

# REACTUALISATION DES BESOINS EN ACIDES AMINES DE LA PONDEUSE

Joly P.

ISA, Institut de Selection Animale - 22800 Quintin

## Résumé

Une revue bibliographique aussi complète que possible, a été entreprise dans le but de repréciser les besoins en acides aminés des pondeuses.

Les besoins en acides aminés soufrés, en méthionine en tryptophane et en lysine ont été reprécisés pour tenir compte de l'évolution de la productivité des pondeuses et de l'évolution des techniques de dosage des acides aminés.

Les courbes de réponse ont été établies pour le taux de ponte, le poids moyen de l'oeuf, la masse d'oeuf et l'indice de consommation. La réduction de production observée avec une carence en acides aminés soufrés ou en lysine est liée pour 65 à 70 % à la réduction du taux de ponte. Il semblerait que le tryptophane est très peu d'influence sur le poids de l'oeuf.

Les besoins journaliers ont été établis d'un point de vue économique pour une pondeuse de 2 kg produisant 58 g de masse d'oeuf au pic et se situe vers 880 mg pour la lysine et 775 mg pour les acides aminés soufrés dont 435 mg de méthionine. Exprimés en digestibilité vraie, ils sont respectivement de 770 mg pour la Lysine, 685 mg pour les A.A.S et 385 mg pour la Méthionine. Les besoins en tryptophane sont relativement mal connus et devraient se situer vers 200 mg.

## Introduction

Le respect de l'environnement entraînera à terme une réduction de la teneur en protéine des aliments. La formulation des aliments devra donc être basée sur de nouveaux acides aminés tels que le tryptophane, la valine et l'isoleucine. D'autre part le coût relatif des A.A industriels par rapport à l'énergie se réduit, modifiant ainsi l'équilibre économique. En outre, des progrès génétiques considérables ont été réalisés au cours des vingt dernières années aboutissant à des gains de productivité importants et une réduction du poids corporel (environ 4 kg d'oeuf et 350g à 400 g de réduction de poids en vingt ans pour l'Isabrown).

Au cours des dernières années, un travail de réévaluation des besoins en lysine et en acides aminés soufrés a été entrepris notamment par le LCRAP de Ploufragan en collaboration avec l'ISA (Bougon - Joly) et en Hollande (Schutte - Bertram).

Pour toutes ces raisons, il était nécessaire, dans cette synthèse, de repréciser les besoins en acides aminés soufrés, en méthionine, en lysine et en tryptophane. Nous avons également essayé d'établir les courbes de réponse des animaux pour les différents paramètres de production (taux de ponte, poids de l'oeuf, I.C, coût de production).

## Méthodes

L'estimation des besoins en acides aminés et leur influence sur les paramètres de production ont été effectuées à partir des résultats d'essais récents ou anciens.

Pour chacun des essais, les teneurs en A.A des aliments testés ont été recalculées sur la base des tables R.P.A.N. 1993 (1) à l'exception des essais récents pour lesquels les valeurs étaient en accord avec les tables RPAN ou lorsque les aliments ont été analysés.

La comparaison des teneurs de certaines matières montrent que les tables ont relativement évolué au cours des dernières années en raison notamment de l'évolution des techniques d'analyse.

			BLE 11.5 %	MAIS 9 %	T. SOJA 46 %
RPAN 1993 (1).	Lys	%	0.33	0.26	2.89
	M + C	%	0.45	0.38	1.29
	Tryp	%	0.13	0.07	0.62
Feedstuffs 1984 (3)	Lys	%	0.30	0.22	3.03
	M + C	%	0.34	0.30	1.38
	Tryp	%	0.12	0.09	0.73

Pour éviter une trop grande variabilité dans les courbes de réponse, les essais portant sur une trop courte période et/ou sur des effectifs trop faibles ont été éliminés. Il est important de rappeler que la réduction des performances à la suite d'une carence est établie après 2 à 3 semaines (4) . (5).

