Performances de croissance et santé des lapins lors d'une restriction alimentaire post sevrage par substitution de l'amidon par des fibres digestibles, dans un aliment énergétique.

C. KNUDSEN[1], S. COMBES[1], C. BRIENS[2], J. DUPERRAY[3], G. REBOURS[4], J-M. SALAUN[5], A. TRAVEL[6], D. WEISSMAN[7], T. GIDENNE[1]

[1] INRA, UMR1388 GenPhySE, Ch. Borderouge, BP52627, 31326 Castanet-Tolosan.

[2] CCPA, ZA du Bois de Teillay, 35150 Janzé.

[3] Evialis, Talhouet BP234, 56006 Vannes.

[4] TECHNA, BP10, rte de St Etienne de Montluc, 44220 Coueron.

[5] CYBELIA, Centre d'affaires l'Odyssée, ZAC Cicé Blossac, 35170 Bruz.

[6] ITAVI, Unité Rech. Avicoles Centre INRA de Tours, BP1, 37380 Nouzilly.

[7] INZO, Rue de l'église, BP50019, 02407 Chierry.

Résumé – Les stratégies de restriction alimentaire post-sevrage permettent de réduire la mortalité et la morbidité chez le lapin, mais défavorisent la vitesse de croissance, ce qui peut être partiellement compensé via l'utilisation d'un aliment énergétique. Afin d'optimiser les stratégies de restriction alimentaire, la substitution d'amidon par des fibres digestibles dans des aliments énergétiques (2415 kcal ED/kg) a été étudiée. Sur quatre sites expérimentaux, les animaux ont été divisés en quatre groupes selon un schéma factoriel 2x2, avec deux ratios de fibres digestibles sur amidon (AM (aliment riche en amidon) = 1,21 vs FD (aliment riche en fibres digestibles) = 2,29), et deux niveaux d'ingestion (à volonté et restreint à 75% de l'à volonté). Les animaux ont reçu les aliments expérimentaux du sevrage (32-36 jours d'âge) à l'âge d'abattage (71-72 jours d'âge) et la restriction alimentaire de 25% était appliquée du sevrage à 63-64 jours d'âge. Dans des conditions sanitaires défavorables, la restriction alimentaire a permis de réduire la mortalité sur la période totale d'engraissement (9,3% vs 14,7%, P<0,01), sans interaction avec la forme d'apport en énergie. Comme attendu, la restriction alimentaire a réduit la croissance de 6% durant la période totale d'engraissement (P<0,001), et a amélioré l'efficacité alimentaire de 9% (P<0,001), sans interaction avec la forme d'apport énergétique. L'ingestion a été réduite de 1% avec l'aliment riche en fibres digestibles (P<0,05) alors que la croissance, l'efficacité alimentaire et l'état sanitaire n'ont pas été impactés par la forme d'apport énergétique.

Abstract – Growth performances of feed restricted rabbits when substituting starch with digestible fibre in a high energy diet. Post weaning feed restriction strategies lower mortality and morbidity but result in a reduced growth rate that can be partially compensated for through the use of a high energy diet. In order to further optimise these strategies, the possibility of replacing starch with digestible fibres in high energy diets (2415 kcal/kg) was studied. On four experimental sites, animals were divided into four groups according to a 2x2 factorial design with two ratios of digestible fibres to starch (AM (diet rich in starch) = 1.21 vs FD (diet rich in digestible fibres) = 2.29), and two feeding levels (*ad libitum* and feed restricted at 75% of *ad libitum*). The animals received the experimental diets from weaning (32-36 days of age) to slaughter (71-72 days of age) and feed restriction was applied from weaning to 63-64 days of age. In unfavourable sanitary conditions feed restriction reduced mortality on the overall fattening period (9.3% vs 14.7%, P<0.01), regardless of the diet. Feed restriction reduced the growth rate by 6% over the whole fattening period (P<0.001) but also improved feed efficiency by 9% (P<0.001), regardless of the diet. Feed intake was slightly reduced by 1% with the FD diet (P<0.05) whereas growth, feed efficiency and sanitary status were unaffected by the dietary energy source.

