L'UTILISATION DE LA POMME DE TERRE POUR L'ALIMENTATION DES ANIMAUX DOMESTIQUES

PAR

A. M. LEROY, S. ZELTER et R. FÉVRIER

Laboratoire de Zootechnie de l'Institut national agronomique
et Station expérimentale de Bois-Corbon

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction

Généralités, par A. M. LEROY et S. ZELTER

Étude chimique de la Pomme de Terre.
Digestibilité et valeur nutritive.

Recherches sur la conservation, par A. M. LEROY et S. ZELTER

Influence du traitement sur la qualité de l'ensilage.
Conservation comparée d'ensilages.

Recherches sur l'emploi de la pomme de terre comme aliment du bétail

Expériences sur porcins, par A.-M. LEROY, S. ZELTER et R. FÉVRIER.
Expériences sur ovins (par A.-M. LEROY
Expériences sur bovins / et S. ZELTER
(vaches laitières)

Conclusions

Bibliographie

INTRODUCTION

La récolte annuelle de pommes de terre représente actuellement en France près de 1 800 000 tonnes. L'utilisation d'une masse aussi élevée de produits pose des problèmes de solution délicate. D'où l'importance particulière que revêt, pour notre Economie agricole, l'emploi massif de la pomme de terre pour l'alimentation animale.

La généralisation d'une telle pratique pourrait entraîner :

1^o Une résorption facile des stocks excédentaires qui contribuent à l'alourdissement du marché de ce tubercule ;

2^o une réduction de nos besoins en aliments du bétail d'importation, qui allègerait ainsi notre balance commerciale ;

3^o un abaissement sensible du coût de nos productions animales et une meilleure valorisation de la pomme de terre ainsi transformée.

Le problème, on le conçoit, est d'envergure et l'on comprend aisément la raison pour laquelle nous avons entrepris de lui trouver des solutions appropriées.

I. — GÉNÉRALITÉS

Par A. M. LEROY et S. ZELTER

Étude chimique de la pomme de terre

Le tubercule de pomme de terre est essentiellement constitué par une masse parenchymateuse dont les cellules sont gorgées de grains d'un amidon désigné sous le nom de fécule. Sa composition chimique moyenne oscille dans des limites très étroites, comme le démontrent les données de nombreux auteurs.

Composition centésimale de la pomme de terre d'après :

	Pott (1)	Schermann (2)	Randoin (3)
Matière sèche	25,0	21-25	23,0
Matières minérales	0,9	1,0	1,0
Matières cellulosiques	0,8	1,0	1,0
Matières azotées	2,1	2-2,5	2,0
Matières grasses	0,2	—	0,1
Extractifs non azotés	21,0	18-2	20,0

D'une variété à l'autre, cependant, les différences sont notables (GOUIN (4)) et portent essentiellement sur la richesse en fécule et en matières azotées. Selon POTT (1), les teneurs en fécule peuvent osciller entre 16 et 29 %. Les déchets de triage des variétés utilisées lors de certaines de nos expériences, et provenant de la récolte de 1948, montrent également des variations importantes dans leurs teneurs en matière sèche et en fécule :

Variété	Bintje	Flava	Ackersegen
Matière sèche %	21,45	26,65	24,12
Fécule %	15,55	20,36	17,87

1^o *Les matières azotées.* — L'azote amidé prédomine dans la pomme de terre (RITHAUSEN et OSBORNE (5)) ; il se rencontre essentiellement sous forme d'asparagine (SCHULZE (6)). La Tubérine, protéine caractéristique du tubercule, renferme quelques acides aminés essentiels. Son taux varierait de 43,9 à 58,3 % selon KELLNER (7) et de 43,2 à 64,6 % d'après MORGEN (8). JACQUOT (9) constate des variations allant de 29 à 51 %.