Pour tous les essais, les besoins ont été évalués pour une production de 58 g d'oeuf par poule et par jour au pic de production et un poids corporel de 2 kg. Les corrections apportées sont les suivantes :

	<u>Production (par g d'oeuf/jour)</u>				<u>Entretien (par kg de P.V.)</u>			
Lysine	A.A. brut	12 mg	A.A. dig.	10.2 mg	A.A. brut	75 mg	A.A. dig.	64 mg
M + C		10 mg		8.7 mg		65 mg		55 mg
Tryptophane		2.6 mg		2.2 mg		15 mg		13 mg

Le calcul économique a été effectué en considérant que le coût alimentaire et les charges fixes représentent chacune 50 % du coût de production, et en, prenant pour base 100 le niveau élevé d'acides aminés :

Le coût de production (CP) s'établit donc ainsi  $C.P. = \frac{I.C. \times P.A.}{100} \times 0.5 + \frac{100}{M.E.} \times 0.5$   
avec I.C. en %  
P.A. prix de l'aliment en %  
M.E. masse d'oeuf en %

Un coût de 18 F/kg a été retenu pour la méthionine et de 22 F/kg pour la lysine active.

#### Acides Aminés Soufrés (M + C)

La plupart des travaux effectués ont porté sur les besoins en A.A.S. Il est en effet difficile d'estimer le besoin vrai en méthionine compte tenu de la conversion par l'animal de la méthionine en cystine.

#### ❶ Résultats d'expérimentaux :

A.A.S. AUTEURS	Année	Effectif	Souche	Période d'étude (sem.)	*	Conclusion de l'Auteur (Masse au pic)	Conclusion base table RPAN 1993	Estimation des besoins corrigée pour 58 g/j bruts digestibles	
SCHUTTE (6) (6 bis)	1994	72x6	LSL	25-37	6	740 mg / 57 g	Idem	) 760 mg	670 mg
		90x6	LSL	25-77	4	740 mg / 56 g (660 en dig)	Idem	)	
CALDERON (7)	1990	40x8	W.L.	32-36	5	740 mg/55.5 g 777 mg / I.C.	Idem	768 mg 805 mg	675 mg 708 mg
POURREZA (8)	1988	92x6	Ross B	24-36	3	650 mg/48.5 g	Idem	750 mg	655 mg
HARMS (9)	1988	80x5	W.L.	34-46	5	> 590 mg/49 g	Idem	>700 mg	> 620 mg
GOUS (10)	1987	198x12	?	32-44	4	/	/	750 mg	673 mg
SCHUTTE (11)	1984	90x5	Sh 288	28-40	5	750 mg / 53.5	693 mg	753 mg	680 mg
SCHUTTE (12)	1978	90x5	Sh 288	26-78	4	775 à 800 mg pour 53.5 g	715 . 740 mg	775 - 800	700 mg
MOYENNE						697 mg / 53 g		760 mg	670 mg

\* niveaux d'A.A.S. dans l'étude citée

La cohérence entre l'ensemble des essais, effectués au cours des 15 dernières années, semble bonne dans la mesure où les régimes expérimentaux ont été recalculés à partir des tables actuelles de matières premières (Schutte 1984 - Schutte 1978 - Gous 1986) et les valeurs corrigées pour l'obtention d'une productivité de 58 g d'oeuf au pic. Compte tenu des coûts expérimentaux le retraitement des données permet de vérifier les conclusions des derniers travaux réalisés sur des lignées plus productives.

Les besoins en acides aminés soufrés d'une pondeuse de 2 kg produisant 58 g de masse d'oeuf au pic semblent proches : - de 760 mg / jour exprimés en brut

- de 670 mg / jour exprimés en A.A. digestible

## ② Influence sur le taux de ponte et le poids moyen de l'oeuf :

Pour le nutritionniste, il est particulièrement intéressant de connaître le comportement des animaux lié à une réduction en acides aminés. Le tableau ci-dessous, établi à partir des essais étudiés (6-6bis-8-9-10-11-12-13-14-15-16) donne le pourcentage de réduction de la masse imputable à la réduction du taux de ponte.

