar, France

(3) PEGASE, INRAE, Institut Agro, 35590 Saint-Gilles, France

constance.drique@bretagne.chambagri.fr

Avec la collaboration de Erwan BLEUNVEN, Aurore CONNAN, Cédric MILON, Pierre LE DEVEHAT, Chloé LEIN, Philippe LIRZIN.

Apport de fourrages riches en protéines dans l'alimentation des porcs : conséquences sur les performances technico-économiques à l'échelle de l'atelier porcin

Dans l'essai 1, deux bandes de 144 porcs charcutiers en finition, d'un poids initial d'environ 67 kg, ont été alimentés avec 0 (lot T1), 10 (lot E10) ou 20 % (lot E20) d'ensilage de luzerne dans la ration. Dans l'essai 2, deux bandes de 129 porcs charcutiers d'un poids initial de 22 kg ont été suivies et trois traitements ont été testés. Le lot témoin (T2) a été alimenté avec des aliments croissance et finition à 100 % de leur plan d'alimentation. Les deux autres lots EL et TVRG ont été rationnés à 95 % du plan d'alimentation du lot T2, avec une distribution à volonté, respectivement, de luzerne enrubannée ou d'un mélange de trèfle violet et ray-grass enrubanné. Les performances sociales et technico-économiques sont évaluées et mises en relation avec les performances économiques des systèmes de cultures correspondants, pour une exploitation spécialisée en production porcine. Dans l'essai 1, l'apport d'ensilage de luzerne dans les rations des porcs charcutiers n'influence pas le taux de muscle des pièces mais impacte négativement l'indice de consommation des porcs. Pour le lot E20, les performances de croissance sont également moins bonnes, impliquant un coût du kilo de croît plus élevé que pour les lots T1 et E10. Dans l'essai 2, les porcs du lot TVRG présentent de meilleures vitesses de croissance que les lots T2 et EL sur l'engraissement. Les porcs du lot EL présentent une vitesse de croissance similaire au lot T2 mais leur durée d'engraissement est plus longue. Les fourrages étudiés ne sont pas une source de protéines assez efficace pour les porcs, et leurs effets positifs sur les systèmes de cultures ne sont pas assez conséquents pour permettre une bonne rentabilité économique de l'exploitation, dans le contexte de prix actuel des autres sources de protéines.

High-protein forages in pig feed: effects on technical and economic performances at the pig-farm level

In Experiment 1, two batches of 144 finishing pigs, beginning at 55 kg body weight, were fed 0% (T1), 10% (E10) or 20% (E20) silage lucerne in their feed intake. In Experiment 2, two batches of 129 fattening pigs, beginning at 22 kg body weight, were allocated to three treatments. The control group was fed 100% growing and finishing feeds. The other two groups – EL and TVRG – were rationed at 95% and received wrapped lucerne or wrapped red clover/ryegrass, respectively, ad libitum. Technical, economic and social performances were assessed and related economic performances of crop systems on a pig farm. In Experiment 1, silage lucerne in pig feed had no effect on carcass leanness but a negative effect on the feed-conversion ratio. Pigs in E20 also showed lower growth performances and thus higher feed cost per kilo of weight gained than pigs in T1 and E10. In Experiment 2, pigs in TVRG had high ADG during the fattening period. Pigs in EL and T1 had same ADG, but pigs in EL had a longer fattening period. High-protein forages are not sufficiently digestible as a protein source for pigs. Likewise, their positive effects on crop systems are not sufficient to yield good economic sustainability for pig farms.

INTRODUCTION

Certains cahiers des charges en production porcine interdisent l'utilisation du soja OGM dans l'alimentation des porcs, d'autres imposent une autonomie alimentaire sur l'exploitation. Aussi, l'amélioration de l'autonomie protéique des exploitations porcines est une voie explorée pour réduire les coûts alimentaires et la dépendance à l'importation de tourteaux d'oléagineux, actuellement très chers dans le cas d'un soja non OGM. Au regard de ces constats, se posent les questions de la production et de la valorisation de légumineuses fourragères comme source de protéines, produites dans ou à proximité de l'exploitation. Si c'est une solution bien connue dans les élevages de ruminants, l'utilisation de fourrages en alimentation porcine est limitée par des considérations techniques liées à la distribution des fourrages aux porcs logés en grande majorité sur caillebotis. De plus, leur forte teneur en fibre et leur faible valeur protéique pour les porcs peuvent impacter les performances technico-économiques de l'atelier porcin. L'objectif de cette étude est d'évaluer les effets sur les performances technico-économiques et sociales de l'élevage porcin d'une alimentation à base d'ensilage de luzerne associé à un aliment complémentaire, ou de la distribution de fourrages protéiques enrubannés associée à un rationnement alimentaire. Comme l'introduction de légumineuses fourragères dans l'assolement des exploitations porcines pourrait améliorer les systèmes de cultures, les résultats zootechniques seront complétés des résultats économiques du système de culture associé, en suivant la méthodologie de Driquet *et al.* (2022).

