EFFET DE LA REDUCTION DE LA TENEUR EN PROTEINES DES ALIMENTS DE POULETS DE CHAIR : APPROCHE PAR META-ANALYSE.

Belloir Pauline[1,2], Lessire Michel[1], Van Milgen Jaap[3], Schmidely Philippe[4], Corrent Etienne[2], Tesseraud Sophie[1]

[1] INRA, UR 83 Recherches Avicoles, F-37380 Nouzilly, France
[2] Ajinomoto-Eurolysine SAS, 153 rue de Courcelles, F-75817 Paris Cedex 1, France
[3] INRA, UMR 1079 PEGASE, F-35590 Saint Gilles, France
[4]INRA -AgroParisTech, UMR 0791 MoSAR Modélisation Systémique Appliquée aux Ruminants, F-75005 Paris, France

Sophie.Tesseraud@tours.inra.fr

RESUME

La connaissance des besoins en protéines et en acides aminés des volailles reste un enjeu majeur car elle conditionne à la fois les performances, la qualité des produits, le coût de revient et les rejets environnementaux. Afin de déterminer l'impact d'un apport variable en protéines sur la réponse du poulet de chair, une base de données bibliographique a été établie.

Une première base a été construite et regroupe 56 essais issus de 29 publications traitant la baisse de la teneur en protéine et publiées après 1990 pour s'affranchir du facteur de progrès génétique. Les informations recensées concernent à la fois les caractéristiques des protocoles, les performances et les caractéristiques nutritionnelles des régimes qui ont tous été recalculés sur une base commune (Table INRA-AFZ, Sauvant et al, 2004). Ceci permet d'obtenir les profils complets en acides aminés (AA) totaux et digestibles. De cette base 15 essais ont été sélectionnés selon 1) leur niveau de lysine digestible (dLys) qui devait être sub-limitant et constant au cours de la baisse de protéine et 2) leur profil en AA essentiels qui devait être équilibré selon la protéine idéale. Si la majorité des essais ne testent que 2 niveaux et ne permet pas d'aboutir à une loi de réponse, on remarque toutefois une variabilité des performances en réponse à la baisse de protéine, notamment au-delà d'un ratio dLys/MAT >6,5. La sélection ayant été faite sur le profil en AA « essentiels » (AAE), on remarque que certains AA « non essentiels » (AANE) varient dans notre base. Les interactions AAE/AANE peuvent être une piste d'explication de la variabilité des performances observées. Cette méta-analyse permet d'ores et déjà de présenter des singularités propres aux essais pour lesquels il y a maintien des performances et d'apporter des pistes de travail quant aux impacts de la baisse de protéine en poulet de chair.

ABSTRACT

Reducing dietary crude protein of broiler: a meta-analysis approach

Knowledge of protein and amino acid (AA) requirements in poultry remains a major issue because it affects performance, product quality, diet price and environment impact. A bibliographic database was established to determine the effect of varying protein intake on the response of broilers. A first database included 56 trials originated from 29 publications focused on the decrease in dietary protein and selected after 1990 to overcome 'genetic progress'. The information identified concerned the experimental design, chicken performance and the characteristics of diets which were recalculated on a common basis (Tables INRA-AFZ, Sauvant et al, 2004). The database therefore included the profiles of total AA and digestible AA. Fifteen trials were selected according to 2 'selection criteria': 1) the level of digestible lysine (dLys) that had to be sub-limiting and constant when dietary protein was decreased, and 2) their profile in essential AA (EAA) that had to be consistent with ideal protein. After selection, results of trials were compiled and graphically analyzed to assess the effect of protein decrease on performance (consumption, weight gain and feed conversion ratio). The majority of the trials tested only two levels that did not lead to a law of response, but we noticed a low-protein related variability of performances above 6.5 of dLys/crude protein ratio. The selection was made according to the EAA profile but but some non-essential AA (NEAA) varied in our database. Interaction between EAA and NEAA had to be considered as a possible explanation of the performance variability observed. Without modeling the response of chicken performance to dietary protein decrease, this meta-analysis already allows to identify the specific peculiarities of trials in which performance are maintained and brings out some assumptions concerning the impact of low protein diets in broiler chickens