Teneur en A.A.S. en % (*)	Nbre données	Nbre essais	% de réduction de la masse imputable à la réduction du taux de ponte	Moyenne
100 à 90	9	7	22 -38- 37-80 - 100 - 100 -100-100-100	75 %
90 à 76	11	8	0-40-49-67-71 - 72 - 75 - 79 - 85 - 94 - 100	67 %
< 76	10	7	54 - 58 - 66 - 69 - 69 -77 - 77 - 77-77 - 77	70 %
Moyenne	30	11		70 % ± 5

(\*) en % de la valeur d'estimation des besoins de chaque essais étudiés.

En moyenne la réduction de la masse d'oeuf est liée environ pour 70 %, à la réduction du taux de ponte, et pour 30 % à celle du poids de l'oeuf. La variabilité est d'autant plus faible que le niveau de carence est élevé à l'inverse pour des faibles niveaux de carence, la variabilité peut être liée à l'imprécision des essais. Il est donc vain de vouloir réduire le poids de l'oeuf en réduisant la teneur en A.A.S. des aliments en fin de ponte.

## ③ Influence sur les paramètres de production :

Le tableau ci-dessous a été réalisé à partir des données expérimentales des 5 essais (6)-(6 bis)-(10).(11).(12) les plus précis. Les autres manquant, soit de précision (7). (8), soit d'un régime témoin à teneur élevée (9).

Ils ont permis d'établir des courbes de réponse pour chacun des paramètres de production pour un ingéré exprimé en mg / jour et pour une pondeuse de 2 kg produisant 58 g de masse d'oeuf au pic. Les graphiques correspondants sont présentés en annexe.

M + C		MASSE (g / j) %	TAUX %	P.M.O %	CONS. J. %	I.C. %	COUT ALIMENTAIRE %	COUT PRODUCTION
Brute	Dig.							
(mg / jour)								
800	710	100	100	100	100	100	100.4	100.2
775	685	100	100	100	100	100	100	100
750	660	99.7	99.8	99.9	100.8	101.0	100.6	100.5
725	635	99.3	99.5	99.8	101.6	102.6	101.8	101.3
700	610	98.7	99.1	99.6	102.6	104.3	103.2	102.3
675	585	97.3	98.1	99.2	102.9	106.1	104.6	103.7
650	563	95.0	96.5	98.5	102.7	108.1	106.2	105.7
625	541	92.5	94.7	97.7	101.7	110.0	107.7	107.9
600	520	90	92.8	97.0	100.8	112.0	109.3	110.2

## ④ Besoins en fin de production :

Deux essais ont été effectués pendant toute la période de ponte. Dans l'un des essais (12), les graphiques présentés laissent penser que les besoins ne diminuent pas en fin de ponte, dans le deuxième essai (6) les performances de production sont très peu affectées, seul l'indice de consommation se dégrade proportionnellement à la réduction de la teneur en A.A.S.

## Méthionine

### ① Estimation des besoins :

Très peu d'essais ont tenté de dissocier les besoins en A.A.S. et les besoins en méthionine.

Bertram (17) estime que la méthionine doit représenter au moins 50% de l'apport en acides aminés soufrés. Schutte (18) estime que les besoins en méthionine sont de 425 mg pour un besoin en A.A.S. de 750 mg/j ce qui représente 57% de l'apport total en A.A.S. Pour l'A.E.C. (15) le ratio doit être compris entre 55 et 60%.

Il est raisonnable de penser que le ratio méthionine / A.A.S. exprimé en digestibles soit proche du ratio que l'on retrouve dans l'oeuf, qui est compris entre 55 % (19) et 58 % (20).

## ② Excès de méthionine :

La toxicité de la méthionine semble faible. Un ingéré de 1000 mg par jour d'A.A.S. pendant 46 semaines donne d'excellents résultats (21) en terme de masse et d'indice. Un ingéré de 1800 mg par jour pendant 4 semaines a permis, semble-t-il, d'obtenir une amélioration de performances (22).