Introduction

La restriction alimentaire est depuis plus de 10 ans reconnue comme une méthode efficace pour réduire l'incidence des troubles digestifs chez le lapin en croissance (Gidenne et al., 2012). En effet, une réduction de l'ingéré de plus de 20%, par rapport à l'ingestion libre, permet de réduire la mortalité et la morbidité post-sevrage (Gidenne et al., 2003). De plus, la restriction alimentaire permet d'améliorer l'efficacité alimentaire durant la période d'ingestion restreinte et surtout lors du passage en ingestion libre des animaux préalablement restreints (Gidenne et al., 2012). Cependant, limiter l'ingestion réduit la vitesse de croissance et dégrade le rendement à l'abattage (Gidenne et al., 2009; Travel et al., 2011). Une étude récente (Knudsen et al., 2013) a montré que l'alimentation restreinte avec un aliment énergétique permettait d'améliorer l'efficacité alimentaire et la croissance sans pénaliser les paramètres sanitaires, conduisant à une augmentation de la marge pour l'éleveur. Par ailleurs, la source de l'apport énergétique affecte la santé et les performances zootechniques chez le lapin (Gidenne et al., 2010). La fréquence des troubles digestifs est par exemple réduite quand le ratio fibres digestibles sur amidon est augmenté (Gidenne et al., 2004; Perez et al., 2000).

Partant de ces constats, le GEC (Groupe d'Expérimentation Cunicole) a mené la présente étude afin d'optimiser les effets de la restriction alimentaire sur la santé tout en favorisant la croissance, en substituant l'amidon par des fibres digestibles dans un aliment énergétique.

1. Matériel et méthodes

1.1. Protocole expérimental et alimentation

Le schéma expérimental utilisé était de type bi-factoriel avec 2 niveaux d'alimentation, à volonté vs restreints à 75% (notés respectivement 100 et 75), et 2 aliments énergétiques (ED=2415 kcal/kg) différant en source d'apport énergétique (FD=aliment riche en fibres digestibles (hémicelluloses + pectines insolubles dans l'eau) et AM=aliment riche en amidon, formulés respectivement avec un ratio de fibres digestibles sur amidon de 2,29 et 1,21, tableau 1). Les aliments ont été formulés afin de couvrir les besoins nutritionnels du lapin en croissance et sans anticoccidiens ni antibiotiques.

Un protocole standardisé a été mené de manière coordonnée et simultanément dans 4 stations expérimentales du groupe GEC, sur un total de 418 lapins par lot, logés en cages collectives de 5 à 7 lapins selon les sites. Les animaux ont été allotés lors du sevrage (32 à 36 jours d'âge selon les sites) en fonction de leur poids et de leur portée d'origine. Ils étaient ensuite restreints ou nourris à volonté, selon les lots, durant 4 semaines (jusqu'à l'âge de 63/64jours). Puis, tous les lapins étaient nourris à volonté jusqu'à l'âge d'abattage (71/72 jours). La quantité d'aliment distribuée aux animaux restreints en une seule fois le matin, a été calculée préalablement en fonction d'une courbe d'ingestion volontaire théorique, et ajustée (intra aliment) par périodes de 3 à 4 jours selon l'ingestion réelle des lapins nourris librement.

1.2. Mesures et pesées

Les animaux ont été pesés et leur état de santé contrôlé au sevrage, en milieu (49/50 jours d'âge) et en fin de période de restriction alimentaire (63/64 jours d'âge) et après 1 semaine de retour à volonté (70/71 jours d'âge). La mortalité a été contrôlée chaque jour et la consommation était évaluée pour des périodes équivalentes aux mesures de croissance. Un index de risque sanitaire a été calculé comme la somme des animaux morbides et morts sur le nombre initial d'animaux pour une période donnée.