INTRODUCTION

La baisse de la teneur en protéine des rations du poulet de chair est un enjeu majeur pour la durabilité des élevages avicoles (Bouvarel et al., 2014). Contrairement au porc, pour lequel la réduction des apports protéiques ne semble pas entraver les performances de croissance lorsque les acides aminés essentiels (AAE) sont apportés selon les besoins (Gloaguen et al., 2014), il existe chez le poulet de chair une variabilité importante des performances en réponse à une variation d'apport en protéine alimentaire. Sur ce sujet, les données expérimentales sont parcellaires et présentent une grande variabilité des niveaux de baisse de protéine et des modes de réalisation de cette baisse. L'utilisation de l'outil de méta-analyse permet une approche bibliographique plus complète du sujet par compilation d'un ensemble de données (qualitatives et quantitatives) et l'étude conjointe de ces mêmes données. L'objectif de ce travail est de caractériser les facteurs de variations des protocoles (liés aux AA) et d'estimer, après une sélection sur la méthode, l'impact de la baisse de protéine sur les performances des poulets en croissance.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1 Première sélection des essais

Cette méta-analyse compile des données issues de la littérature sélectionnées « sur titre » à partir de mots-clés (ex : « broilers/chicken », « low protein diets », « crude protein decrease», « amino acids »…) via le *Web of science*. Ces publications ont été rassemblées sans distinction de provenance ou de journaux. Seules celles publiées après 1990 ont été retenues afin de s'affranchir du facteur progrès génétique. Ce recensement a permis d'obtenir 35 publications (soit 78 essais, 326 traitements) traitant le sujet de la baisse de protéines chez le poulet de chair. Sur cette sélection, une attention particulière a été portée au schéma expérimental des essais. En effet, la sélection à partir des mots clés précédemment cités a également induit l'intégration de publications où la baisse de protéines est une conséquence du dispositif expérimental et non pas l'objectif même (ex : doses réponses). Ces essais ont été retirés de la base de données. Aussi, après une première sélection, la base de données comportait 29 publications et 56 essais dont l'objectif principal était de tester une baisse de protéines.

1.2 Outils de recalcul des caractéristiques nutritionnelles des aliments

Dans un souci d'homogénéisation des données et afin d'obtenir un profil complet en AA, il a été nécessaire de recalculer les caractéristiques nutritionnelles des aliments de chacun des traitements de toutes les publications sur une base commune (noté « recal. » dans la suite de l'article). Le choix de la base de calcul s'est porté sur la table INRA-AFZ (Sauvant et al., 2004) qui propose des valeurs de digestibilités vraies des AA. Ainsi, la base de données comporte pour tous les régimes testés, leurs caractéristiques nutritionnelles publiées le cas échéant et les valeurs recalculées d'énergie métabolisable (EM), de matière azotée totale (MAT), d'AA totaux et digestibles.

1.3 Deuxième sélection des essais

Deux filtres supplémentaires ont été considérés et appliqués aux essais constitutifs de la base de données initiale. Dans un premier temps il s'agissait de sélectionner les essais sur leur niveau de lysine digestible (dLys) recalculé qui devait être légèrement sub-limitant et constant au cours de la baisse de protéine et au long de l'essai. Seule une variation de la teneur en dLys de +/- 5% par rapport à celle du témoin haut protéique était acceptable. D'une part, un niveau de Lys sub-limitant garantit que les effets mesurés sont attribuables au facteur contrôlé (niveau de protéine) et limite, sans l'éliminer complétement, l'erreur d'interprétation causée par d'autres facteurs non contrôlés. D'autre part, l'effet de la baisse de protéine ne doit pas être confondu avec un éventuel niveau variable de Lys. Ainsi, les ingérés de dLys ont été mis en relation avec les gains de poids et comparés aux objectifs de performances de la souche Ross (Aviagen, 2010), souche majoritairement utilisée (82%) dans les essais de la base de données. De plus, cette approche en dLys ingérée permet d'intégrer des essais qui présentent des âges et des vitesses de croissance différents. Après application de ce filtre, 21 essais ont été retenus. Pour l'ensemble des traitements restant, les profils en AAE (Lys, Met (+Cys), Thr, Val, Ile, Leu, Trp, Arg, Phe (+Tyr), His) ont été étudiés pour détecter d'éventuelles valeurs extrêmes pouvant être à l'origine de variations de performances ou pouvant être des facteurs limitants avant le niveau de protéine et de dLys. Au final 6 nouveaux essais ont été retirés de la sélection car leurs niveaux de dTrp/dLys (< 16%) et dArg/dLys (< 100%) ont été jugés trop bas. Les statistiques descriptives et l'analyse graphique des essais restants ont été réalisées avec le logiciel MiniTab v.16 (2013).