JACQUOT et ARMAND (10) trouvent que dans la tubérine, l'azote aminé représente 75,8 % de son azote total et se répartit comme voici :

N des acides aminés dont :			
Tryptophane, tyrosine, leucine, proline, etc.....			65,5 %
N des acides diaminés dont :			
Arginine	13,93 %	} 34,5 %	
Cystine	4,96 %		
Histidine	8,77 %		
Lysine	7,74 %		

Pour 100 g de tubérine, on trouve, selon ces auteurs : 5,2 d'arginine, 5,4 de cystine, 4,1 d'histidine et 4,7 de lysine. On relève un léger désaccord entre ces données et celles avancées par JONES et NELSON (11).

Malgré son taux relativement faible, l'azote protéique de la pomme de terre possède une valeur biologique élevée et présente un grand intérêt alimentaire. En effet, de nombreux auteurs cités par TERROINE (12) reconnaissent une grande efficacité biologique à ces matières protéiques, principalement pour l'entretien. Pour THOMAS (13), cette efficacité s'apparente plutôt à celle des protéines animales qu'à celle des protéines végétales et se classe immédiatement après celle de la caséine. JACQUOT et ARMAND (10) concluent, eux aussi, que l'azote protéique de la pomme de terre possède, pour la croissance et l'entretien du rat, une utilisation digestive et une efficacité rappelant celles de la caséine.

2° *Les matières grasses.* — La pomme de terre contient des quantités négligeables de matières grasses de peu de valeur nutritive. L'extrait éthéré ne contient, selon STELWAAG (14), que 16,33 % de lipides vrais, dont 56,92 % sont des acides gras et 3,07 % des lécithines.

3° *Les extractifs non azotés.* — Ils sont essentiellement constitués par de l'amidon, dont la saccharification par les diastases, la ptyaline et la pancréatine est plus facile que celle des amidons des céréales (WINTHROP et ESTONE (15)). D'après GRIMM (16), le pouvoir de gonflement de cet amidon dépasserait nettement ceux du manioc et des céréales.

A côté de l'amidon, on rencontre également de petites quantités de sucres (2,2 %) et de pentosanes (0,67 %) selon FORFANG (17). MUNTZ (18) signale également la présence de pectines (0,6 %), de gommés (0,8 %) ; tandis que d'autres auteurs ont trouvé des acides oxalique, lactique et citrique.

4° *Les éléments minéraux.* — La pomme de terre est caractérisée par des teneurs très élevées en P et surtout en K, et faibles en Ca. Selon RANDOIN, LE GALLIC et CAUSERET (3), on trouve : 4,5 ‰ de K contre 0,20 ‰ de Na seulement, et 0,60 ‰ de P contre 0,15 ‰ de Ca. Nos propres dosages ont également montré la pauvreté du tubercule en ces éléments, dont les proportions relatives sont considérées généralement comme défectueuses.

Echantillon	Phosphore gr ‰		Calcium gr ‰		Rapport $\frac{Ca}{P}$	
	Matière brute	Matière sèche	Matière brute	Matière sèche	Matière brute	Matière sèche
C.....	0,67	2,95	0,31	1,38	0,46	0,47
R.....	0,85	3,39	0,39	1,56	0,46	0,46
E.....	0,76	2,98	0,57	2,22	0,75	0,74
B.....	0,55	2,44	0,31	1,41	0,56	0,57

Parmi les oligo-éléments, on peut noter la présence de fer (10 mg par kg) ainsi que des traces de manganèse et d'iode.

5° *Les vitamines*. — Très riche en vitamine C (140 mg par kg) contenant un peu de PP (25 mg), la pomme de terre est totalement privée de carotène et ne possède que des traces de B₁ et de B₂. La cuisson détruit ces vitamines à l'exception de la vitamine C, qui ne disparaît que dans la proportion de 50 %. (RANDOIN, LE GALLIC et CAUSERET (3)).

