

**QUELQUES REMARQUES
CONCERNANT LA FORMATION
DE LA MATIÈRE GRASSE PAR LE PORC**

PAR

André-M. LEROY

Professeur de Zootechnie à l'Institut National Agronomique

PLAN DU MÉMOIRE

- I. — Importance et signification des quotients respiratoires supérieurs à l'unité constatés chez les porcs normalement alimentés.
- II. — Analyse et utilisation des données d'un récent travail de J. Ludvigsen et G. Thorbek concernant l'effet d'un antibiotique sur le métabolisme du porc.
- III. — Mécanismes de la consommation d'oxygène et du rejet de gaz carbonique par les porcs, entre 20 et 100 kilogrammes.
- IV. — Mise en évidence d'importantes variations individuelles chez des porcs soumis au même régime alimentaire.
- V. — Influence de la formation de la graisse sur le coefficient permettant de calculer l'ensemble des pertes de chaleur provenant des actions dynamiques spécifiques engendrées par la consommation des aliments.
- VI. — Influence de la formation de la graisse sur le rapport entre le poids vif gagné par l'animal et sa consommation alimentaire évaluée en unités fourragères.
- VII. — Conclusions pratiques résultant des observations formulées dans le cours du mémoire.

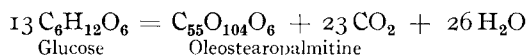
PREMIÈRE PARTIE

**Importance et signification des quotients respiratoires supérieurs
à l'unité constatés chez les porcs normalement alimentés.**

Dans le cours de la seconde moitié du xix^e siècle, de nombreux auteurs ont démontré que les animaux pouvaient transformer en matière

grasse les excédents de matériaux hydrocarbonés alimentaires qui n'étaient pas utilisés aux besoins de la calorification.

Des preuves évidentes de cette transformation ont été apportées presque au même moment par SOXHLET, MUSSL et STROHMER, TCHIRWINSKY, VOIT et LEHMANN et RUBNER. La formule brutale de cette transformation, qui ne préjuge en rien des mécanismes complexes et délicats exigés par cette dernière, et qui n'a d'autre prétention, pour cette raison, que de rendre compte du point de départ et du point d'arrivée des éléments mis en jeu, a été indiquée pour la première fois par Armand GAUTIER, puis confirmée par RICHET et HANRIOT. Elle possède la formule suivante :



La transformation, probablement exothermique, n'exige pas la présence de l'oxygène, et postule un important dégagement de gaz carbonique.

Les expériences effectuées sur les porcs par FINGERLING, par MOLLGAARD et par nous-même, avec la collaboration de ZELTER, ont nettement mis en évidence l'existence chez le porc de quotients respiratoires apparents supérieurs à l'unité, pouvant s'élever parfois jusqu'à 1,4, selon l'éloignement des repas. Ces coefficients ont tendance à augmenter à mesure que le porc avance en âge, ce qui est en parfait accord avec l'accroissement correspondant de la quantité de graisse quotidiennement formée par les animaux. Il nous a paru intéressant d'étudier de près ce phénomène, afin de voir dans quelle mesure il serait possible d'en tirer parti pour mettre en évidence l'existence, sur les animaux en cours d'engraissement, de différences individuelles. Nous avons également l'intention, en entreprenant le présent travail, d'examiner dans quelle mesure la relation d'A. GAUTIER pouvait permettre d'expliquer les résultats expérimentaux constatés par les auteurs précités.

DEUXIÈME PARTIE

Analyse et utilisation des données d'un récent travail de J. Ludvigsen et G. Thorbek, concernant l'effet d'un antibiotique sur le métabolisme du porc.

Deux élèves de MOLLGAARD, J. LUDVIGSEN et G. THORBEB, ont publié en 1955, dans la collection des C. R. des travaux des stations expérimentales du Danemark (N° 283), un fort intéressant travail sur les échanges nutritifs et respiratoires de porcs normalement alimentés. Ces animaux ont été divisés en deux lots composés chacun de 4 mâles et de 4 femelles ; ils recevaient la même alimentation, complétée seulement pour le lot expérimental n° 2 par une addition d'auréomycine, à la dose

quotidienne de 20 milligrammes. Chaque porc a été examiné à six reprises, en chambre respiratoire, pendant un temps suffisant pour qu'il soit possible d'étudier ses échanges de matières et d'énergie par l'emploi combiné des deux méthodes classiques de calorimétrie indirecte. Les résultats de chaque expérience, qui figurent in extenso dans le mémoire, ont été publiés dans la forme suivante, devenue classique à la suite des travaux de KELLNER.

TABLEAU I

Mode d'expression des résultats observés par LUDVIGSEN et THORBEK au cours de leurs expériences sur la détermination des échanges nutritifs des porcs.

Femelle n° 1 : Première période d'observation, 2 et 9 Mars 1954. — Régime alimentaire prévu pour des porcs entre 20 et 25 kg. — Balance de l'azote, du carbone et de l'énergie.

	Masse recueillie	Matière sèche	Azote total	Carbone	Calories
Aliments.....	2 138 g	843,8 g	32,43 g	384,1 g	3 713
Fèces.....	610 g	139,9 g	5,55 g	61,7 g	636
Urine.....	1 313 g		11,07 g	11,9 g	115
Retenu.....		703,9 g	26,88 g		
Rejeté.....			15,81 g		

Échanges respiratoires

	Échanges totaux		Échanges correspondant aux matières non azotées	
	Litres O ₂	Litres CO ₂	Litres O ₂	Litres CO ₂
1 ^{er} Essai.....	444,3	440,1	365,2	380,0
2 ^e Essai.....	420,3	427,8		
Moyenne.....	432,3	434,0		
	Balance du carbone		Balance de l'énergie	
	Excréta g	Ingesta g	cal.	cal.
Aliments.....		384,1		3 713
Fèces.....	61,7		636	
Urine.....	11,9		115	
CO ₂	232,8		2 172	
Dans la protéine.	51,4			563
Total.....		357,8		325
Carbone dans la matière grasse..		26,3	3 811	3 811
Ces 26,3 g de carbone correspondent à 34,4 g de graisse contenant 325 calories				+ 98
			Différence.....	
			Erreur expérimentale 2,6 %	
Production de chaleur évaluée par calorimétrie indirecte.....			2 172 — 49	= 2 123 calories
Détermination de la graisse produite, après correction corres- pondant à 29,2 g de graisse.....			325 — 49	= 276 calories
Énergie du gain de poids vif (protéine + matière grasse).....			563 + 276	= 839 calories

D'après le plan d'alimentation publié par les auteurs, il a été possible de calculer, pour chacune des expériences, les quantités de ma-

tières hydrocarbonées et de matières grasses digestibles utilisées par chaque animal. D'autre part, les données du mémoire correspondant à chaque expérience nous ont permis de déduire de la quantité totale de chaleur perdue la fraction de cette quantité correspondant aux matières azotées désassimilées et d'obtenir ainsi la part de la dépense énergétique provenant des matériaux non azotés.