1. MATERIEL ET METHODES

Les essais ont été menés par la Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne à la station expérimentale de Crécom (Saint-Nicolas-du-Pelem, 22) sur des porcs charcutiers femelles et mâles castrés issus de truies Large White x Landrace et de verrats Piétrain.

1.1. Essai 1 – Ensilage de luzerne

1.1.1. Dispositif expérimental

Deux bandes de 144 porcs charcutiers sont utilisées pour évaluer l'effet de l'incorporation d'ensilage de luzerne dans la ration sur leurs performances en finition. A 60 jours d'âge en moyenne, les porcs mâles castrés et les femelles sont séparés, mis en lot selon leur poids et répartis entre trois traitements, dans deux salles identiques de 72 places (six porcs par case) sur caillebotis intégral. De 60 à 101 jours d'âge, l'ensemble des porcs reçoivent un même aliment croissance avec une distribution initiale de 45 g d'aliment/kg de poids vif et une progression de 35 g/j jusqu'à un plafond de 2,6 kg/j. A partir de 102 jours d'âge, les porcs reçoivent des rations composées de 0 % (lot T1), 10 % (lot E10) ou 20 % (lot E20) d'ensilage de luzerne plante entière sur la base de la teneur en matière sèche (MS). Les porcs sont rationnés et reçoivent les aliments complets (lot T1) ou complémentaires en sec (lots E10 et E20). Seuls les résultats obtenus à partir de 102 jours d'âge jusqu'à l'abattage sont présentés dans l'article.

La distribution d'aliment et d'ensilage se fait manuellement deux fois par jour. L'ensilage est distribué 30 minutes après les aliments complémentaires pour les lots E10 et E20. L'ensilage, broyé finement, aurait pu être distribué sous forme de soupe, mais la taille de la machine à soupe et les circuits de distribution à la station expérimentale ne l'ont pas permis.

1.1.2. Aliments expérimentaux et conduite

Les aliments sont préparés en miette et formulés de façon à ce que les rations (fourrages inclus) des trois lots T1, E10 et E20 soient iso-énergétiques [9,4 MJ d'énergie nette (EN)/kg] et iso-lysine digestible [0,75 g de lysine digestible (Lys Dig)/MJ EN] sur la base des valeurs nutritionnelles des matières premières communiquées par le service formulation de l'usine de fabrication d'aliment. La composition chimique de l'ensilage de luzerne a été analysée et ses valeurs nutritionnelles ont été calculées (Tableau 1) en se basant sur les premiers résultats de Renaudeau *et al.* (2021). Suite à ces travaux, la teneur en lysine digestible de l'ensilage de luzerne de l'essai 1 a été supposée à 0 g et la formulation a été réalisée en suivant cette hypothèse. Les taux d'incorporation moyens des matières premières et les principales caractéristiques nutritionnelles des aliments sont présentés dans le tableau 2.

1.1.3. Mesures

Chaque porc est pesé individuellement à jeun à la mise à l'engrais, au début de l'essai à 102 jours, à 144 jours d'âge et à chacun des trois départs à l'abattoir avec un objectif de 115 kg de poids vif. Pour des contraintes d'organisations, le laps de temps entre le premier départ et le dernier départ à l'abattoir ne peut pas être de plus de trois semaines. Les quantités d'aliments et de fourrages distribuées et les refus sont pesés tous les jours, en brut. Les aliments et fourrages distribués ont été analysés en début de bande. A l'abattoir, les caractéristiques des carcasses sont relevées individuellement. En cas de mortalité ou de transfert en infirmerie d'un porc, son âge, son poids et la cause sont relevés. Au cours de l'essai 1, six porcs sont morts ou ont été transférés à l'infirmerie. Les temps de désilage, de pesée de l'ensilage de luzerne à distribuer et de distribution ont été mesurés afin d'estimer un temps de travail associé à cette tâche.