## Tryptophane

### ① Résultats expérimentaux :

TRYPTOPHANE AUTEURS	Année	Effectif	Souche	Période d'étude (sem.)	*	Conclusion de l'Auteur (Masse au pic)	Conclusion base table RPAN 1993	Estimation des besoins corrigée pour 58 g/j bruts digestibles	
JENSEN (23)	1990	4 x 140	Leghom	38 - 50	4	125 mg / 43 g	Idem	168 mg	
		4 x 140	"	30 - 85	4	95 mg / 42 g	Idem	141 mg	
		15 x 40	"	44 - 50	5	168 mg / 56 g	Idem	177 mg	
		15 x 40	"	60 - 66	5	124 mg / 50 g	Idem	149 mg	
ISHIBASHI (24)	1985	5 x 5		60		212 mg / 55 g			
OHTANI (25)	1989	3 x 40	RIR x Leg	25 - 82	3			210 mg	185 mg
MORRIS (26)	1978	48 x 72	Sh 288-Warren	38 - 47	8	} 187 mg / 55 g	} 185 mg	210 mg	185 mg
		48 x 72	Sh 288-Arbor	32 - 40	6	} 1,5 kg	} 51 g - 1,5 kg		
WETHLI (35)	1978	8 x 198	Sh 288	67 - 73	7	174 mg / 49 g	186 mg / 49 g	212 mg	190 mg

\* niveaux de tryptophane dans l'étude citée

Les deux premières expérimentations, réalisées par Jensen, se sont déroulées en période forte chaleur expliquant les faibles niveaux de productivité observés. Les deux autres ont été réalisées sur des pondeuses relativement âgées et sur une période courte conduisant à une sous consommation des besoins.

Pour le tryptophane, comme pour la méthionine, il semblerait qu'il faille attendre 2 à 3 semaines pour obtenir le plein effet d'une carence (24). L'expérience d'Ishibashi porte sur un effectif limité et a été réalisé par adjonction d'acides aminés à du maïs. L'expérience d'Ohtani, seul essai réalisé sur l'ensemble de la période de ponte montre que le tryptophane joue un rôle important au niveau de la persistance de ponte.

### ② Influence d'une réduction sur les paramètres de production :

La réduction de la masse semble liée exclusivement à la réduction du taux de ponte même pour des valeurs de tryptophane ingérées extrêmement faibles. Le tableau ci-dessous réalisé à partir des mêmes expérimentations et des deux premiers essais de Jensen (23) donne le pourcentage de réduction de la masse d'oeuf produite imputable à la réduction du taux de ponte.

Teneur en Trypto. en % (*)	Nbre données	Nbre essais	% de réduction de la masse imputable à la réduction du taux de ponte	Moyenne
100 à 80 %	5	4	76 - 86 - 97 - 100 - 100	92 %
79 à 60 %	7	5	74 - 78 - 95 - 96 - 96 - 98 - 100	91 %
59 à 45 %	4	3	89 - 92 - 93 - 93	92 %
Moyenne	12	5		91 % ± 2

(\*) en % de la valeur d'estimation des besoins de chaque essais étudiés.

Les essais (24) (25) (26) ne permettent pas d'établir d'une manière précise une courbe de réponse, pour un ingéré exprimé en mg / jour, et, pour une pondeuse de 2 kg produisant 58 g de masse d'oeuf au pic.

TRYPTO. Brut (mg / jour)	MASSE (g / j) %	TAUX %	P.M.O %
210	100	99.2	100.7
189	99	98.6	100.4
168	95	95	100
147	89	89.5	99.5
126	76	77.5	98.5
105	62	63.7	97.3

Les baisses de performances semblent donc n'affecter que le taux de ponte et l'indice de consommation.

### ③ Excès de tryptophane :

La toxicité du tryptophane semble faible dans la mesure où un ingéré de 1400 mg pendant 4 semaines n'a aucune répercussion sur la productivité ni sur la consommation (22).