L'énergie correspondant aux matières azotées désassimilées se calcule en effet de la manière suivante, indiquée par les auteurs du mémoire à la page 24 de ce dernier :

Énergie calorifique provenant des matières azotées = N urinaire $\times 6,25 \times 4,5$ calories. Ainsi, par exemple, pour l'expérience dont les détails figurent ci-dessus, la quantité de chaleur empruntée aux matériaux non azotés de la ration consommée s'obtient par les opérations suivantes :

Dépense métabolique totale mesurée par calorimétrie indirecte..	2123 calories
N urinaire : 11,07	
Fraction de la dépense métabolique correspondant aux matières azotées = $11,07 \times 6,25 \times 4,5$	<u>311 calories</u>
Fraction de la dépense métabolique correspondant aux matières non azotées (différence).....	1812 calories

Si nous supposons que la totalité de cette dépense métabolique correspondant aux matières non azotées provient uniquement des glucides disparus au cours des processus métaboliques, le résultat que nous obtiendrons en retranchant de l'énergie correspondant aux matières hydrocarbonées digérées la fraction de l'énergie métabolisée correspondant à ces mêmes matières nous fournira la quantité de glucides digestibles disponibles pour être transformés en graisse. Or, d'après la relation d'Armand GAUTIER, un gramme de matière hydrocarbonée peut donner au cours de cette transformation 0,3675 g de matière grasse. Nous pouvons donc ainsi connaître dans chaque cas la quantité de matière grasse correspondant aux glucides qui ne sont pas utilisés à des fins de calorification.

Il est légitime d'admettre, d'autre part, que la totalité des matières grasses peuvent se déposer après de faibles remaniements moléculaires ne modifiant pas leur masse dans les réserves adipeuses de chaque sujet. Si nous admettons cette hypothèse, il devient possible de calculer dans chaque cas la quantité de matière grasse qui peut enrichir quotidiennement le corps de l'animal, et de comparer le résultat obtenu à la détermination expérimentale correspondante.

Ainsi, par exemple, pour l'expérience dont nous avons donné précédemment les détails, la quantité de matière hydrocarbonée digérée est de 380 g, correspondant à 1920 calories. La fraction de cette quantité d'énergie transformable en graisse est de :

$$1920 - 1812 = 108 \text{ calories}$$

TABLEAU II

Comparaison des quantités de matière grasse prévues par le calcul et des quantités correspondantes mesurées expérimentalement.

N° du Porc	Sexe	Expé- rience	Poids du Porc	Matière sèche ingérée	Glucides digestibles correspondants	Énergie correspondante	Fraction de cette énergie utilisée par le métabolisme	Différence transfor- mée en m. g.	Matière grasse transformée	Matière grasse digestible	Matière grasse totale formée	
											Obtenue par calcul	Mesurée expé- rimentalement
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	M	I	24,2	844	480	1 920	1 812	108	10	26	36	29
2	F	—	26,0	847	486	1 943	1 622	321	30	26	56	57
3	M	—	26,3	840	484	1 936	1 549	387	37	26	63	61
4	F	—	29,0	841	484	1 936	1 805	131	13	26	39	44
5	M	—	28,2	841	484	1 936	1 570	366	37	26	63	60
6	F	—	26,9	840	484	1 936	1 936	0	0	26	26	22
7	M	—	25,4	847	486	1 943	1 604	279	27	26	53	55
8	F	—	24,7	844	488	1 940	1 600	240	33	26	59	60
1	M	II	33,5	1 092	625	2 500	2 054	446	43	31	74	74
2	F	—	30,4	1 095	652	2 610	1 869	741	72	31	103	103
3	M	—	30,5	1 211	702	3 050	1 767	1 281	124	34	158	157
4	F	—	39,5	1 211	787	3 050	2 229	821	82	34	116	120
5	M	—	39,0	1 211	702	3 050	1 996	1 054	105	34	139	137
6	F	—	38,0	1 211	762	3 050	2 125	925	93	34	126	127
7	M	—	35,5	1 095	652	2 610	1 554	1 056	105	31	136	143
8	F	—	35,0	1 092	652	2 610	1 902	708	68	31	99	99
1	M	III	44,0	1 466	907	3 617	2 469	1 168	106	39	145	146
2	F	—	48,0	1 452	929	3 717	2 370	1 347	130	39	169	181
3	M	—	48,6	1 607	1 042	4 168	2 154	2 014	194	42	236	230
4	F	—	53,0	1 610	1 067	4 268	2 556	1 712	165	42	207	196
5	M	—	51,0	1 610	1 042	4 168	2 347	1 821	176	42	218	218
6	F	—	50,4	1 607	1 042	4 168	2 579	1 589	153	42	195	204
7	M	—	46,7	1 452	929	3 717	1 686	2 031	190	39	235	234
8	F	—	47,5	1 465	929	3 717	2 237	1 480	143	39	182	185
1	M	IV	56,6	1 729	1 165	4 462	2 818	1 644	159	45	204	199
4	F	—	67,0	1 999	1 375	5 505	3 172	2 333	225	50	275	269
5	M	—	64,6	1 870	1 255	5 021	2 861	2 160	209	47	256	254
6	F	—	63,5	1 989	1 375	5 505	2 663	2 842	275	50	225	234
7	M	—	59,0	1 735	1 165	4 462	2 771	1 691	163	45	208	213
8	F	—	62,0	1 854	1 255	5 021	2 619	2 402	232	47	279	281
1	M	V	71,4	2 123	1 450	5 800	3 426	2 374	229	53	282	278
2	F	—	73,0	2 131	1 487	5 980	3 179	2 771	267	53	320	320
4	F	—	81,6	2 415	1 750	7 000	3 635	3 365	325	60	385	384
5	M	—	79,6	2 266	1 606	6 425	3 273	3 152	304	56	360	360
6	F	—	75,5	2 271	1 606	6 425	3 037	3 388	327	56	383	381
7	M	—	73,5	2 124	1 487	5 950	3 155	2 795	270	53	323	338
8	F	—	78,3	2 261	1 606	6 425	3 349	3 076	297	56	353	364
1	M	VI	87,0	2 583	1 800	7 200	3 888	3 312	320	63	383	377
2	F	—	89,0	2 583	1 837	7 350	3 762	3 588	342	63	405	419
4	F	—	98,3	2 713	2 000	8 000	4 291	3 709	359	66	425	402
5	M	—	96,3	2 573	1 837	7 350	3 666	3 684	355	63	418	419
6	F	—	90,6	2 572	1 837	7 500	3 304	4 296	415	63	478	480
7	M	—	80,0	2 582	1 837	7 350	3 692	3 658	354	63	417	396
8	F	—	96,0	2 723	2 000	8 000	4 041	3 959	383	66	449	461

La confrontation des résultats qui figurent dans les deux colonnes de droite du tableau, montre avec évidence que les quantités de matière grasse obtenues par les deux méthodes sont, dans le plus grand nombre des cas, exactement superposables, ce qui est une excellente preuve de la valeur de la formule d'A. Gautier.

ce qui correspond à 28,4 g de glucose, dont la transformation en graisse fournit $28,4 \times 0,3675 = 10,4$ g de cette dernière.