Des abattages expérimentaux ont été effectués sur l'ensemble des stations expérimentales sur un total de 95 animaux par lot. Les lapins, sélectionnés sur leur poids dans la moyenne intra-lot, et avec un sex-ratio de 50:50, étaient pesés le matin de l'abattage avant transport et sans mise à jeun préalable. Les carcasses sans manchons, avec tête et foie (sans vésicule) étaient pesées après ressuage et l'adiposité des carcasses était évaluée selon la grille AFNOR. Le tractus digestif et la peau ont été pesés sur 2 sites (n=50 animaux/lot).

Tableau 1: Composition chimique[1] des aliments expérimentaux, riche en fibres digestibles (FD) ou riche en amidon (AM).

% brut	AM	FD
ED (kcal/kg)[2]	2415	2416
Matières grasses	3,2	3,0
Amidon	14,1	9,6
FD[3]	17,0	22,0
ADF	21,6	21,9
Protéine brute	15,8	15,6
Cendres brutes	6,2	6,3
Humidité	13,1	13,3

[1]moyenne mesurée sur les sites expérimentaux
[2]ED: énergie digestible calculée selon les tables EGRAN (Maertens et al., 2002)
[3]FD : fibres digestibles calculées comme la somme des hémicelluloses (NDF-ADF) et des pectines insolubles dans l'eau (Maertens et al., 2002)

1.3. Analyses statistiques

Les résultats ont étés analysés avec le logiciel SAS 9.4. Pour les paramètres de performances, des analyses de variance ont été effectuées en utilisant la procédure MIXED avec un modèle impliquant 3 facteurs : le niveau d'ingestion, la source d'énergie et l'interaction entre ces deux facteurs. L'effet du site et de la cage étaient considérés comme aléatoires. Une analyse catégorielle a été appliquée aux variables sanitaires avec la procédure CATMOD. La variabilité inter-sites étant forte, l'analyse a été effectuée en séparant les sites selon leur état sanitaire : deux favorables et deux défavorables. Les moyennes par lots ont été comparées 2 à 2 en utilisant la correction de Bonferroni.

2. Résultats et discussion

2.1. Croissance et ingestion

L'objectif de réduire l'ingestion de 25% sur la période 35 à 63j a été atteint pour l'aliment AM (-23,6%) comme pour l'aliment FD (-24,4%). La croissance des animaux restreints est pénalisée durant cette période (-12%, P<0,001, tableau 2), et l'est d'autant plus avec l'utilisation de l'aliment FD (interaction entre l'aliment et le niveau d'ingestion P<0,05).

Entre 63 et 70 jours, l'ingestion libre des animaux préalablement restreints est supérieure de 17% par rapport à ceux nourris à volonté (P<0,001), et leur croissance est proche de 52 g/j, dépassant de 25% celle des lapins nourris à volonté (P<0,001). Cette croissance compensatrice est cependant insuffisante pour gommer complètement l'effet de la restriction alimentaire sur le poids final (-4% à 70j, P<0,001), ainsi qu'observé par Knudsen et al. (2013). En conséquence, du sevrage à l'abattage, l'indice de

consommation est améliorée par la restriction alimentaire (-9% en moyenne, P<0,001).

La nature de l'apport énergétique n'a pas eu d'effet significatif sur les performances de croissance, mais la consommation alimentaire sur la période totale de croissance était légèrement supérieure (+1%, P<0,05) avec l'aliment AM par rapport à l'aliment FD, sans toutefois impacter l'efficacité alimentaire. Cette différence est à corréler à la légère différence de niveau de restriction alimentaire appliquée entre le sevrage et 63/64 jours.

Tableau 2 : Croissance[1], ingestion[2] et indice de consommation des lapins nourris à volonté (100) ou restreints (75) avec l'aliment riche en amidon (AM) ou riche en fibres digestibles (FD) (n=418/lot).