## Lysine

### ❶ Résultats expérimentaux :

LYSINE AUTEURS	Année	Effectif	Souche	Période d'étude (sem.)	*	Conclusion de l'Auteur (Masse au pic)	Conclusion base table RPAN 1993	Estimation des besoins corrigée pour 58 g/j bruts digestibles
BOUGON (27)	1995	8 x 200	Isabrown	16 - 68	2	> 750 mg dig / 59 g	Idem	
BOUGON (28)	1994	6 x 180	Isabrown	18 - 64	3	770 mg dig / 57 g	779	790 mg
BOUGON (29-29 bis)	1993	2 x 540	Isabrown	18 - 64	2	760 mg dig / 57 g	770	780 mg
BOUGON (30)	1994	7 x 180	Isabrown	18 - 64	3	700 mg dig / 55 g	710	740 mg
GOUS (10)	1986	12 x 98	?	34 - 46	12	825 mg / 48 g	740 mg / 48 g	860 mg 760 mg
UZU (31)	1985	5 x 96	Isabrown	20 - 62	3	) 790 mg / 56 g	Idem	) 815 mg 740 mg
		8 x 40	Isabrown	20 - 62	3	) 717 mg dig	Idem	) " "
VAN WEERDEN (32)	1980	5 x 90	Sh 288	28 - 78	4	900 mg / 55 g	880 mg / 55 g 750 mg dig	915 mg 785 mg
JOLY (33)	1974	4 x 110	Warren	22 - 70	2		695 mg dig / 47 g 2.3 kg	770 mg
Moyenne								765 mg

La cohérence entre les 8 essais présentés ci-dessus est bonne. Les résultats anciens permettent de valider les résultats obtenus récemment dans la mesure où les régimes expérimentaux ont été recalculés et corrigés pour une masse d'oeuf de 58 g produite au pic. Les besoins en lysine digestible semblent proche de 770 mg, ce qui correspond à environ 875 mg de lysine brute.

### ❷ Influence sur le taux de ponte et le poids moyen de l'oeuf :

Le tableau ci-dessous a été réalisé à partir des essais (10) (14) (27) (28) (29) (30) (31) (32) (33) et (34) et donne le pourcentage de réduction de la masse d'oeuf produite imputable à la réduction du taux de ponte en fonction de la teneur en lysine des régimes exprimée en %.

Teneur en Lysine en % (*)	Nbre données	Nbre essais	% de réduction imputable à la réduction du taux de ponte	Moyenne
100 à 85	9	8	15 - 54 - 57 - 57 61 - 68 - 85 - 100 - 100	66
84 à 60	8	6	26 - 45 - 48 - 61 - 61 - 68 - 72 - 80	58
59 à 48	3	1	78 - 79 - 79	
	20	11		65 ± 5

(\*) en % de la valeur d'estimation des besoins de chaque essais étudiés.

Une déficience des régimes en lysine se traduit par une réduction de la masse d'oeuf produite dont environ 65 % est liée à la réduction du taux de ponte et 35 % à la réduction du poids moyen de l'oeuf.

Cependant dans la première partie de ponte, il semblerait que le poids de l'oeuf soit beaucoup plus affecté que la ponte. Cela a été observé dans les essais réalisés au LCRAP et pourrait être en relation avec la réduction du poids corporel observée dans les régimes carencés.

### ❸ Influence sur les paramètres de production :

Le tableau ci-dessous a été réalisé à partir de l'ensemble des résultats expérimentaux présentés ci-dessus pour une masse d'oeuf de 58 g et un prix de la Lysine active de 22 F/kg.

LYSINE brute   dig. (mg / jour)	MASSE (g / l) %	TAUX %	P.M.O %	CONS. J. %	I.C. %	COUT ALIMENTAIRE %	COUT PRODUCTION
915   800	100	100	100	100	100	100	100
885   775	99.9	99.9	100	100	100.1	99.7	99.9
857   750	99.5	99.7	99.9	100	100.5	99.7	100.1
829   725	98.9	99.3	99.6	100	101.1	99.9	100.5
800   700	98.1	98.8	99.3	100	101.9	100.3	101.1
771   675	97.1	98.1	99.0	100	103	101.7	102.0
743   650	96.0	97.4	98.6	100	104.2	102.0	103.0
714   625	94.3	96.2	98.0	100	106.0	103.2	104.6
686   600	92.5	95.0	97.4	100	108.1	104.9	106.5

L'optimum tant technique qu'économique se situe donc entre 750 et 775 mg de lysine digestible.

#### ④ Besoins en fin de production :

Les essais entrepris au cours de ces dernières années ne montrent pas de différence de besoins en fin de ponte comme le montre l'exemple ci-dessous (28).