2. RESULTATS & DISCUSSION

2.1 Description de la base de donnée

Après sélection, la base de données exploitable au vu de notre objectif contient 15 essais et 33 traitements, issus de 4 publications, soit un taux de sélection de 27%. Les caractéristiques de ces essais sont présentées dans le tableau 1. Ils proviennent pour 71% des Etats-Unis, 13% du Brésil et pour 15% de l'Europe (Belgique et France) et sont publiés depuis 2004. La majorité des essais se déroule entre 1 et 21 jours d'âge ; seul un essai étudie la période 14 à 31j (Belloir et al., 2015). Les essais utilisent une génétique de poulet de chair à croissance rapide, mâle ou femelle. Concernant les supplémentations en AA industriels inhérentes à un protocole de baisse de

protéine, la L-Lys, la DL-Met, et la L-Thr sont utilisées dans l'ensemble des régimes testés pour les baisses. Outre la L-Val, la L-Ile et la L-Arg qui sont utilisées dans la plupart des essais, certains AA non essentiels (AANE) sont également utilisés sous forme libre (Gly). Les régimes des essais sélectionnés contiennent en moyenne 3030 ± 89 kcal/kg d'EM recal., 20±2,4 % de MAT recal. et 1,15 ± 0,09 % de dLys recal. En moyenne les aliments « bas protéique » ont une teneur en protéine qui représente 89% de la teneur en protéine recalculée du témoin positif de chacun des essais. Enfin, sur les 15 essais, 2 seulement testent 4 traitements, la majorité ne comparant que 2 traitements (un témoin positif et un aliment expérimental bas protéique).