	Lot				CVr%	Pr > F		
	AM100	AM75	FD100	FD75		Aliment	Restriction	Alim. x Res.
Période de restriction alimentaire (sevrage à 63-64 jours d'âge)								
Poids au sevrage (g)	1004	1003	1005	1005	9,4	NS	NS	NS
Poids à 63 jours d'âge (g)	2488^{a}	2333^{b}	2494^{a}	2288^{b}	10,7	NS	***	NS
Croissance (g/jour)	50,4^{a}	45,0^{b}	50,5^{a}	43,4^{b}	16,4	NS	***	*
IMQ (g/jour)	144	110	143	108	7,4	NS	nc	nc
Indice de consommation	2,88^{a}	2,48^{b}	2,85^{a}	2,50^{b}	5,9	NS	***	NS
Période d'alimentation à volonté (63-64 à 70-71 jours d'âge)								
Poids à 70 jours d'âge (g)	2781^{a}	2696^{b}	2790^{a}	2660^{b}	9,3	NS	***	NS
Croissance (g/jour)	41,2^{a}	50,9^{b}	41,5^{a}	52,6^{b}	32,6	NS	***	NS
IMQ (g/jour)	189^{a}	222^{b}	187^{a}	218^{b}	7,3	NS	***	NS
Indice de consommation	4,47^{a}	4,29^{a,b}	4,50^{a}	4,10^{b}	14,5	NS	***	NS
Période totale d'engraissement (sevrage à 70-71 jours d'âge)								
Croissance (g/jour)	48,7^{a}	46,3^{b}	48,9^{a}	45,3^{b}	13,0	NS	***	NS
IMQ (g/jour)	152^{a}	131^{b}	152^{a}	129^{c}	4,2	*	***	NS
Indice de consommation	3,13^{a}	2,84^{b}	3,10^{a}	2,84^{b}	4,0	NS	***	NS

CVr% : Coefficient de variation résiduel ; IMQ: Ingestion moyenne quotidienne ; nc: non calculable, [1] : La croissance est mesurée individuellement et les animaux morbides sont inclus dans l'analyse ; [2] : La consommation est mesurée par cage. Les cages présentant une mortalité ou morbidité forte (>50% de l'effectif de la cage) ont été retirées de l'analyse ;
***P<0,001; NS: non significatif (P>0,05); a,b: les moyennes ayant une lettre en commun ne diffèrent pas au seuil de 5% .

2.2. Etat sanitaire

L'ensemble des essais a été mené sans interventions médicamenteuses quelles que soient les conditions sanitaires. Sur l'ensemble des sites 60% des cas de mortalité étaient liés à des diarrhées fortes de type colibacillose, alors que 26% présentaient le tableau clinique de l'EEL et 6% des parésies. Cependant, une forte variabilité inter-sites des conditions sanitaires a été observée, avec deux sites présentant des taux élevés de mortalité (>10%) et de morbidité (>18%), et deux sites présentant de faibles taux de mortalité (<2%) et morbidité (<6%). Les analyses ont donc été effectuées en séparant ces 2 types de sites: conditions sanitaires favorables et défavorables.

En conditions sanitaires favorables aucun effet de la source de l'apport énergétique ou du niveau d'ingestion n'a pu être mis en évidence, du fait d'un trop faible nombre de cas de mortalité et donc d'une analyse statistique peu puissante. En conditions sanitaires défavorables, la restriction alimentaire réduit la mortalité sur la période totale d'essai (9,4% *vs* 14,7%, P<0,01, tableau 3), confirmant les résultats de la littérature (Gidenne et al., 2012). Une interaction significative entre la source de l'apport énergétique et le niveau d'ingestion a été détectée sur la morbidité, malgré une absence de différence significative entre les lots comparés deux à deux. Cette interaction se reflète sur l'IRS (mortalité + morbidité), qui est réduit avec la restriction alimentaire, mais uniquement pour l'aliment riche en amidon. Ceci suggère que les effets « protecteurs » sur la santé digestive de la restriction alimentaire et des fibres digestibles ne seraient pas cumulables.