Lysine dig mg / jour	20 - 36 sem.		36 - 48 sem.		48 - 64 sem.	
	Masse	I.C.	Masse	I.C.	Masse	I.C.
786	100	100	100	100	100	100
703	97.8	101	96.6	101.8	94.5	103.3
636	95.8	102.5	93.9	105.0	93.8	105.4

Cela peut s'expliquer par une amélioration importante de la persistance de ponte de l'Isabrown.

#### Discussion

La réévaluation des résultats anciens, à partir des tables actuelles de matières premières (RPAN) et corrigés pour l'obtention d'une masse d'oeuf de 58 g au pic, permet de confirmer les résultats obtenus dans les essais récents, d'établir une courbe de réponse et de déterminer un optimum économique.

Cela concerne les acides aminés soufrés et la lysine pour lesquels de nombreux essais ont été effectués. Pour le tryptophane, peu de travaux ont été réalisés, les besoins sont donc relativement imprécis.

Pour la lysine, les besoins de production coïncident avec l'optimum économique. Pour les acides aminés soufrés, le coût de production se réduit alors que les besoins sont couverts. Ceci est dû à une augmentation de la consommation lorsque la poule est en subcarence. Le tableau ci-dessous donne une estimation de la consommation observée dans les essais en fonction du niveau des acides aminés des régimes. Une réduction de la teneur en A.A.S. se traduit par une augmentation de la consommation de 2 à 3 % alors qu'une déficience en lysine n'affecte pas la consommation d'aliment.

NIVEAU D' ACIDES AMINÉS	CONSOMMATION EN % DU NIVEAU 100	
	A.A. SOUFRES	LYSINE
97 à 87.5 %	99.6 - 100.4 - 100.9 - 101.8 - 101.9 - 102.4 102.6 - 102.8 - 103 - 103.8 - 104.2	97.6 - 98.2 - 99.1 - 99.6 - 101.2 - 101.2
87.5 à 80 %	99.6 - 101 - 101.3 - 101.9 - 102.2 - 103 - 104.2	98.6 - 99.6 - 99.8 - 99.9 - 99.9 - 102.7 - 104.3
< 80 %	73.5 - 82 - 89.7 - 89.9 - 90.8 - 92.3 - 92.3 99.2 - 100.5	85.5 - 94.0 - 95.2 - 96.6 - 100.1 - 100.1
Moyenne 97 à 80 %	n = 18      x = 102.0	n = 13      x = 100.1

La réduction des teneurs en protéines des aliments est liée à la connaissance précise des besoins en tryptophane. En outre, il est nécessaire de préciser que les valeurs obtenues dans cette synthèse concerne les besoins journaliers en acides aminés. En fonction des considérations économiques, de la variabilité des matières premières mises en oeuvre, les marges de sécurité seront plus ou moins élevées.

#### Conclusion

Les besoins en acides aminés soufrés en vue d'une optimisation du prix de revient pour une pondeuse de 2 kg, produisant 58 g d'oeuf au pic, avec un prix de la méthionine de 18 F/kg, semble proche de :

▪ A.A.S. bruts	775 mg / jour	⊙ Méthionine brute	435 mg / jour
▪ A.A.S. digestibles	685 mg / jour	⊙ Méthionine digestible	385 mg / jour

Une optimisation sur la seule masse d'oeuf aboutirait à des chiffres légèrement inférieurs. En effet, la poule a tendance à augmenter sa consommation d'aliment lorsque la teneur en acides aminés soufrés diminuent dans le régime ceci entraînant une dégradation importante de l'indice de consommation.

Les besoins en lysine digestible semblent proches de 770 mg pour optimiser la masse produite ou le prix de revient. Cela correspond à des besoins en lysine brute d'environ 880 mg.

La réduction de la masse d'oeuf produite est due en grande partie à une réduction du taux de ponte (65-70%) quelque soit le niveau de carence en lysine ou en méthionine. Il est donc vain de vouloir réduire le poids de l'oeuf en réduisant les teneurs en acides aminés.