D'autre part, les aliments consommés par l'animal lui apportent 25,8 g de matière grasse digestible. La quantité de graisse de dépôt fournie par notre calcul $10,4 + 25,8 = 36,2$ g, peut ainsi se comparer à la quantité correspondante obtenue par l'expérience, qui est de 26,2 g.

Dans le tableau II, nous avons fait figurer tous les calculs analogues, pour les 8 sujets et les 6 séries expérimentales. Seul, le sujet n° 3 ne figure que dans les 3 premières séries.

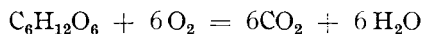
En valeur absolue, l'erreur moyenne entre les deux déterminations de la matière grasse, obtenues, la première par calcul et la deuxième, expérimentalement, qui est de 2,36, est nettement inférieure à celle que les auteurs danois ont trouvée entre les résultats des deux méthodes de calorimétrie utilisées par eux, laquelle s'élève à 7,61 (pour 44 couples de données expérimentales) ⁽¹⁾.

TROISIÈME PARTIE

Mécanismes de la consommation d'oxygène et du rejet de gaz carbonique par les pores, entre 20 et 100 kilogrammes.

D'après l'hypothèse précédemment admise, la totalité des matières non azotées utilisées à la calorification est fournie par la fraction des glucides digestibles qui n'est pas transformée en graisse. Puisque nous connaissons la quantité d'énergie provenant de l'utilisation de ces glucides, qui figure dans la colonne 5 du tableau II, il est facile d'en déduire la quantité de glucose provenant de ces derniers et correspondant à chaque cas. Ce nombre est égal à celui de la colonne 4 divisé par la valeur calorifique d'un gramme de glucide, que nous avons fixée à 3,9 calories par gramme.

D'après l'équation théorique de la combustion du glucose :



Une quantité de 180 g de glucose s'unit à 192 g d'oxygène et fournit 264 g de gaz carbonique accompagné de 108 g d'eau. Un gramme de glucose utilisé à des fins énergétiques exige donc 1,067 g d'oxygène et correspond à une émission de 1,467 g de gaz carbonique. Transformés en volume à 0 et 760 mm, les quantités correspondantes de gaz sont de 0,75 l pour l'oxygène comme pour le gaz carbonique.

Nous pouvons ainsi calculer les quantités d'oxygène nécessaires à la combustion totale des glucides disparus au cours de chaque expérience, et les comparer aux quantités correspondantes mesurées expérimenta-

⁽¹⁾ Pour l'expérience I effectuée avec la femelle n° 1 dont nous avons donné les résultats détaillés, cette erreur est de $34,4 - 29,2 = 6,2$. Entre les données correspondantes du tableau II, l'écart est de 7.

lement, qui figurent dans le mémoire de LUDVIGSEN et THORBÈK. Ainsi, pour l'expérience de la série I, effectuée avec la femelle N° 1, le nombre

TABLEAU III

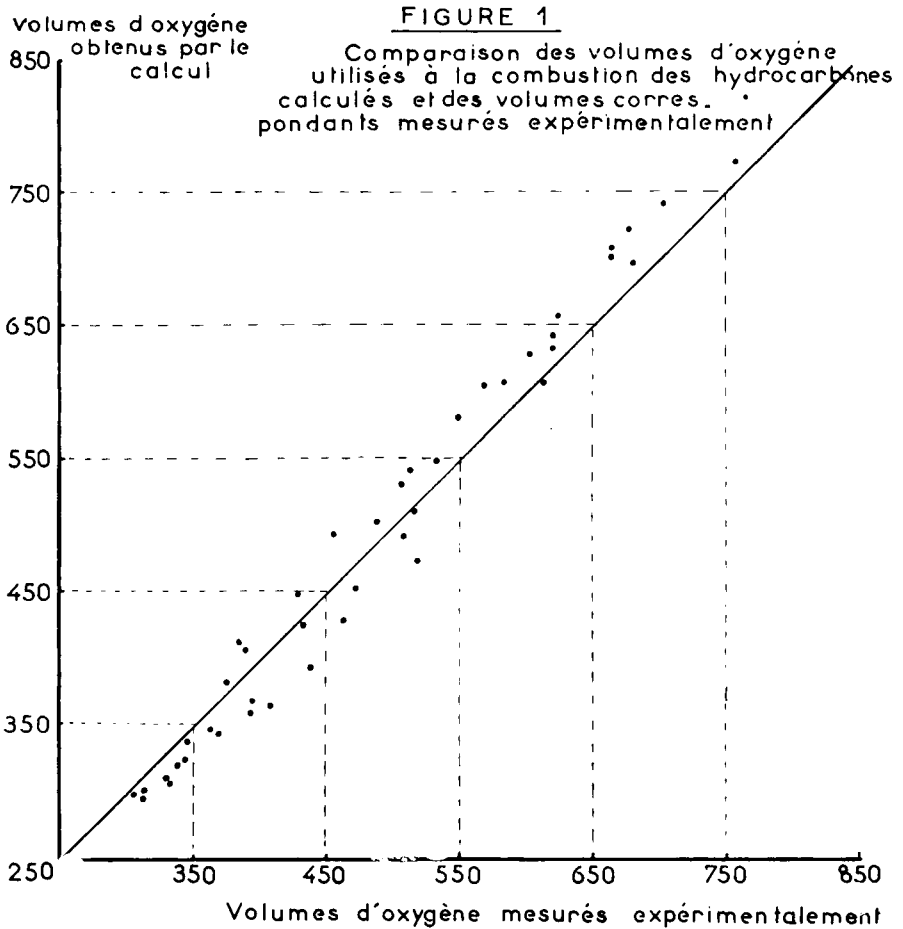
Résultats fournis par les calculs et par les mesures de l'oxygène absorbé et du gaz carbonique, émis au cours de chaque expérience.