1.1.4. Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel R. Les données d'indice de consommation (IC), alimentaire et énergétique, de consommation journalière et de coût alimentaire ont été soumises à une analyse de covariance avec la case comme unité statistique, en effets fixes le traitement (T), la bande (B), le sexe (S), la salle (SA) et leurs interactions, et le poids moyen initial de la case en covariable. Les données de croissance individuelles des porcs ont été soumises à une analyse de covariance en modèle mixte avec en effets fixes T, B, S, SA et leurs interactions, en effet aléatoire la case et en covariable le poids initial. Les caractéristiques individuelles de carcasse ont été étudiées par analyse de variance avec les effets T, B, S, SA et leurs interactions. Le poids chaud de la carcasse est pris en compte en covariable pour analyser le taux de muscle des pièces (TMP).

1.2. Essai 2 – Fourrages enrubannés

1.2.1. Dispositif expérimental

Deux bandes de 129 porcs charcutiers sont utilisées pour évaluer l'impact de la distribution à volonté d'enrubannage de luzerne plante entière (EL) et de trèfle violet/ray-grass (TVRG) plante entière, associée à un rationnement alimentaire, sur les performances des porcs en engraissement. Les porcs sont mis en lot à l'entrée en engraissement, à 60 jours d'âge en moyenne, dans trois cases identiques de 43 places sur litière de paille, de façon à ce que le poids vif soit équivalent entre les trois cases. Les porcs sont alimentés en soupe. A chacune des cases est attribué un traitement : les porcs de la case témoin

(T2) sont alimentés avec des aliments croissance et finition formulés avec des matières premières métropolitaines, et leur plan d'alimentation est basé sur une distribution initiale de 45 g d'aliment/kg de poids vif (PV) et une progression de 35 g/j jusqu'à un plafond de 2,6 kg/j. Les porcs des deux autres cases sont alimentés avec les mêmes aliments que le régime T2. Leurs plans d'alimentation sont basés sur une distribution initiale de 42,75 g d'aliment/kg de PV et une progression de 33 g par jour jusqu'à un plafond de 2,47 kg/j ; soit un rationnement à 5 % du plan d'alimentation du régime T2. Ils reçoivent en plus une distribution à volonté, respectivement, d'enrubannage de luzerne (EL-P) et d'enrubannage de trèfle-violet/ray-grass (TVRG).

1.2.2. Aliments expérimentaux

Les aliments croissance et finition sont préparés en miette, et formulés pour 9,5 MJ EN/kg et, respectivement, 0,85 et 0,76 g Lys. Dig/MJ EN, sur la base des valeurs nutritionnelles des matières premières communiquées par le service formulation de l'usine de fabrication d'aliment. Les taux d'incorporation moyens des matières premières et les principales caractéristiques nutritionnelles des aliments sont présentés dans le tableau 2. Les analyses des valeurs nutritionnelles des enrubannages ont été réalisées par l'INRAE et sont indiquées dans le tableau 1.

1.2.3. Mesures

Chaque porc est pesé individuellement, à jeun, à 60, 102 et 144 j d'âge d'engraissement et lors de son départ à l'abattoir, avec

un objectif de 115 kg de poids vif. Pour des contraintes d'organisations, le laps de temps entre le premier départ et le dernier départ à l'abattoir ne peut pas être de plus de 3 semaines. Les quantités d'aliments et de fourrages distribuées sont mesurées entre deux pesées, en brut. Les aliments et fourrages distribués ont été analysés en début de bande. A l'abattoir, les caractéristiques des carcasses sont relevées individuellement. En cas de mortalité ou de transfert en infirmerie d'un porc, son âge, son poids et la cause sont relevés. Au cours de l'essai 2, quatre porcs sont morts ou ont été transférés à l'infirmerie. Les temps de distribution des enrubannages et de changement de botte d'enrubannage ont été mesurés afin d'estimer un temps de travail associé à cette tâche.

1.2.4. Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel R. Les données de croissance individuelles des porcs ont été soumises à une analyse de covariance en modèle mixte avec en effets fixes le traitement (T), la bande (B), le sexe (S), et leurs interactions, en effet aléatoire la case, et en covariable le poids initial. Les caractéristiques individuelles de carcasse ont été étudiées par analyse de variance avec les effets T, B, S et leurs interactions. Le poids chaud de la carcasse est pris en compte en covariable pour analyser le taux de muscle des pièces (TMP). Les données de consommation et de coût alimentaire étant mesurées sur deux cases par traitement, elles ne peuvent faire l'objet d'une analyse statistique.