6° *Les principes toxiques*. — En 1821, DESFOSSES a découvert dans la pomme de terre, un glucoside — la solanine — à laquelle HILGER a attribué la formule C₄₃H₇₁NO₁₆. Sa répartition dans la masse est inégale ; on en trouve 0,36 ‰ dans les épluchures et 0,24 ‰ dans la masse charnue, d'après HANT et HUZEMANN (19). Selon MAYER (20) cependant, le taux de cette substance est bien plus élevé dans le germe, où il peut atteindre 0,5 %.

Les troubles provoqués chez l'animal par l'ingestion de solanine sont très graves et peuvent entraîner des accidents mortels. Le dégermage et la cuisson prolongée permettent d'éliminer la majeure partie de la solanine, particulièrement abondante dans les tubercules germés ou insuffisamment mûrs.

Digestibilité et valeur nutritive de la pomme de terre

De nombreuses recherches ont porté sur la digestibilité des éléments nutritifs de la pomme de terre. WOLF (21) a déterminé les coefficients de digestibilité suivants :

Coefficients de digestibilité % :

	Matières azotées	Graisses brutes	Extractifs non azotés
Cheval	88	—	99,4
Ruminant	61	—	90
Porc	77	29,8	98,5

VOLTZ et DIETRICH (22), en comparant la digestibilité des tubercules crus et cuits, obtiennent avec des moutons, les résultats suivants :

	Matières organiques	Matières azotées	Extractifs non azotés
Pommes de terre crues	84	44	95
Pommes de terre cuites	80	59	96
	88,1	67,8	94,2

WATSON et MORTON (23), chez la même espèce, obtiennent, avec des tubercules cuits, des valeurs un peu différentes 88,1, 67,8, 94,2.

Les travaux de BOLLMANN (24) offrent un intérêt particulier parce qu'ils portent à la fois sur des pommes de terre crues, des pommes de terre cuites, et des pommes de terre ensilées après cuisson : Ils ont été effectués sur porcs, sur vaches et sur bœufs. Les résultats obtenus sont les suivants :

	Pommes de terre crues			Pommes de terre cuites			Pommes de terre ensilées après cuisson		
	Mat. org.	Mat. azotées	Extra non azotés	Mat. org.	Mat. azotées	Extra non azotés	Mat. org.	Mat. azotées	Extra non azotés
Porc	93,2	37,1	98,2	98,6	72,7	100	95,4	67,0	97,5
Mouton	79,2	22,2	85,4	80,6	31,9	87,5	85,3	35,2	91,5
Vache laitière ...	70,0	34,0	74,5	76,2	— 10,0	86,3	74,2	2,9	83,7
Bœuf	71,7	7,9	78,5	66,5	— 24,6	76,9	73,7	— 22,1	82,7

D'après ces travaux, il semble que la digestibilité des extractifs non azotés de la pomme de terre soit particulièrement élevée. Les résultats concernant les matières azotées sont d'interprétation plus délicate. La cuisson améliorerait la digestibilité pour toutes les espèces animales, et le porc paraît être le meilleur utilisateur. L'interprétation des résultats observés au cours d'expériences avec ruminants est délicate, car il s'agit d'un aliment que ces animaux ne peuvent consommer isolément, de telle sorte que les données publiées ont toujours été obtenues par la méthode par différence.

Le calcul de la valeur énergétique de la pomme de terre, à partir de sa composition chimique et de la digestibilité de ses constituants, est relativement aisé. Les tables d'alimentation humaine évaluent l'énergie brute du kg de pommes de terre à 820-890 calories.

Pour l'alimentation animale, l'on indique que la valeur fourragère de 1 kg est comprise entre 0,20 et 0,25 U. F.

Les effets constatés lors de l'emploi de ce tubercule sont néanmoins extrêmement variés. Les déficiences azotées, minérales, vitaminiques appellent l'emploi d'aliment complémentaire dont l'absence ou l'insuffisance se traduit par une très mauvaise utilisation des éléments qui leur sont associés.

L'emploi de la pomme de terre pour l'alimentation du bétail pose le problème de la conservation. C'est celui qui, tout d'abord a retenu notre attention.