Les besoins en Tryptophane sont assez mal connus, les essais entrepris au LCRAP et à l'ITCF en collaboration avec l'ISA et Eurolysine permettront d'améliorer nos connaissances et conduire à une réduction des teneurs en protéines. Les normes ISA sont les suivantes :

▪ Tryptophane brut	200 mg / jour
▪ Tryptophane digestible	170 mg / jour

Il convient d'être particulièrement vigilant dans les régimes comportant farines de viande et pois qui sont, des matières premières relativement pauvres en tryptophane. Une déficience en tryptophane réduit d'une manière importante le taux de ponte sans que le poids de l'oeuf ne soit sensiblement modifier. La persistance semblerait particulièrement affectée (25).

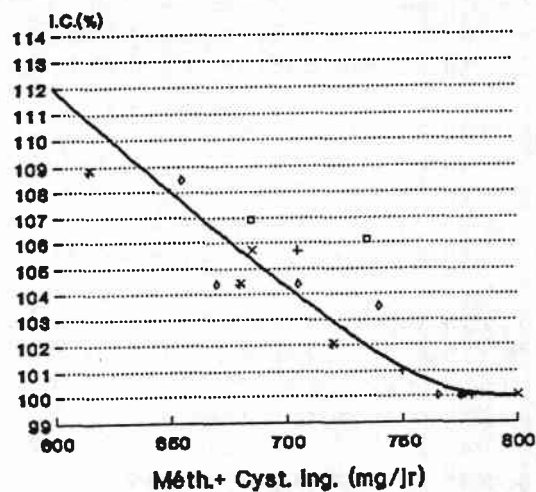
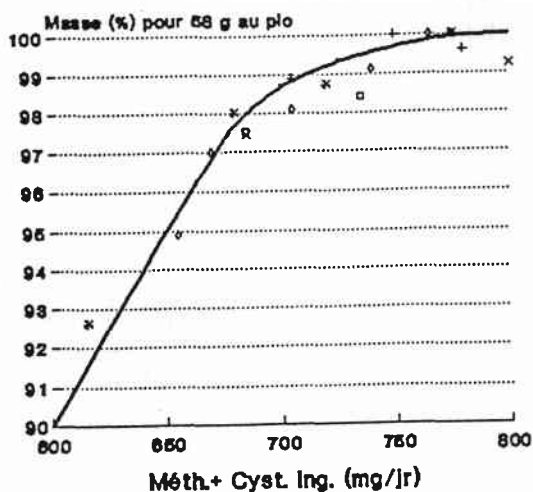
L'estimation des besoins résulte de l'utilisation des tables de matières premières RPAN. Il ne saurait être question de transposer ces valeurs sans tenir compte des valeurs utilisées en formulation.