Tableau 1 – Valeurs nutritionnelles des fourrages utilisés dans les essais 1 et 2

Essais Fourrages	Essai 1		Essai 2	
	Ensilage de luzerne	Enrubannage de luzerne	Enrubannage de luzerne	Enrubannage de TVRG
Matière sèche (MS), %	61,9	45,7	45,7	51,9
Matière minérale, % MS	9,7	10,7	10,7	11,1
Matière organique, % MS	90,3	89,3	89,3	88,9
Cendres brutes, % MS	9,7	-	-	-
Protéines brutes (N x 6,25), % MS	17,8	22,4	22,4	14,8
Azote protéique, % Azote total	57,0	34,8	34,8	71,5
NDF, % MS	52,4	37,6	37,6	47,4
ADF, % MS	35,1	24,3	24,3	30,5
ADL, %MS	6,4	5,4	5,4	4,5
Cellulose brute, % MS	32,6	21,2	21,2	26,1
Energie brute, MJ/kg MS	18,7	19,1	19,1	18,7
Energie digestible calculée, MJ/kg MS	9,4	-	-	-
Energie nette calculée ¹ , MJ/kg MS	5,0	-	-	-

¹Equation EN₄ publiée par Noblet et al. (2003).

1.3. Lien avec le système de cultures et évaluation de la durabilité à l'échelle de l'exploitation

La mesure de l'impact de l'introduction de fourrages, dans les assolements des exploitations porcines bretonnes est réalisée par une évaluation ex ante multicritères dont la méthodologie est décrite par Drique *et al.* (2022). Les résultats zootechniques et économiques des essais 1 et 2 sont mis en relation avec les résultats économiques des systèmes de cultures suite à l'introduction des fourrages testés dans les essais 1 et 2, pour évaluer la durabilité des systèmes à l'échelle de l'exploitation. Les simulations réalisées peuvent s'appliquer à différents types d'exploitations porcines : les spécialisés en production porcine avec plus ou moins de surface agricole utile (SAU) et les exploitations mixtes avec des bovins lait et/ou viande. Dans cette étude, nous nous intéresserons uniquement aux résultats

pour des exploitations spécialisés en production porcine avec 79 Ha de SAU (Drique *et al.*, 2022).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Essai 1 – Ensilage de luzerne pour les porcs charcutiers

Quasiment aucun refus d'ensilage de luzerne n'a été collecté au cours de l'essai. Les performances zootechniques et économiques des porcs sont présentées dans le tableau 3. Les porcs du lot E10 présentent un gain moyen quotidien (GMQ) plus faible que les porcs du lot T1, tandis que les porcs du lot E20 ont un GMQ plus faible que les porcs du lot E10. Cela se traduit par un poids d'abattage plus faible pour le lot E20 et une durée d'engraissement plus longue, comparé au lot T1. Le lot E10 a un poids d'abattage et une durée d'engraissement intermédiaires.

Tableau 2 – Composition et caractéristiques nutritionnelles des apports alimentaires réalisés

Essais	Essai 1					Essai 2	
	T1	E10		E20		Aliment croissance	Aliment finition
Lots	Aliment complet	Aliment complémentaire	Ration complète	Aliment complémentaire	Ration complète		
Ingrédients, %							
Blé	30,2	32,1	28,9	32,3	25,9	58,0	49,2
Maïs	25,0	25,0	22,5	25,0	20,0	13,0	20,3
Orge	18,0	20,0	18,0	24,2	19,4	3,2	7,5
Tourteau de soja	10,0	11,5	10,3	14,2	11,2	-	-
Tourteau de colza	-	-	-	-	-	9,5	9,2
Tourteau de tournesol	12,8	7,5	6,7	-	-	12,5	10
Ensilage de luzerne	-	-	10,0	-	20,0	-	-
Acides aminés, minéraux et vitamines	4,0	3,9	3,6	4,3	3,5	3,8	3,8
Caractéristiques nutritionnelles							
MAT ¹ , %	15,0	14,8	14,9	14,6	14,9	15,1	14,2
Matière organique, %	95,2	95,7	95,0	96,1	94,7	95,6	95,5
Cellulose brute, %	6,1	4,9	7,3	3,4	8,5	6,5	5,9
Energie nette (EN), MJ/kg	9,4	9,8	9,4	10,32	9,4	9,5	9,5
Lys. Dig. ² , g/MJ EN	0,75	0,82	0,75	0,94	0,74	0,85	0,76

¹Matières azotées totales ; ²Lysine digestible (valeur calculée).