2.3. Performances à l'abattage

La restriction alimentaire pénalise le rendement à l'abattage (-0,7 pts, P<0,001, tableau 4) comme montré précédemment (Gidenne et al., 2009; Travel et al., 2011). Ceci s'explique par une proportion du tractus digestif plus importante chez les animaux restreints (+1 pt, P<0,001). Les carcasses des animaux restreints étaient également moins grasses, comme en témoignent la note d'engraissement et le poids de la peau réduits (-0,35 pts et -1,1 pts respectivement, P<0,001). De plus, le rendement à l'abattage est pénalisé de l'ordre de 2 pts (P<0,01) avec l'utilisation de l'aliment FD. Comme pour la restriction alimentaire, ceci s'explique par une plus forte proportion du tractus digestif chez ces animaux (+1,1 pts, P<0,001) comme révisé récemment par Trocino et al. (2013). Ce développement plus important du tube digestif pourrait s'expliquer par une plus grande capacité de rétention en eau de la fraction soluble des fibres contenues dans l'aliment FD, conduisant à un contenu digestif plus aqueux et donc plus lourd.

Tableau 3: Etat sanitaire des lapins, nourris à volonté (100) ou restreints (75) avec l'aliment riche en amidon (AM) ou riche en fibres digestibles (FD) sur la période totale d'engraissement dans des conditions sanitaires défavorables (n=272/lot).

	Lot				*Pr > F*		
	AM100	AM75	FD100	FD75	*Aliment*	*Restriction*	*Alim. x Res.*
Mortalité % (n/ni)	15,4% (42/272)	8,8% (24/272)	14,0% (38/272)	9,9% (27/272)	*NS*	**	*NS*
Morbidité % (n/ni)	24,3% (66/272)	19,5% (53/272)	17,3% (47/272)	22,1% (60/272)	*NS*	*NS*	*
IRS % (n/ni)	39,7%^{a} (108/272)	28,3%^{b} (77/272)	31,3%^{a,b} (85/272)	32,0%^{a,b} (87/272)	*NS*	*NS*	*

n/ni: nombre de cas/nombre initial d'individus, IRS: Indice de Risque Sanitaire (=mortalité + morbidité), ** P<0,01; ***, NS; a,b : cf. tableau 2.

Tableau 4: Performances à l'abattage à 71j des lapins nourris à volonté (100) ou restreints (75) avec l'aliment riche en amidon (AM) ou riche en fibres digestibles (FD) (n=95/lot).

	Lot				CVr%	Pr > F		
	AM100	AM75	FD100	FD75		Aliment	Restriction	Alim. x Res.
Rendement carcasse froide, %	57,4^{a}	56,8^{a}	57,0^{a}	56,1^{b}	2,7	**	***	NS
Peau (% PV)[1]	14,1^{a}	13,2^{b}	14,1^{a}	12,9^{b}	6,0	NS	***	NS
Tractus digestif (% PV) [1]	16,9^{a}	18,1^{b}	18,2^{b}	19,0^{b}	10,1	***	***	NS
Note d'engraissement	3,0^{a}	2,8^{b}	3,0^{a}	2,6^{b}	19,7	NS	***	NS

CVr%: Coefficient de variation résiduel moyen ; [1]: Mesuré sur 2 sites (n=50 animaux/lot) ; ***, NS , a,b : cf. tableau 2.

Conclusion

Nos résultats confirment les effets positifs de la restriction alimentaire sur la santé et l'efficacité alimentaire, tandis que l'effet de la forme d'apport énergétique semble faible sur les paramètres sanitaires. Malgré une croissance et un indice de consommation similaires entre les deux formes d'apport énergétique, les fibres digestibles pénalisent le rendement à l'abattage. Au vue de ces résultats, et en l'absence d'une prise en compte du rendement dans la rémunération des éleveurs, l'utilisation préférentielle d'un aliment devrait se faire selon le coût alimentaire à un temps donné, avec la contrainte d'utiliser un ratio de FD/Amidon supérieur à 1,2 afin de ne pas pénaliser les paramètres sanitaires.