N° du Porc	Série expérimentale	Données concernant l'oxygène absorbé				Données concernant le gaz carbonique émis				
		O ₂ absorbé total	O ₂ correspondant aux mat. azotées	O ₂ correspondant aux matières non azotées O ₂		CO ₂ émis. total	CO ₂ corr. aux mat. azotées	CO ₂ corr. aux mat. non azotées	CO ₂ excédentaire prov. de la formation de la graisse	
				Calculé	Mesuré				Calculé	Mesuré
		I I	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9
1	I	432	67	348	365	434	54	380	6	15
2	—	387	55	312	332	388	45	343	18	11
3	—	403	90	297	313	410	72	338	22	25
4	—	428	123	346	370	421	99	375	8	5
5	—	400	86	302	314	409	70	339	22	25
6	—	452	56	371	396	440	45	395	0	—
7	—	417	77	320	340	414	61	353	16	13
8	—	395	62	308	333	393	50	343	20	10
1	II	540	100	394	440	522	81	441	26	1
2	—	476	81	360	395	475	66	409	43	14
3	—	446	99	340	347	489	79	410	74	63
4	—	502	68	428	435	538	54	484	49	49
5	—	468	91	384	377	527	73	454	63	77
6	—	463	72	408	391	537	58	479	56	88
7	—	415	108	299	307	450	87	363	63	55
8	—	476	67	366	409	468	54	414	41	5
1	III	627	108	476	519	636	87	549	64	30
2	—	560	87	455	473	625	70	555	78	82
3	—	509	123	414	386	608	101	509	116	123
4	—	606	97	493	509	630	78	552	99	43
4	—	562	133	452	429	644	107	537	106	108
6	—	556	99	495	457	673	80	593	92	136
7	—	468	123	324	345	539	99	440	118	95
8	—	552	86	430	466	591	69	522	86	56
1	IV	642	129	543	513	738	103	635	95	122
4	—	724	108	610	616	815	87	729	135	113
5	—	688	153	551	535	787	123	664	125	129
6	—	647	129	513	518	748	103	645	165	127
7	—	649	141	534	508	732	114	618	98	110
8	—	600	110	504	490	697	89	608	139	118
1	V	748	122	660	626	867	98	769	137	143
2	—	679	94	609	585	793	89	704	160	95
4	—	792	109	700	683	906	88	818	195	135
5	—	739	135	631	604	855	109	746	182	142
6	—	668	117	584	551	813	94	719	196	168
7	—	708	138	607	570	826	111	715	162	145
8	—	746	123	645	623	856	101	755	178	132
1	VI	841	137	745	704	1 017	111	906	192	202
2	—	789	110	725	679	964	89	875	205	196
4	—	908	141	824	767	1 077	113	964	215	197
5	—	814	149	705	665	965	120	845	213	180
6	—	735	114	637	621	874	92	782	249	161
7	—	814	150	709	664	985	121	864	212	200
8	—	896	136	776	760	1 035	109	926	230	166

des calories résultant de la combustion des glucides est de 1 812. Ceci correspond à $\frac{1\,812}{3,9}$ de glucose, dont l'utilisation exige

$$\frac{1\,812}{3,9} \times 0,75 = 348 \text{ litres}$$

d'oxygène, volume à rapprocher de la donnée expérimentale correspondante, qui est de 365 l (tableau III).



Pour chacune des 44 expériences, de semblables calculs ont été effectués ; leurs résultats figurent dans la colonne 3 du tableau III. Les données ainsi obtenues peuvent être aisément comparées aux résultats expérimentaux correspondants, reproduits dans la colonne 4 du même tableau.

Nous constatons ainsi que les écarts entre les deux séries de données sont tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. Pour mieux comparer ces

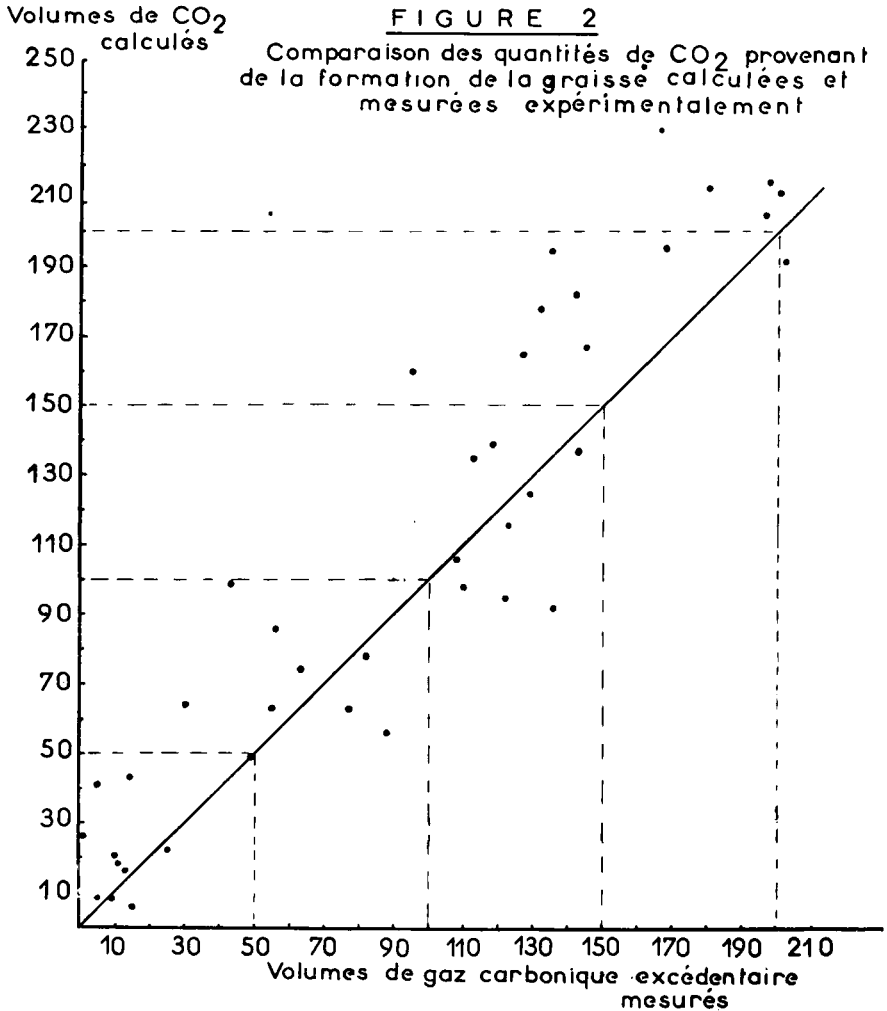
résultats, il est utile de construire un graphique, (Fig. 1) obtenu en portant en abscisses les volumes d'oxygène résultant de l'expérimentation directe, et, en ordonnées, les nombres correspondants obtenus par le calcul. Les points représentant chaque couple de données se trouvent ainsi sensiblement rangés autour de la bissectrice de l'angle droit formé par les deux axes, ce qui nous permet de conclure à la similitude des deux séries de mesures.