2.2 Analyse graphique

Afin de standardiser les niveaux de baisse de protéine dont la valeur absolue varie beaucoup inter-essais, l'analyse graphique des performances (gain de poids, consommation et indice de consommation : IC) est proposée en fonction du ratio dLys/MAT (%) : plus ce ratio est élevé pour un traitement, plus le niveau de MAT est faible et donc la baisse de protéine est importante. Enfin, les performances ont été standardisées en les exprimant pour chacun des traitements relativement à celles du régime témoin intra-essai (base 100) (Figure 1). Les lignes à 100% et 95% sont figurées sur les graphiques. Les différents traitements sont reliés par une droite sans néanmoins garantir que la relation entre les critères est linéaire : il faudrait plus de 2 traitements par essai pour mieux la caractériser. Les variations de consommation sont inférieures à 5% entre environ 5,5 et 6,7 de ratio Lys/MAT. Pour les valeurs extrêmes de ce ratio (7,0), la consommation chute en dessous de 95% du témoin. Notons que ces essais (8 à 12) testent une supplémentation en un ou plusieurs AANE et pour ce faire pratiquent des niveaux de protéine très bas (16% entre 0 et 18j). Cependant, aucune hypothèse sur l'effet des AANE ou sur l'impact d'une baisse de protéines sur la consommation n'a été évoquée par les auteurs de ces essais ou dans la littérature. De plus, la teneur en EM reste constante au cours de l'augmentation du ratio dLys/MAT (graphique non montré) et ne peut donc pas expliquer la baisse de consommation. Par contre la forme d'apport de l'énergie (amidon ou lipides) peut être questionnée. La majorité des essais montre un maintien de la croissance (± 5%) même avec des baisses de protéine importantes (dLys/MAT > 6,5). Seuls 4 essais présentent une perte de gain de poids supérieure à 5% pour leur valeur de dLys/MAT les plus fortes (essais 3, 4, 9, 11). On remarque que l'ajout de Gly est un facteur commun de la grande partie des essais sélectionnés où le gain de poids est identique ou supérieur au contrôle positif, (Tableau 1). Enfin, l'impact de la baisse de la teneur en protéine sur l'IC semble faible. Seuls 2 essais présentent un IC supérieur de +5% par rapport à leur témoin respectif, tandis que près de la moitié des essais ont un IC égal ou amélioré. Si l'on prête attention plus précisément aux ratios AA/dLys des essais retenus (Figure 2), on constate que les AAE sont contrôlés au minimum des standards de la protéine idéale lorsque la teneur en protéine diminue dans le régime (ex : dThr/dLys ou dVal/dLys), conformément à notre critère de sélection. Par contre, le niveau de ces AAE peut être variable inter-essai et plus élevé que le niveau minimum requis (e.g. Thr, Arg). Par ailleurs, dans le cas de la Cys, le maintien du ratio d(Met+Cys)/dLys étant assuré par l'apport de forme libre de Met, le niveau de dCys/dLys diminue systématiquement avec la baisse de protéine. Enfin, l'analyse graphique met en avant un AA considéré comme non-essentiel, la Gly, dont la variation semble impacter les performances. En effet, on distingue un groupe d'essais testant l'augmentation du ratio dGly/dLys (n°4,13,14,15) d'un autre groupe où le ratio est stable (n° 7 et 12), chacun n'apportant pas la même réponse en terme de performances. Les essais n'ont pas été sélectionnés sur ce critère mais il devient un critère de variation de la base voire un biais dans l'étude globale de la baisse de protéine. Notons que cet AANE important dans le métabolisme (ex : production d'acide urique) peut être synthétisé à partir de la Thr (qui est variable dans cette sélection) et entre en jeu dans la production de Cys (dont la concentration diminue avec la baisse de protéine). Dès lors, il semble important d'accorder une attention particulière à la variation des AANE lors de l'étude de la baisse de protéine mais aussi à des interactions qui apparaissent plus marquées dans ces contextes d'apports de plus en plus limitants en AA. La mise en place d'études de baisse de protéine prenant en compte l'ensemble de ces critères est nécessaire. Dans notre étude, en prenant en compte ces critères (AAE et NE), il est plausible d'appliquer des niveaux entre 6,0 et 6,5 dLys/MAT ce qui représente une baisse de 1 à 2 points de protéine (par rapport à 5,5 dLys/Mat, pour un niveau de dLys de 1,10 %) sans affecter les performances. Il serait possible d'aller plus loin (> 6,5 dLys/MAT) en approfondissant les connaissances sur les besoins et les équilibres en AA.