Les porcs des trois lots présentent des consommations journalières identiques mais les IC alimentaire et énergétique des lots E10 et E20 sont dégradés par rapport à celui du lot témoin, en raison d'une plus faible croissance et d'une diminution globale de la densité nutritionnelle de la ration. L'indice de consommation est d'autant plus dégradé que la part d'ensilage dans la ration augmente. Cette chute de performance suite à l'introduction d'ensilage de luzerne dans la ration peut être en partie liée à la faible teneur en acides aminés dans l'ensilage de luzerne, d'après Renaudeau *et al.* (2021). Aussi, la qualité de l'ensilage de luzerne utilisé dans l'essai 1 peut également être mis en cause. En effet, bien que la valeur cible de matière sèche pour l'ensilage de luzerne était de 35 %, un fanage trop long a augmenté la teneur en matière sèche à 61,9 % pour l'ensilage, avec probablement une perte d'azote protéique, représentant ainsi 57 % de l'azote total. De plus, l'ensilage de luzerne a été réalisé en plante entière, augmentant la part de fibres non digestibles. En effet, la teneur en NDF des feuilles de luzerne analysées par Renaudeau *et al.* (2020) est de 27 % MS vs 52,4 % MS pour l'ensilage utilisé dans l'essai 1. Cette forte teneur en fibres a des conséquences directes sur la disponibilité de l'énergie et des acides aminés. Se pose alors la question de la forte variabilité qualitative des ensilages de luzerne des exploitations et leurs conséquences plus ou moins importantes sur les performances zootechniques. Le TMP et la plus-value sont identiques entre les trois lots. Le lot E20 présente un rendement carcasse plus faible que le lot T1, tandis que les porcs du lot E10 sont intermédiaires. La diminution du rendement carcasse avec l'augmentation de la part d'ensilage de luzerne dans la ration est liée à l'augmentation des contenus digestifs, suite à la forte présence de fibres dans la ration. En supposant un coût de production par l'éleveur de l'ensilage de luzerne à 82 € par tonne de matière sèche, main d'œuvre comprise (PEREL, 2015) et un prix des aliments complémentaires des lots E10 et E20 plus élevé respectivement de 3,3 % et 8,9 % que l'aliment du lot T1, le coût alimentaire par porc est similaire entre les trois lots. En revanche le coût du kilo de croît est plus élevé pour le lot E20 du fait d'une moindre croissance.

Les performances zootechniques et économiques du lot E10 sont similaires à ceux du lot T1 mais ceux du lot E20 sont dégradés. Il semblerait donc qu'il ne faille pas atteindre une incorporation de 20 % d'ensilage de luzerne dans la ration des porcs. Un taux d'incorporation de 10 % d'ensilage de luzerne ne dégrade pas les caractéristiques de carcasses et les performances économiques. Ce constat est en accord avec celui de Renaudeau *et al.* (2021) qui conseille de limiter à 10 % l'incorporation d'ensilage de luzerne, en raison de sa faible teneur en acides aminés digestibles. L'ensilage de trèfle semble plus intéressant puisqu'il peut être introduit à 20% d'après Renaudeau *et al.* (2021).

2.2. Essai 2 – Fourrages enrubannés pour les porcs charcutiers

Les performances zootechniques et économiques des porcs suivis au cours de l'essai 2 sont présentées dans le tableau 4. Sur la période de croissance, les porcs du lot EL ont un GMQ plus faible que les porcs des autres lots. Sur la période de finition, le GMQ des porcs du lot EL est égal à celui des porcs du lot T2, permettant d'atteindre un GMQ similaire au lot T2 sur l'ensemble de la période d'engraissement. Par rapport aux porcs du lot T2, ceux du lot TVRG présentent des vitesses de croissances identiques sur la période de croissance, et meilleures sur la période de finition. Ferchaud *et al.* (2019) observaient une vitesse de croissance réduite à partir d'un rationnement à 15 % en aliment et une distribution d'enrubannage de luzerne à volonté. Les porcs suivis dans l'essai de Ferchaud *et al.* (2019) ont été rationnés et ont reçu de l'enrubannage de luzerne à partir de 53,6 kg de poids vif en moyenne. La vitesse de croissance du lot EL sur la période de croissance montre en effet qu'un rationnement alimentaire et une distribution d'EL à volonté pour des porcs trop jeunes impacte leurs performances. Sur la période de finition, à partir de 50,3 kg de poids vif, la vitesse de croissance des porcs du lot EL s'est améliorée, en accord avec les résultats de Ferchaud *et al.* (2019). L'introduction de fourrages dans la ration des porcs dégrade leur IC, même si aucune différence significative ne peut

Tableau 3 – Performances zootechniques et économiques moyennes¹ des porcs en engraissement alimentés suivant les traitements T1, E10, E20.