Si l'on tient compte du fait que les écarts entre les valeurs prises deux à deux ne dépassent jamais 10 p. 100, on peut admettre qu'elles proviennent des erreurs expérimentales inévitables. L'hypothèse de l'identification à des glucides de la fraction des matières non azotées utilisées à la calorification se trouve donc ainsi vérifiée.

Examinons maintenant les renseignements que nous apportent les mesures expérimentales concernant le gaz carbonique. Pour chaque expérience, il est fait mention, à côté du volume total émis en 24 h par l'animal, de la fraction de ce gaz correspondant aux matières non azotées. Or, puisque nous savons que les matériaux utilisés à la calorification sont exclusivement des glucides, le volume théorique du gaz carbonique formé au cours de la transformation de ces glucides devrait être identique à celui de l'oxygène (Quotient respiratoire $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = 1$). Mais il existe dans tous les cas — sauf une exception — une différence plus ou moins forte entre le CO_2 observé attribué aux glucides et celui de l'oxygène correspondant. La différence entre ces deux volumes provient évidemment du gaz carbonique excédentaire provenant de la transformation d'une certaine partie des glucides en lipides, dont le volume, calculé à l'aide de l'équation d'A. GAUTIER, est de 0,6 litre de gaz carbonique par gramme de matière grasse formée. Or, nous connaissons, pour chaque expérience, la quantité de matière grasse provenant de la transformation des glucides. Il est donc possible, dans ces conditions, de comparer le gaz carbonique excédentaire correspondant à chaque essai à la quantité théorique de ce même gaz obtenu en multipliant le nombre de grammes de graisse formée par le coefficient 0,6. Les résultats de ces comparaisons figurent dans les colonnes 8 et 9 du tableau III.

Comme nous l'avons fait pour les volumes d'oxygène, nous avons établi un graphique (fig 2) en portant en abscisses les volumes excédentaires de gaz carbonique provenant des données expérimentales, et en ordonnées, les volumes correspondants obtenus par le calcul à partir des matières grasses. Bien que la concordance entre les deux séries soit moins satisfaisante que celle que nous venons précédemment de constater à propos des données relatives à l'oxygène, nous pouvons admettre, en raison des nombreuses causes d'erreurs qui peuvent se produire au cours de semblables observations, que les quotients respiratoires supérieurs à l'unité, qui

s'observent couramment chez le porc, s'expliquent par le gaz carbonique dégagé au cours de la formation de la graisse aux dépens des glucides.



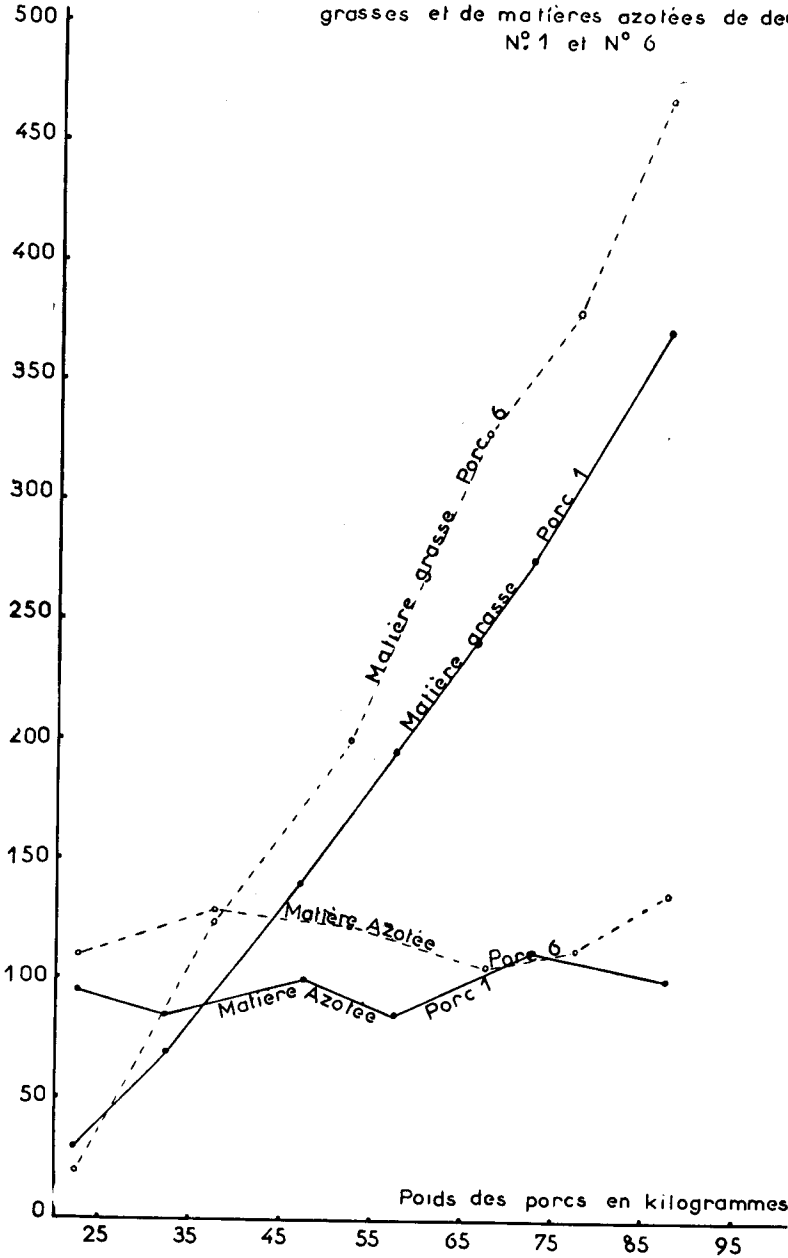
QUATRIÈME PARTIE

Mise en évidence d'importantes variations individuelles chez des porcs soumis au même régime alimentaire.

L'examen détaillé des données analysées montre qu'il existe entre des animaux dont les gains de poids vif sont analogues de considérables différences entre les poids de matières azotées et de matière grasse dont leur corps s'accroît chaque jour. La figure 3, qui indique la composition

Matières fixées
par jour en grs

FIGURE 3
Comparaison des gains quotidiens de matières
grasses et de matières azotées de deux porcs
N° 1 et N° 6



des gains quotidiens des porcs 1 et 6, en fonction de leur poids vif, montre nettement que, pour des accroissements de poids sensiblement identiques, le premier a toujours fixé moins de matériaux organiques que le second.

Au cours de l'expérience, les gains quotidiens des deux porcs ont été respectivement de 590 g, pour le n° 1, et de 607 g, pour le n° 2. Les compositions des gains de poids vif entre 20 et 90 kg ont été les suivants.