II. — RECHERCHES SUR LA CONSERVATION

Par A. M. LEROY et S. ZELTER

On sait que la conservation des pommes de terre à l'état cru pose un problème délicat : les maladies cryptogamiques, la respiration cellulaire et la germination — source de solanine — provoquent des pertes importantes de substances et rendent très difficile une utilisation alimentaire prolongée au-delà du printemps.

La cuisson journalière améliore l'utilisation digestive, mais elle est onéreuse et ne résoud pas, pour autant, le problème de la conservation. Par contre, la cuisson suivie d'ensilage constitue une solution heureuse ⁽¹⁾. Elle permet, en effet, une conservation très prolongée et une utilisation alimentaire continue. Cette technique ne supprime cependant pas entièrement les pertes, et le séjour en silo expose la masse de tubercules à des fermentations plus ou moins désirables. Son efficacité doit, par conséquent, être étudiée sous un aspect à la fois quantitatif et qualitatif. L'impossibilité matérielle dans laquelle nous nous sommes trouvés, pendant nos expériences, de chiffrer les pertes qu'entraîne cette technique, nous a amenés à n'envisager que l'étude de l'aspect qualitatif du problème de la conservation des pommes de terre conservées par ensilage après étuvage.

Nous avons adopté le dispositif expérimental suivant : les pommes de terre étaient cuites à la fin de l'automne, toujours avec le même matériel. La masse cuite, refroidie aux environs de 40°C, était emmagasinée dans des silos rustiques (cases de porcherie désaffectées ou tranchées en terre), qui étaient aussitôt fermés hermétiquement par une couche de terre d'environ 20 cm. Ils étaient ouverts 2 mois après, pour permettre l'alimentation des animaux. La durée de l'utilisation s'échelonnait sur 4 mois environ (février à mai). Tous les 15 jours, on prélevait un échantillon d'ensilage destiné à un examen physico-chimique. Celui-ci comportait la détermination de la matière sèche, la mesure du pH et le dosage des acidités volatile et lactique à l'aide de la méthode de LEPPERT. Les données expérimentales que nous rapportons plus loin constituent des moyennes pondérées établies d'après les résultats observés sur 6 à 8 prélèvements consécutifs par silo.

EXPÉRIENCE N° 1

INFLUENCE DU TRAITEMENT SUR LA QUALITÉ DE L'ENSILAGE DE POMMES DE TERRE ÉTUVÉES

Comme pour les autres ensilages, il était logique d'examiner l'utilité de traitements appropriés destinés à réduire les pertes, ainsi que l'influence de ces traitements sur la nature des fermentations et la qualité finale de l'aliment. Cette expérience a eu pour objet de comparer les effets du tassement, accompagnés ou non d'un traitement à l'acide formique ou d'un ensemencement lactique.

⁽¹⁾ Voir « La cuisson et l'ensilage de pommes de terre fourragères » publié en 1950 par le Comité d'Études techniques de la pomme de terre.

Résultats

TABLEAU I

Influences du traitement sur les fermentations

Nature du traitement	N° du silo	pH	Acidité exprimée en milliéquivalents %			Acide lactique % de Rapport		
			Acide acétique	Acide butyrique	Acide lactique	Acidité organique totale	l'acidité organique totale	acide lactique acides volatils
Tassement	1	4,0	7,00	0,45	27,32	34,77	78	3,64
Tassement	2	4,0	5,83	0,68	20,77	27,28	76	3,19
Tassement	3	4,2	8,16	0,45	22,32	30,93	72	2,59
Moyenne		4,1	7,00	0,53	23,47	30,99	75	3,14
Acide formique en solution à 5 %	1	3,4	8,33	1,82	26,32	36,47	72	2,63
	2	3,6	2,00	0,34	18,77	21,11	89	7,95
Moyenne		3,5	5,16	1,08	22,54	28,79	80	5,29
Ferments lactiques.....		3,5	6,83	0,91	22,10	29,84	74	2,90