Essai 1	Traitements			Statistiques		
	T1	E10	E20	ETR	Effets	
Nombre de cases	16	16	16			
Nombre de porcs abattus	94	93	95			
Poids ² , kg	Initial ³	67,8	67,4	66,9	4,7	B***
	Abattage	118,0 ^a	116,8 ^{ab}	115,5 ^b	4,1	T***, B***, S**
GMQ ² , g/j		916 ^a	870 ^b	825 ^c	92	T***, S**
Durée d'engraissement ² , j		98 ^a	99 ^{ab}	101 ^b	4	T***, S*, B*
Consommation moyenne journalière (86 % MS) ⁴ , kg		2,66	2,65	2,65	0,03	B***
IC (86 % MS) ⁴ , kg d'aliment/kg de poids vif		2,92 ^a	3,06 ^b	3,26 ^c	0,10	T***, B***, S***
IC énergétique ⁴ , MJ EN/kg de poids vif		26,8 ^a	28,5 ^b	30,7 ^c	1,0	T***, B***, S***
Taux de muscles des pièces ^{5,6}		61,3	61,2	61,6	1,8	S*, T x B*
Plus-value, centimes d'euros par kg de carcasse ⁵		15,2	14,9	14,6	3,7	T x B**
Rendement carcasse ⁵ , %		77,6 ^a	77,1 ^{ab}	77,0 ^b	1,2	T**, S*, S x SA*
Coût alimentaire ⁴ (base 100 = lot T1)		100,0	99,7	103,5	5,3	B*
Coût du kilo de croît ⁴ , centimes d'euro par kg de carcasse		77,8 ^a	79,3 ^a	82,9 ^b	2,8	T***, B***, S***

¹Moyennes ajustées. ²Analyse mixte de la covariance sur les données individuelles des porcs avec en effets fixes le traitement (T), la bande (B), le sexe (S), la salle (SA) et leurs interactions, en effet aléatoire la case et en covariable le poids initial. ³Le poids initial n'est pas pris en covariable pour cette analyse. ⁴Analyse de la covariance sur les données moyennes par case avec en effets principaux T, B, S, SA et leurs interactions, et en covariable le poids initial. ⁵Analyse de la variance sur les données individuelles des porcs avec en effets principaux T, B, S, SA et leurs interactions. ⁶Le poids chaud de carcasse est pris en compte en covariable. ETR : écart-type résiduel ; abc : Les moyennes avec des lettres différentes sont significativement différentes. * : P < 0,05, ** : P < 0,01, *** : P < 0,001.

être observée du fait de trop peu de données. Cette dégradation serait notamment due à la consommation des fourrages distribués à volonté, mais sans gain de poids associé. Les porcs des lots EL et TVRG ont consommé en moyenne 173 g de MS/porc/jour d'EL et 110 g de MS/porc/jour d'enrubannage de TVRG respectivement. Les performances zootechniques des porcs du lot TVRG sont meilleures que celles des porcs du lot EL, en lien avec une part d'azote protéique plus importante dans l'enrubannage de TVRG. Cela pourrait être attribué à l'action protectrice de la polyphénol oxydase contre les phénomènes de protéolyse dans l'enrubannage de TVRG, comme indiqué par Renaudeau *et al.* (2021) pour l'ensilage de trèfle violet. Les valeurs de protéines brutes (6,25 x N) des enrubannages ne sont pas un indicateur de la disponibilité des acides aminés pour les porcs, des pertes d'azote protéique pouvant se produire lors

des fermentations des enrubannages, réduisant leur teneur en acides aminés. Les porcs de la modalité EL présentent un meilleur taux de muscle des pièces (TMP) que les porcs des autres lots, en accord avec les observations faites par Ferchaud *et al.* (2019). Leur plus-value est identique à celle des porcs du lot TVRG du fait d'un poids d'abattage plus faible. Les porcs du lot T2 ont une plus-value plus faible à l'abattoir que les porcs des lots EL et TVRG, liée à une valeur de TMP plus faible que celle du lot EL, et à un poids d'abattage plus faible que celui du lot TVRG. En supposant un coût de récolte des enrubannages de luzerne et TVRG à 89 € par tonne de matière sèche, main d'œuvre comprise (PEREL, 2015), le coût alimentaire et le coût du kilo de croît du lot EL sont bien supérieurs à ceux des deux autres lots, liés à une plus forte consommation d'EL et à une moindre croissance.