3. CONCLUSION

Cette méta-analyse ne permet pas d'établir des lois de réponses à l'apport variable de niveaux protéiques car souvent seuls 2 traitements sont testés. Néanmoins, elle propose un « état des lieux » et des pistes de recherche sur le sujet. Le protocole de sélection appliqué permet de voir que très peu d'essais dans la littérature ont été réalisés dans les conditions permettant de répondre à la question de l'impact de la teneur en protéine des aliments. Les essais non sélectionnés introduisent souvent une source de confusion dans l'analyse des performances entre baisse de protéine et effet de la lysine ou effet d'autres AAE et appliquent non pas une approche sur l'intégralité du profil en AAE, mais plutôt sur des effets « dose-réponse » AA spécifiques. Par ailleurs, les interactions entre AA devraient être mieux considérées car la baisse de protéine favorise les déséquilibres entre AA.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Aviagen, 2010. PM3 Broilers Performances objectives, pp12
2. Belloir, P., Lessire, M., Hallouis, JM.,Corrent, E., Tesseraud, S., 2015. 11èmes J. Recherche Avicole et Palmipèdes à Foies Gras, Tours (FRA), 2015/03/25-26
3. Bouvarel, I., Lessire, M., Narcy, A., Duval, E., Grasteau, S., Quinsac, A., Peyronnet, C., Tran, G., Heuze, V., 2014. OCL, 21(4), D405
4. Costa, F. G. P., Goulart,C.C., Nogueira, E. T., Kutschenko, M., Rostagno, H. S., Givisiez, P. E. N., Rodrigues, V. P., 2009. Poultry science association, 98th Annual Meeting, July 20–23, 2009, Raleigh, North Carolina, pp231
5. Dean, D. W., Bidner, T. D., Southern, L. L., 2006. Poult. Sci., (85), 288–296.
6. Gloaguen, M., Lefloc'h, N., Corrent, E., Primot, Y., van Milgen, J. 2014. J. Anim. Sci.; 92; (2), 637-644.
7. Lippens, M., Huighebeart, G., 2004. Ajinomoto Eurolysine Trial.
8. Minitab version 16, 2013. Minitab® Statistical Software, Minitab Inc.
9. Sauvant, D., Perez, J-M., Tran, G., 2004. In : Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage, INRA-AFZ, INRA édition, 2nde édition, pp301

Tableau 1. Caractéristiques des 15 essais sélectionnés pour la méta-analyse

N° essai et Auteur	Age (j)	Génétique	Sexe	Niveaux protéiques testés (%)	Teneur en Lys digestible (%)	AA utilisés [(a)]	Conclusions de l'auteur
1-Costa et al, 2009	1-8	Cobb 500	M	24 %→22%	1,33%	L-Val, L-Ile, Gly	Seul l'ajout de L-Val permet d'obtenir des performances identiques au témoin.
2-Lippens & Huighebeart, 2004	1-15	Ross 308	M	21 %→19%	1,05%	L-Val L-Ile, L-Arg	Maintien global des performances avec addition d'AA libres pour le régime à bas taux protéique
3-Dean et al, 2006	0-21	Ross 308	M	22%→20% →18%→16%	1,16%	L-Val, L-Ile, L-Arg, L-Phe, L-His, L-Leu	Baisse linéaire des performances malgré le respect du profil à bas taux protéique
4-Dean et al, 2006	0-17	Ross 308	F	22%→16%	1,16%	L-Val, L-Ile, L-Arg, L-Phe, L-His, L-Leu, Gly	Augmenter la teneur en AAE du régime 16% en protéines au même niveau que le régime témoin ne permet pas le maintien des performances
5-Belloir et al, 2015	14-31	Ross PM3	M	19%→17%	0,90%	L-Val, L-Arg	Maintien global des performances. L'indice est numériquement dégradé.
6-12 Dean et al, 2006 [(b)]	0-18	Ross 308	F	21%→16%	1,16%	L-Val, L-Ile, L-Trp, L-Leu, L-Arg, L-His, L-AANE	Seul l'ajout de Gly ou du Mix de AA non essentiels permet de rattraper les performances du témoin
13-Dean et al, 2006[(b)])	0-18	Ross 308	F	21%→16%	1,16%	L-Val, L-Ile, L-Trp, L-Leu, L-Arg, L-His,Gly	Les performances du bas taux protéique supplémenté avec tous les AAE[(c)] utilisés et la glycine sont égales ou supérieures au témoin positif
14-Dean et al, 2006[(b)]	0-18	Ross 308	F	21%→16%	1,16%		
15-Dean et al,2006[(b)]	0-18	Ross 308	F	21%→16%	1,16%		

[(a)]Ces supplémentations ne tiennent pas compte des AA suivants : L-Lys, DL-Met et L-Thr, systématiquement ajoutés dans les régimes

[(b)]Cet essai contient 7 sous essais comparant le contrôle négatif (NC) sans supplémentation au contrôle positif (6), puis le NC supplémenté en Gly(7) ou L-Glu(8) ou L-Ala(9) ou L-Asp(10) ou L-Pro(11) ou un mélange des 5 (12)

[(c)]AAE : Acides aminés essentiels

Tableau 2. Variables descriptives des essais sélectionnés de la Méta-analyse (N=15 ; n=33).