## Références

- (1) Nutrition Guide 1993 - Edition Rhone Poulenc Animal Nutrition
- (2) European Amino Acid Table - Edition WPSA 1992
- (3) Feedstuffs Ingredient Analysis Table - 1984 Edition Feedstuff
- (4) Fisher C. et al., 1970. Br. Poult. Sci., 14, 469 - 484
- (5) RPAN 1994 Scientific Papers Food intake and A.A. in Poultry
- (6) Schutte J.B. et al., 1994. Poult. Sci., 73, 274 - 280
- (7) Calderon V.M. and Jensen L.S., 1990. Poult. Sci., 69, 934 - 944
- (8) Pourreza J. and Smith W.K., 1988. Br. Poult. Sci., 29, 605 - 611
- (9) Harms R.H. and Miles R.D., 1988. Poult. Sci., 67, 842 - 844
- (10) Gous R.M. et al., 1987. Br. Poult. Sci., 28, 427 - 436
- (11) Schutte J.B., 1984 et al., Archiv. Geflugelk., 48, 165 - 170
- (12) Schutte J.B. and Van Weerden E.J., 1978. Poult. Sci., 19, 573 - 581
- (13) Uzu G. et al., 1993. Poult. Sci., 72, 1656 - 1662
- (14) AEC - Informations, 1980. Les Acides Aminés chez la pondeuse
- (15) AEC - Informations, 1974. Besoin en lysine et en méthionine
- (16) Pourreza J., 1988. 18<sup>e</sup> Word Poultry Congress Nagoya
- (17) Bertram H.L. and Schutte J.B., 1992. 19<sup>e</sup> Word Poultry Congress Amsterdam, 606-609
- (18) Schutte J.B. et al., 1983. Br. Poult. Sci., 24, 319 - 326
- (19) Sauveur B., 1988. Reproduction des vol. et prod. d'oeufs INRA Ed.
- (20) Lunven P., 1973. Br. j. of Nutrition 30, 189 - 194
- (21) Vogt H. and Krieg R., 1983. Archiv. Geflugelk., 47, 248 - 253
- (22) Koelkebeck K.W. et al., 1991. Poult. Sci., 70, 1651 - 1653
- (23) Jensen L.S. et al., 1990. Poult. Sci., 69, 1956 - 1965
- (24) Ishibashi T., 1985. Japan Poult. Sci., 22, 256 - 263
- (25) Ohtani H. et al., 1989. Poult. Sci., 68, 323 - 326
- (26) Morris T.R. and Wethli E., 1978. Br. Poult. Sci., 19, 455 - 466
- (27) Bougon M. et al., 1995. Journées de Recherches Avicoles
- (28) Bougon M. et al., 1994. Sciences et Techniques Avicoles 6, 10 - 15
- (29) Bougon M., 1993. Communication personnelle
- (29 bis) Joly P., 1993. ISA Bulletin Service Technique
- (30) Bougon M. and Joly P., 1994. Lettre du Groupe français de la WPSA - Bul. 52
- (31) Uzu G. and Larbier M., 1985. Archiv. Geflugelk., 49, 148 - 190
- (32) Van Weerden E.J. and Schutte J.B., 1980. Archiv. Geflugelk., 44, 36 - 40
- (33) Joly P., 1973. CCPA Compte rendu d'expérimentation
- (34) Bougon M. et al., 1989. Bul. d' Inf. Station exp. d'Avi. de Ploufragan 29, 81 - 90
- (35) Wethli E. and Morris T.R., 1977. Br. Poult. Sci., 19, 559 - 565

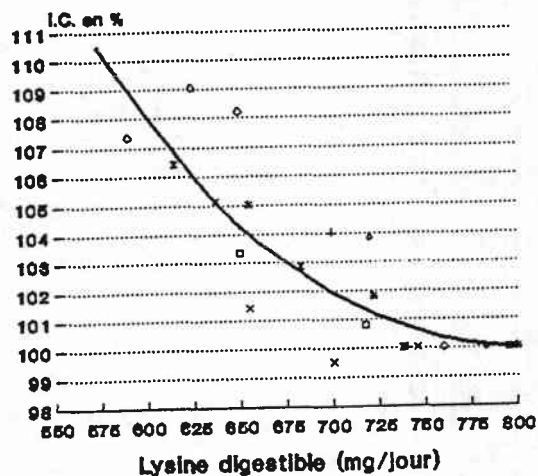
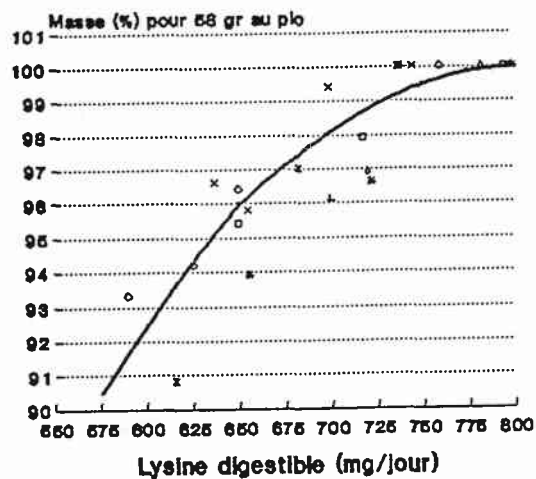


### Influence de la quantité de A.A.S. ingérée sur les paramètres de production



○ SCHUTTE 94-1+   SCHUTTE 94-2\*   SCHUTTE 84   □ SCHUTTE 78   × GOURS 86   — SYNTHESE

### Influence de la quantité de lysine digestible ingérée



○ (10)   + (27)   \* (28)   □ (29)   × (30)   • (31)   — Synthèse   × (34)

### Influence de la quantité d' A.A. sur le coût de production