Tableau 4 – Performances technico-économiques moyennes¹ des porcs alimentés suivant les traitements T2, EL et TVRG

Essai 2	Traitements			Statistiques		
	T2	EL	TVRG	ETR	Effets	
Nombre de cases	2	2	2			
Nombre de porcs abattus	88	84	85			
Poids ² , kg	Initial	22,7	23,1	21,9	3,2	-
	Début période de finition	55,7 ^a	49,9 ^b	56,0 ^a	3,9	T***, S**
	Abattage	113,6 ^{ab}	112,0 ^a	117,2 ^b	6,5	T***, B*
GMQ ² , g/j	Croissance	788 ^a	651 ^b	795 ^a	93	T***, S**
	Finition	994 ^a	996 ^a	1069 ^b	105	T**, S*
	Période totale	907 ^{ab}	857 ^a	953 ^b	78	T***, S**
Durée d'engraissement ² , j	101 ^{ab}	104 ^b	100 ^a	4,6	T***, S**	
IC (86 % MS) ³	Croissance	2,66	3,40	2,70	-	-
	Finition	2,82	3,13	2,89	-	-
	Période totale	2,76	3,21	2,83	-	-
Taux de muscles des pièces ^{4,5}	59,5 ^a	60,8 ^b	59,4 ^a	1,7	T***, S***	
Plus-value, centimes d'euros ⁴	11,2 ^a	11,9 ^b	11,8 ^b	5,8	S*	
Coût alimentaire ³ (base 100)	100	108	103	-	-	
Coût du kilo de croît ³ , centimes d'euro	63,6	70,2	62,9	-	-	

¹Moyennes ajustées. ²Analyse mixte de la covariance sur les données individuelles des porcs avec en effets fixes le traitement (T), la bande (B), le sexe (S) et leurs interactions, en effet aléatoire la case et en covariable le poids initial. ³Aucune analyse statistique n'est effectuée sur ces données. ⁴Analyse de la variance sur les données individuelles des porcs avec en effets principaux T, B, S, et leurs interactions. ⁵Le poids chaud de carcasse est en covariable. ETR : écart-type résiduel ; abc : Les moyennes avec des lettres différentes sont significativement différentes. * : P < 0,05, ** : P < 0,01, *** : P < 0,001.

2.3. Temps de travail associé à la distribution des fourrages pour les porcs et contraintes techniques

Le temps de travail pour la distribution des fourrages a été mesuré. Il prend en compte les temps de pesée pour des aspects expérimentaux, et sont donc supérieurs aux temps de travail que l'on pourrait avoir sur des exploitations porcines distribuant des fourrages. Pour la distribution d'ensilage de luzerne, il est de 51 minutes par porc sur l'ensemble de l'essai 1. Le temps de travail associé à la distribution des enrubannages de luzerne ou de TVRG est, respectivement, de 27 et 21 minutes par porc sur l'ensemble de l'essai 2. Le temps de travail associé à la distribution d'ensilage de luzerne est plus élevé car l'ensilage, pesé, était distribué deux fois par jour pour 16 cases. Alors que la distribution des enrubannages se faisait pour le lot entier, logé dans une même case, lorsque les deux râteliers de cette dernière étaient quasiment vides. La différence de temps de travail requis pour la distribution des enrubannages de luzerne et de trèfle/ ray-grass est liée à une plus forte fréquence de distribution de l'enrubannage de luzerne, celui-ci étant davantage consommé par les porcs. Ces temps de travail n'intègrent pas celui lié à la conduite des cultures, qui doit être pris en compte dans l'évaluation globale à l'échelle de l'exploitation. Aussi, le temps de travail lié à la distribution d'ensilage de luzerne n'inclut pas le temps qu'il a fallu pour vider les fosses. En effet, les porcs de l'essai 1 étaient logés dans des salles avec accumulation de lisier sous les caillebotis. Les déjections des porcs recevant de l'ensilage étant bien plus fibreuses, l'évacuation du lisier, plus solide, n'a pas été aisée. La dégradation des conditions de travail avec la distribution de fourrages à des porcs logés sur caillebotis, majoritaires en France, est un aspect important à prendre en compte dans l'analyse de la durabilité de ce type d'alimentation.