Variables	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Caractéristiques nutritionnelles des régimes utilisés				
EM recal, (kcal/kg)	3033	89	2836	3144
MAT recal, (%)	19,6	2,4	16	24,3
Baisse MAT recal, (% témoin)	89,1	9,8	73,2	100
dLys recal, (%)	1,15	0,09	0,88	1,33
dLys recal, / MAT recal,	5,94	0,63	4,84	7,1
dMet/dLys	76	2,4	73	81
dThr/dLys	69	2,2	65	71
dTrp/dLys	18	2,3	15	21
dIle/dLys	74	5,3	67	82
dVal/dLys	83	4,2	77	90
dLeu/dLys	134	17,4	111	161
dArg/dLys	116	8,1	100	127
dPhe/dLys	135	20,4	110	162
dHis/dLys	43	5,5	37	50
Caractéristiques et performances moyennes d'élevage				
Age moyen démarrage (jour)	1,9	3,6	0	14
Age moyen fin (jour)	17,8	6,4	7	31
Consommation (g)	694	324	157	1792
Gain de poids (g)	494	252	151	1394
IC	1,30	0,12	1,03	1,61

Figure 1. Performances relatives (exprimés en % du témoin positif) des essais sélectionnés en fonction du ratio Lysine digestible/ MAT (%) (N=15 ; n=33).