TABLEAU IV

Composition des gains de poids vif moyens, par kilogramme, des porcs N° 1 et N° 6

	par kilogramme de gain	
	Porc N° 1	Porc N° 6
Matières azotées.....	164 g	198 g
Matières grasses.....	331 g	485 g
Energie potentielle correspondante..	4101 calories	5673 calories.

Devant de pareils résultats, il est raisonnable de penser que le porc n° 1, moins chargé de graisse que l'autre porc au moment de l'abatage, devait incontestablement mieux convenir aux exigences de la demande actuelle des utilisateurs de viande de porc.

L'examen comparé des données des tableaux II et III semble indiquer que, dans chaque série, les porcs qui obtiennent les gains quotidiens de matière grasse les plus élevés sont ceux pour lesquels la consommation d'oxygène est la plus faible. Pour obtenir la preuve de cette observation, nous avons fait figurer, sur le tableau suivant (tableau V), pour chacune des 6 séries d'expérience, les gains de matière grasse le plus élevé et le plus faible de la série, avec, en regard, les quantités d'oxygène absorbé correspondantes.

TABLEAU V

Comparaison de la quantité de matière grasse fixée par les porcs et de la consommation d'oxygène correspondante.

Numéro de la série	Numéro de l'animal	Gain quotidien de matière grasse g	Quantité totale d'oxygène consommée litres
I	3	61	403
	6	22	452
	Moyenne du lot	48	414
II	3	157	446
	1	74	540
	Moyenne du lot	120	473
III	7	234	468
	1	146	627
	Moyenne du lot	199	555
IV	8	281	600
	1	199	658
	Moyenne du lot	242	642
V	6	381	668
	1	278	748
	Moyenne du lot	345	726
VI	6	480	735
	1	377	841
	Moyenne du lot	422	828

En corrigeant les résultats obtenus pour tenir compte dans chaque série de l'influence exercée par les différences des poids des animaux sur la consommation de poids vif et le gain de matière grasse, il a été possible de calculer le coefficient de corrélation entre la consommation totale d'oxygène et l'enrichissement quotidien de matière grasse. Ce coefficient est de — 0,493.

Nous pensons qu'il convient d'attribuer à cette observation une importance pratique considérable. Les porcs à grasse typiques ont, en effet, une capacité pulmonaire réduite, en raison du faible développement de leur cage thoracique, qui coïncide généralement avec des côtes verticales. L'étude de l'ampleur des mouvements respiratoires chez l'animal vivant et la mesure systématique du volume de la cage thoracique post-mortem pourraient à notre avis fournir aux sélectionneurs qui recherchent le porc à viande de très utiles renseignements.

CINQUIÈME PARTIE

Influence de la formation de la grasse sur le coefficient permettant de calculer l'ensemble des pertes de chaleur provenant des actions dynamiques spécifiques engendrées par la consommation des aliments.

Dans un précédent travail, nous avons montré que la consommation des aliments entraînait un important accroissement de la dépense énergétique, suivie d'une période de rémission d'autant plus accentuée que la consommation de matière sèche et la quantité d'azote digéré dépassant les besoins de l'organisme sont plus faibles. Si l'on désigne l'énergie métabolisable par M , le besoin d'énergie d'entretien par E , l'énergie potentielle du gain quotidien de matières organiques par P , et la matière sèche par M_s , on a

$$M = E + a M_s + P$$

expression dans laquelle a est un coefficient voisin de l'unité, qui, pour les porcs, a été évalué à 0,85 calories.

Pour chacune des 44 expériences, les données publiées permettent de connaître l'énergie totale dissipée sous forme de chaleur. Le poids de l'animal pendant l'essai permet de calculer la quantité d'énergie E nécessaire à l'entretien. La différence entre l'énergie totale perdue M et l'énergie d'entretien, E , correspond à l'ensemble des actions dynamiques spécifiques entraînées par la consommation des aliments. Puisque l'on connaît également la quantité correspondante de matière sèche absorbée, M_s , on peut ainsi calculer dans chaque cas la valeur du coefficient a , au

moyen de la formule $a = \frac{M - E}{M_s}$

Ainsi, pour l'expérience faite avec le porc N° 1, au cours de la série I, les valeurs respectives de M et de Ms sont 2 123 cal. et 843 g. Pour un poids de 26 kg, la valeur de E est de 1 060 calories. Dans ce cas, la valeur de a est de $\frac{2123 - 1060}{843} = 1,24$

Le tableau VI nous indique, pour chaque expérience, les résultats de pareils calculs. La moyenne générale de la valeur de a, pour l'ensemble des essais, est de $0,894 \pm 0,013$.

Si nous éliminons la première série de mesures effectuée sur des sujets qui, par manque d'habitude, devaient être particulièrement turbulents, ce qui contribuait vraisemblablement à accroître leurs dépenses, nous constatons que la moyenne des autres déterminations est de 0,86, nombre presque identique à celui que nous avons nous-même antérieurement publié.

TABLEAU VI

Valeurs du rapport $\frac{M - E}{Ms}$ pour chacune des expériences.

Série	N° du Porc	Poids de l'animal	Valeur de $\frac{M - E}{Ms}$	Série	N° du Porc	Poids de l'animal	Valeur de $\frac{M - E}{Ms}$	
I....	1	24,2	1,29	IV....	1	56,5	1,01	
	2	26,0	0,87		4	67,0	0,92	
	3	26,3	1,05		5	64,6	0,95	
	4	29,0	1,09		6	63,5	0,75	
	5	28,2	0,99		7	59,0	1,00	
	6	26,9	0,76		8	62,0	0,74	
	7	25,4	1,13		Moyenne			0,895
	8	24,7	1,00					
	Moyenne				1,02			
II....	1	35,5	1,13	V....	1	71,4	0,99	
	2	36,4	0,87		2	73,0	0,80	
	3	36,5	0,76		4	81,6	0,87	
	4	39,5	0,98		5	79,4	0,83	
	5	39,0	0,88		6	75,5	0,73	
	6	38,0	0,92		7	73,5	0,87	
	7	35,5	0,70		8	78,3	0,84	
	8	35,0	0,85		Moyenne			0,85
	Moyenne				0,89			
III....	1	44,0	1,04	VI....	1	87,0	0,93	
	2	48,0	0,87		2	89,0	0,83	
	3	48,6	0,74		4	98,3	0,99	
	5	51,0	0,87		5	96,3	0,84	
	6	50,4	0,92		6	90,6	0,65	
	7	46,7	0,53		7	80,0	0,87	
	8	47,5	0,77		8	96,0	0,91	
	Moyenne				0,82	Moyenne		0,86
		Sans le N° 7			0,87			

Les très faibles différences entre les moyennes des indices $\frac{M - E}{Ms}$ correspondant aux cinq dernières séries montrent qu'il ne semble pas

exister de corrélation entre les valeurs de ces indices et la quantité de matière grasse formée chaque jour par les porcs.