2.4. Lien avec le système de culture et évaluation de la durabilité à l'échelle de l'exploitation

L'introduction de légumineuses fourragères dans les rotations des exploitations porcines pourrait améliorer leurs performances agronomiques, et ainsi leur performance économique globale. La méthode décrite par Drique *et al.* (2022) a été appliquée avec les résultats zootechniques des essais 1 et 2, en supposant une taille d'exploitation de 229 truies, produisant 5 496 porcs par an, spécialisée en production porcine, possédant 79 Ha de SAU et fabriquant son aliment. Les performances économiques à l'échelle de l'exploitation prennent en compte les coûts de production des céréales, des fourrages, l'achat des matières premières et des complémentaires en minéraux et vitamines, le coût de fabrication, les droits à paiement de base et à la production de

légumineuses, et les consommations des porcs des essais 1 et 2. Pour l'essai 1, l'incorporation de 10 % d'ensilage de luzerne dans la ration des porcs augmente le coût alimentaire global de 6 % malgré les aides à la production de légumineuses. Cette augmentation est liée à l'achat supplémentaire de céréales, les surfaces cultivées étant réduites sur l'exploitation et du prix élevé des aliments complémentaires à l'ensilage, supplémentés en acides aminés pour équilibrer la ration. Pour l'essai 2, la distribution d'enrubannage de luzerne et de TVRG augmente le coût alimentaire global de 11 %, le rationnement en aliment de 5 % ne permettant pas d'obtenir un coût alimentaire similaire à celui du lot T2.

CONCLUSION

L'introduction de fourrages dans l'alimentation des porcs charcutiers affecte l'efficacité alimentaire des porcs, et parfois leur vitesse de croissance, quand la méconnaissance de ces matières premières conduit à des apports en acides aminés réalisés de façon non optimale. Ainsi, à l'échelle de l'atelier porcin, le coût alimentaire s'en voit augmenté. A l'échelle de l'exploitation les performances économiques ne sont pas non plus améliorées, voire même dégradées dans le contexte actuel de prix des matières premières. En effet, bien que l'introduction de fourrages puisse améliorer la capacité productive à long-terme des systèmes de cultures des exploitations, cette amélioration n'est pas assez importante face au coût de production des fourrages, de mécanisation, et d'achat des céréales, par conséquent, moins produites sur l'exploitation. D'autres contraintes de taille à la valorisation des fourrages en exploitation porcine sont également à prendre en compte : la difficulté de distribuer des fourrages à des porcs logés majoritairement sur caillebotis, un plan d'épandage du lisier réduit suite à l'ajout de légumineuses dans l'assolement, ou encore, le temps de travail non négligeable associé à la distribution des fourrages. Ainsi, dans un souci d'amélioration d'autonomie protéique des élevages porcins bretons, les fourrages ne sont pas la solution à privilégier, sauf dans des contextes de productions particuliers (agriculture biologique, non-OGM, démarche HVE,...) et/ou en y associant une refonte des bâtiments et des équipements de distribution. L'utilisation de fourrages pour les porcs peut davantage servir à améliorer leur bien-être.

REMERCIEMENTS

Ces travaux ont bénéficié de l'appui statistique de Maëla Kloareg. Ils ont été co-financés par le Conseil Régional de Bretagne. La fabrication des aliments a été réalisée par Sanders Bretagne.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Drique C., Calvar C., Dupont A., Gaucher G., 2022. Introduction de légumineuses fourragères dans les assolements des exploitations porcines. Conception et évaluation de la durabilité des systèmes. Journées Rech. Porcine, 54, 205-206.
- Ferchaud S., Alibert L., Gaudré D., Montagne L., Renaudeau D., Roinsard A., 2019. Impact de la distribution de luzerne enrubannée sur les performances des porcs en croissance. Journées Rech. Porcine, 51, 115-116.
- Noblet J., Bontems V., Tran G., 2003. Estimation de la valeur énergétique des aliments pour le porc. INRA Prod. Anim, 16 (3), 197-210
- PEREL, 2015. Fiche de synthèse sur les coûts des fourrages rendus à l'auge : luzerne conventionnel. 2 pages. http://www.perel.autonomie-fourragere-des-elevages.fr/fileadmin/user_upload/Pays_de_la_Loire/092_Eve-perel/Couts-des-fourrages/PEREL_repere_chiffre_cout_fourrage_luzerne_conventionnel_4_ans.pdf
- Renaudeau D., Duputel M., Juncker E., Calvar C., 2020. Valeurs énergétique et protéique des feuilles de luzerne chez le porc en croissance. Journées Rech. Porcine, 52, 75-80.
- Renaudeau D., Stødkilde L., Krogh Jensen S., Bani P., Adler S., 2021. Valeur nutritionnelle de l'ensilage de luzerne et de trèfle violet chez le porc en croissance. Journées Rech. Porcine, 53, 229-230.