Remerciements

Les auteurs remercient le CLIPP pour sa participation financière. Les auteurs tiennent également à remercier le personnel technique des stations expérimentales d'Euronutrition, d'INZO, de l'INRA (Pectoul) et de l'ITAVI pour le suivi des essais. Enfin les auteurs remercient Thierry Grollau d'Euronutrition pour la fabrication des aliments.

Références

GIDENNE, T., COMBES, S., FORTUN-LAMOTHE, L. 2012. Restreindre l'ingestion du jeune lapin: de nouvelles stratégies pour renforcer la santé digestive et améliorer son éfficacité alimentaire. *INRA Prod. Anim.* 25: 323-336.

GIDENNE, T., GARCIA, J., LEBAS, F., LICOIS, D. 2010. Nutrition and feeding strategy: interactions with pathology. *In*: C. De Blas and J. Wiseman (eds.) Nutrition of the Rabbit. p 179-199. CABI, Wallingford, UK.

GIDENNE, T., MIRABITO, L., JEHL, N., PEREZ, J. M., ARVEUX, P., BOURDILLON, A., BRIENS, C., DUPERRAY, J., CORRENT, E. 2004. Impact of replacing starch by digestible fibre, at two levels of lignocellulose, on digestion, growth and digestive health of the rabbit. *Anim. Sci.* 78: 389-398.

GIDENNE, T., FEUGIER, A., JEHL, N., ARVEUX, P., BOISOT, P., BRIENS, C., CORRENT, E., FORTUNE, H., MONTESSUY, S., VERDELHAN S. 2003. Un rationnement alimentaire quantitatif post-sevrage permet de réduire la fréquence des diarrhées, sans dégradation importante des performances de croissance : résultats d'une étude multi-site. 10ème J. Rech. Cunicoles, Paris, France. p 29-32.

GIDENNE, T., TRAVEL, A., MURR, S., OLIVEIRA, H., CORRENT, E., FOUBERT, C., BEBIN, K., MEVEL, L., REBOURS, G., RENOUF, B., GIGAUD, V. 2009. Ingestion restreinte et mode de distribution de la ration. Conséquences sur le comportement alimentaire, la digestion et la qualité de la carcasse. 13ème J. Rech. Cunicoles, Le Mans, France. p 43-46.

KNUDSEN, C., COMBES, S., BRIENS, C., DUPERRAY, J., REBOURS, G., SALAÜN, J. M., TRAVEL, A., WEISSMAN, D., GIDENNE, T. 2013. Ingestion restreinte et concentration énergétique de l'aliment: Impact sur la santé, les performances et le rendement à l'abattage du lapin. 15ème J. Rech. Cunicoles, Le Mans. p 47-50.

MAERTENS, L., PEREZ, J. M., VILLAMIDE, M., CERVERA, C., GIDENNE, T., XICCATO, G. 2002. Nutritive value of raw materials for rabbits: EGRAN tables 2002. *World Rabbit Sci.* 10: 157-166.

PEREZ, J. M., GIDENNE, T., BOUVAREL, I., ARVEUX, P., BOURDILLON, A., BRIENS, C., LE NAOUR, J., MESSAGER, B., MIRABITO, L. 2000. Replacement of digestible fibre by starch in the diet of the growing rabbit. II. Effects on performances and mortality by diarrhoea. *Ann. Zootech.* 49: 369-377.

TRAVEL, A., BRIENS, C., DUPERRAY, J., MEVEL, L., REBOURS, G., SALAÜN, J. M., WEISSMAN, D., COMBES, S., GIDENNE, T. 2011. Ingestion restreinte et concentration protéique de l'aliment: Impact sur le rendement carcasse et la qualité de la viande de lapins. 14ème J. Rech. Cunicoles, Le Mans, France. p 105-108.

TROCINO, A., GARCIA, J., CARABANO, R., XICCATO, G. 2013. A meta-analysis on the role of soluble fibre in diets for growing rabbits. *World Rabbit Sci.* 21: 1-15