Le tableau ci-après (tableau VII) indique en effet que les valeurs des indices demeurent sensiblement les mêmes, pour des dépôts quotidiens de matière grasse comprises entre 100 g et 450 g par jour.

TABLEAU VII

Relation entre l'indice $\frac{M - E}{M_s}$ et la production quotidienne de matière grasse.

Matière grasse produite entre	Valeur moyenne de l'indice
75 et 150 g.....	0,89
150 et 200 g.....	0,83
200 et 300 g.....	0,90
300 et 375 g.....	0,85
dépassant 375 g.....	0,86

SIXIÈME PARTIE

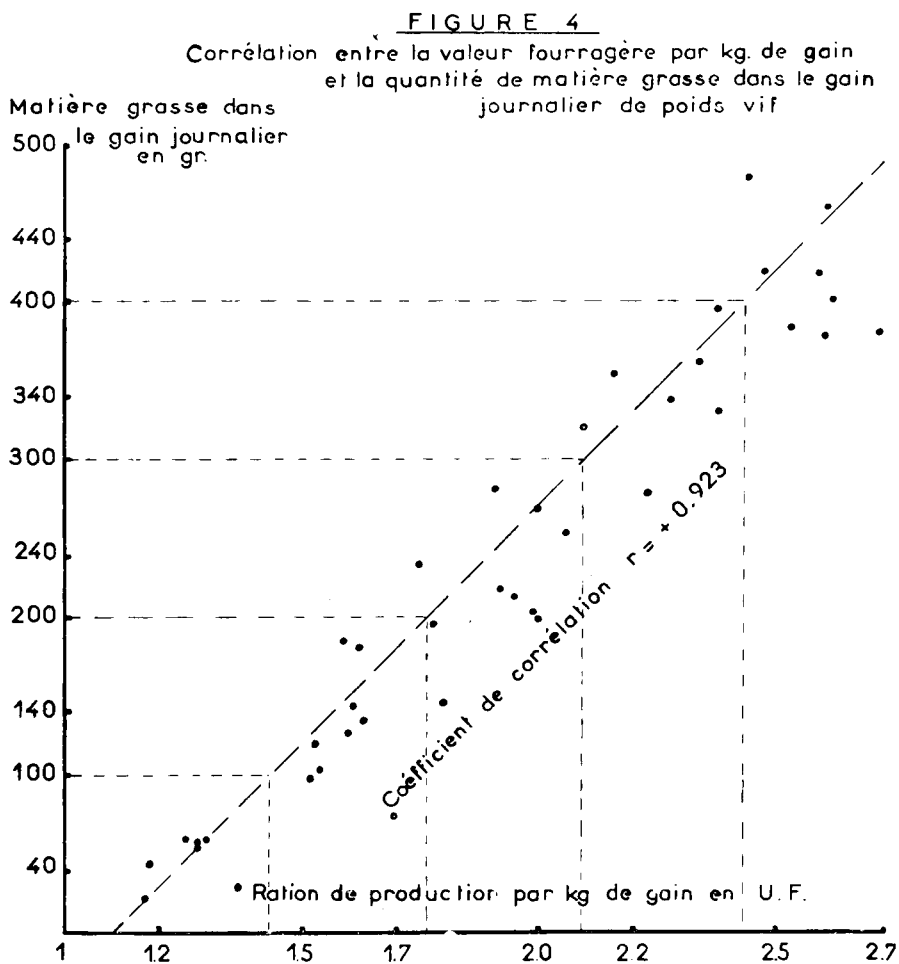
Influence de la formation de la graisse sur le rapport entre le gain de poids vif quotidien et la consommation alimentaire correspondante évaluée en unités fourragères.

Les données numériques contenues dans l'ouvrage de J. LUDVIGSEN et G. THORBEC permettent aisément de calculer, pour chaque expérience, la valeur énergétique de la ration consommée, évaluée en unités fourragères. La connaissance, dans chaque cas, du poids de l'animal et de son gain quotidien de poids vif permet la détermination de la ration de production par kilogramme de gain. Il suffit, en effet, pour obtenir ce résultat, de déduire du nombre d'unités fourragères représentant la ration totale, celui qui correspond à la ration théorique d'entretien, calculée en fonction du poids vif, et de diviser le résultat par le gain quotidien.

Citons, à titre d'exemple, le cas du porc N° 1, observé au cours des périodes I et II. Le poids moyen pendant ces 2 périodes était de 28,8 kg et le gain journalier correspondant, de 433 g, pour une consommation d'aliments représentant 1,05 unité fourragère. Le besoin d'entretien correspondant est de 0 u 43, ce qui laisse pour la production 0 u 62, soit : $\frac{0,62 \times 1000}{433} = 1 \text{ u } 43$ par kilogramme de gain.

Nous avons recherché l'existence d'une corrélation entre ces résultats et la quantité journalière de matière grasse accumulée quotidiennement par les porcs au cours de la même période. Comme l'on pouvait s'y attendre, un coefficient de corrélation entre ces deux séries de données s'est montré très élevé (+ 0,923). La figure 4, construite en portant en abscisses les indices de la ration de production par kg et en ordonnées les quantités

correspondantes de matière grasse quotidiennement formée, montre avec évidence que l'on peut déduire, avec une certaine approximation, la valeur d'une des deux variables en fonction de l'autre.



L'observation attentive d'un porc, au cours de sa croissance, pourrait donc ainsi permettre de constater dans quelle mesure cet animal a tendance à former plus ou moins de grasse. Il suffirait, pour cela, de noter exactement la composition de sa ration, ainsi que la valeur alimentaire précise des constituants de cette dernière. Le tracé de la courbe de croissance, obtenu à l'aide de pesées hebdomadaires, permettrait de calculer pour chaque semaine, en même temps que le gain de poids vif et le poids moyen, l'indice de la ration de production correspondant, duquel il serait possible de déduire la quantité de grasse quotidiennement obtenue. Il n'y

aurait plus qu'à rapprocher cette quantité de graisse du gain de poids vif observé pour en déduire le pourcentage de matière grasse par rapport à ce même gain.