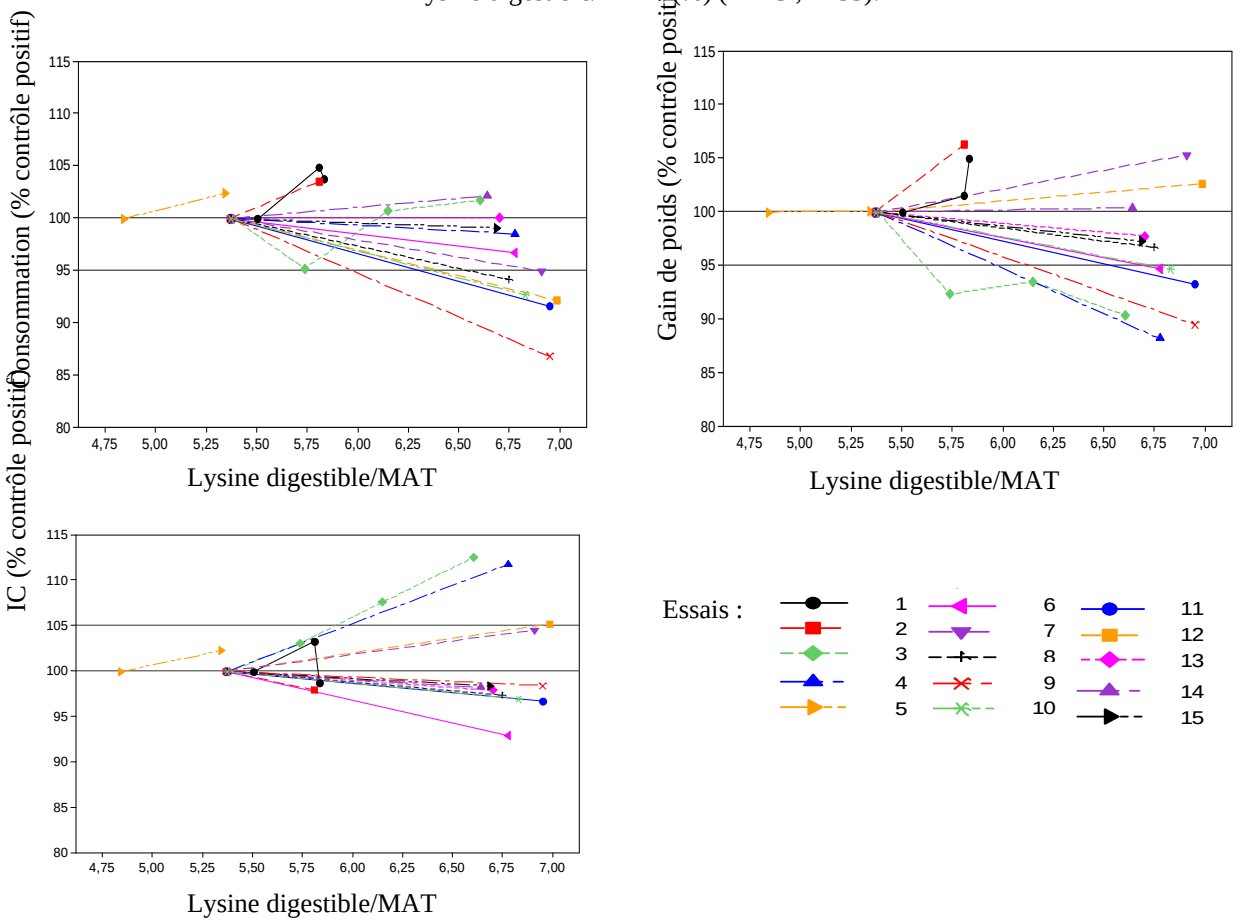
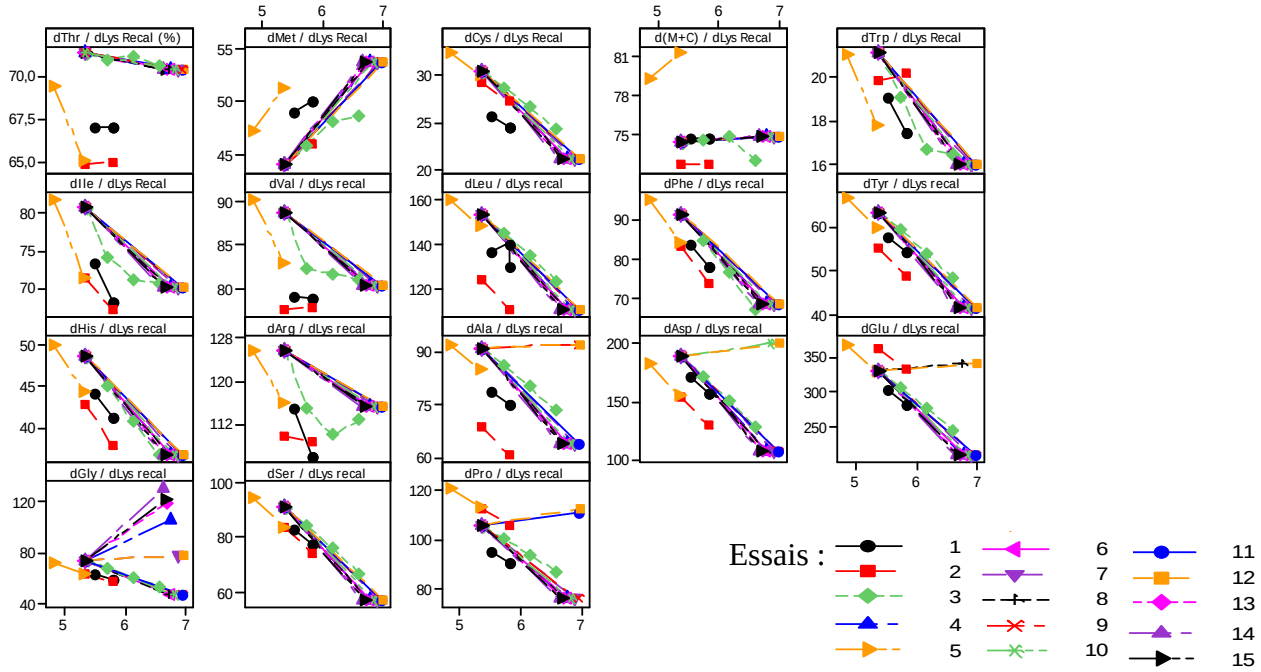
Figure 2. Evolution des ratios AA digestible/Lysine digestible en fonction du ratio Lysine digestible/ MAT(%) pour chacun des essais sélectionnés. (N=15 ; n=33)