TABLEAU VIII

*Indice de la ration de production par kilogramme de gain
et matières grasses fixées par jour.*

Numéro du Porc	Numéro de l'essai	Indice de la ration de production par kg de gain	Matières grasses du gain quotidien	Matières grasses déduites de l'indice de la colonne 3	Écarts
1	2	3	4	5	6
		u. f.	g	g	
1	I	1,36	29	65	+ 36
	II	1,69	74	164	+ 90
	III	1,80	146	196	+ 50
	IV	2,00	199	253	+ 54
	V	2,24	278	320	+ 42
	VI	2,61	377	423	+ 46
2	I	1,28	57	53	- 4
	II	1,54	103	112	+ 9
	III	1,63	181	147	- 34
	V	2,09	320	279	- 41
	VI	2,47	410	385	- 34
	I	1,18	44	27	- 27
4	II	1,58	120	120	0
	III	1,78	196	192	- 4
	IV	2,00	269	253	- 16
	V	2,53	384	399	+ 15
	VI	2,62	402	428	+ 26
	I	1,30	60	58	- 2
5	II	1,63	134	150	+ 16
	III	1,92	218	217	- 1
	IV	2,05	254	268	+ 14
	V	2,34	362	350	- 12
	VI	2,59	419	421	+ 2
	I	1,17	22	20	- 2
6	II	1,60	127	140	+ 13
	III	1,99	204	250	+ 46
	IV	2,38	331	360	+ 29
	V	2,68	381	450	+ 69
	VI	2,44	480	378	- 102
	I	1,28	55	52	- 3
7	II	1,61	143	141	- 2
	III	1,75	234	181	- 53
	IV	1,95	213	253	+ 40
	V	2,28	338	332	- 6
	VI	2,38	396	362	- 34
	I	1,26	60	45	- 15
8	II	1,52	99	104	+ 5
	III	1,59	185	138	- 47
	IV	1,91	281	225	- 56
	V	2,16	354	296	- 58
	VI	2,61	461	425	- 36

L'étude des données du tableau ci-après (tableau VI) montre que les résultats obtenus par expérience et ceux que l'on peut déduire du besoin de production par kg de gain ne sont connus qu'à une assez grande approximation. Mais si, au lieu de considérer chaque cas isolément, on consulte la série des données se rapportant à un même porc, il est facile de constater

que, pour le plus grand nombre de cas, les erreurs en plus ou en moins se compensent. A la condition de multiplier les observations, il semble qu'il y ait beaucoup de chances pour que les indices de la ration de production par kilogramme de gain calculés hebdomadairement pendant toute la durée de l'engraissement d'un porc fournissent une assez bonne mesure de la quantité totale de graisse accumulée en fin d'engraissement dans le corps de cet animal.

Voici, d'après ces renseignements, quelles sont les différences entre les teneurs moyennes en matières grasses par kilogramme de gain, pour l'ensemble de la période d'engraissement, obtenues par l'expérience, d'une part, et par le calcul, d'autre part. On voit ainsi que, dans 5 cas sur 7, les différences entre les deux mesures sont égales ou inférieures à 10 p. 100

TABLEAU IX

Teneurs en matières grasses des gains de poids vif pour l'ensemble de la période d'engraissement, évaluées par kilogramme de gain.

Désignation de l'animal	Grain moyen quotitien gr.	Matières grasse pour 100 kg. de grain		Différence en valeur absolue	%
		Mesurées expériment. %	Mesurés par le calcul %		
1	588	33,1	40,3	+ 7,2	21,7
2	584	37,7	35,2	— 2,5	6,6
4	621	32,7	33,0	+ 0,3	0,9
5	604	30,6	37,3	+ 0,7	1,9
6	595	40,0	44,0	+ 4,0	10,0
7	584	39,6	37,7	— 1,9	5,0
8	635	35,4	31,5	— 3,9	11,0

CONCLUSION

De l'ensemble de ce travail, nous pensons pouvoir tirer les conclusions suivantes :

1° Lorsque l'on connaît la fraction des glucides digestibles utilisés par l'animal pour ses besoins énergétiques, la quantité de matières grasses formée quotidiennement est sensiblement égale à la quantité de glucides supplémentaires disponibles, multipliée par 0,37, augmentée de la quantité correspondante des lipides digestibles. L'équation d'Armand GAUTIER, qui rend compte de la transformation du glucose en matière grasse, vérifiée une première fois par ces calculs, se trouve vérifiée une deuxième fois lorsque l'on considère les quantités d'oxygène absorbé et de gaz carbonique rejeté au cours des observations.

2° Il existe une corrélation négative (— 0,49) entre la quantité d'oxygène consommée par l'animal en un temps donné et la quantité corres-

pondante de matière grasse formée. Il résulte de cette observation que les porcs ayant tendance à produire exagérément de la graisse ont vraisemblablement une capacité respiratoire inférieure à celle des autres animaux.

3° L'énergie dépensée par les porcs en supplément de leur besoin énergétique net d'entretien, qui totalise l'ensemble des actions dynamiques spécifiques entraînées par l'absorption et l'assimilation des aliments, ainsi que par la désassimilation des nutriments excédentaires, est sensiblement égale, exprimée en grandes calories, au nombre de grammes de matière sèche ingérée multipliée par le coefficient 0,86.

4° Il est possible de calculer approximativement la quantité de matière grasse accumulée dans le corps de l'animal au cours de son engraissement, à condition de connaître son gain moyen quotidien de poids vif et ses besoins de production, évalués en unités fourragères par kilogramme de gain, pour des périodes de durée limitée au cours desquelles la consommation d'aliments et l'accroissement de poids corporel ont été exactement mesurés.

Reçu pour publication le 9 avril 1957.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOUSSAINGAULT. — *Ann. de physique et chimie*, 1845.
 DUMAS, BOUSSAINGAULT, PAYEN. — *C. R. Ac. des Sciences*, 15 février, 1843.
 FINGERLING. — *Land. Versuchs Stat.*, 113, I, 1932 ; 114, I, 1933 ; 116, I, 1933 ; 118-119, I, 1933 ; 120-121, I, 1934.
 LÉFÈVRE (J.). — *Chaleur animale et bioénergétique*, 1911, Masson, éd. Paris.
 LÉROY (A. M.). — *C. R. V^e Congrès de Zootechnie*, Paris, 1949.
 LÉROY (A. M.), FÉVRIER (R.). — *Annales agronomiques*, 5, 1947 ; 4, 1949.
 LÉROY (A. M.), ZELTER (Z.). — *Annales de Zootechnie*, 1, 61-77, 1952.
 LÉROY (A. M.). — *Annales de Zootechnie*, 335-370, 4, 1954.
 LUDVIGSEN (J.), THORBÈK (G.). — 283 Beretning fra forsogslaboratoriet, 1955.
 MOLLGAARD. — *Wissench. Abhand. des deut. Akademie der Lantw. Wissenschaft zu Berlin*, 5, 2, 1954.
 MUSSL et STROHMER. — *Sitzungsber. Berliner Akademie d. Wissenschaft*, 1893.
 RICHTER, HANRIOT. — *C. R. Ac. Sciences*, CXIV, 371.
 RUBNER. — *Zeitsch. für Biologie*, 1888.
 SOXHLET. — *Zeitsch. des Land. Ver. in Bayern*, 1881.
 TSCHERWINSKY. — *Land. Vers. Stationen*, 1884.
 VOIT-LEHMANN. — *Setzungber bayer. Ak. d. Wissenschaft*, 1885.