Interprétation

Ces résultats montrent que le recours à un procédé physique comportant un tassement énergétique de la masse cuite préserve la pomme de terre des fermentations nocives, avec autant d'efficacité que le procédé chimique de l'acidification artificielle ou que le procédé biologique de l'ensemencement lactique. Ce fait s'explique aisément, car le tubercule de pomme de terre renferme des grosses réserves glucidiques immédiatement fermentescibles, et la température de la masse au moment de son ensilage (40°C) favorise un déclenchement rapide et intense de la fermentation lactique (1). La formation presque immédiate de fortes quantités d'acide lactique suffit à inhiber presque totalement la fermentation butyrique et à assurer la stabilité de l'ensilage, même au moment de l'apparition des chaleurs estivales, phase critique de la conservation.

L'exemple suivant (tableau II) met en lumière la stabilité remarquable de l'ensilage :

TABLEAU II

Evolution de la qualité de l'ensilage au cours de sa conservation

Date du prélèvement	M. S. ‰	pH	Acidité exprimée en milliéquivalents %			Acide lactique % de	
			Acide acétique	Acide butyrique	Acide lactique	Acidité organique totale	l'acidité organique totale
Mise en silo : 16/12/48.....	213,0	6,3	négligeable				
Ouverture :							
28/2/49.....	251,0	4,9	2,33	0,17	17,21	19,71	87
7/3/49.....	260,0	3,7	2,17	0,13	18,88	21,18	89
14/3/49.....	233,7	4,0	3,17	0,14	17,77	21,08	84
21/3/49.....	246,9	3,9	3,83	0,45	17,21	21,48	80
4/4/49.....	240,4	3,8	3,33	1,14	16,55	21,12	78
11/4/49.....	239,0	3,7	2,17	0,36	17,66	20,19	87

(1) Il faut aussi remarquer que le traitement par cuisson à 100° détruit de nombreux microbes générateurs de fermentations putrides.

Ces observations suggèrent l'hypothèse que la forte fermentation lactique qui caractérise l'ensilage de pommes de terre étuvées pourrait être utilement employée pour la conservation de certains fourrages, notamment les légumineuses, qui est particulièrement difficile en l'absence de conservateurs généralement onéreux. On peut se demander également si un simple broyage préalable du tubercule ne serait pas aussi efficace que la cuisson, pour la conservation par ensilage.

Ces deux hypothèses ont constitué l'objet de l'expérience qui suit.

EXPÉRIENCE N° 2

CONSERVATION COMPARÉE D'ENSILAGES DE POMMES DE TERRE BROYÉES CRUES, DE POMMES DE TERRE ÉTUVÉES, DE POMMES DE TERRE ÉTUVÉES EN MÉLANGE AVEC DES FOURRAGES VERTS SEULS.

Cette expérience a été conduite pendant les hivers 1947-48 et 1948-49 de la façon suivante : les tubercules de pommes de terre ont été traités au broyeur à marteau, ou cuits par étuvage. L'ensilage mixte de pommes de terre et de fourrages verts a été obtenu par la technique des couches alternées. Les proportions pondérales des deux matières au moment de la mise en silo ont été de 1/3 pour le fourrage vert et de 2/3 pour la pomme de terre étuvée. Les fourrages verts du silo sans pomme de terre ont subi un hachage préalable.

Tous les silos ont été énergiquement tassés ; aucun conservateur n'a été utilisé. Des prélèvements fréquents d'échantillons ont été effectués pendant leur utilisation, à partir du 3^e mois ayant suivi la mise en silo.

Résultats

TABLEAU III

Nature de l'ensilage	pH	Acidité exprimée en milliéquivalents %			Acidité organique totale	Acide lactique % de l'acidité organique totale
		Acide acétique	Acide butyrique	Acide lactique		

<i>Expérience 1947-1948 :</i>						
Pommes de terre broyées crues.....	4,2	5,03	0,04	11,06	16,13	68
Pommes de terre étuvées.....	4,2	2,83	0,40	17,55	20,79	84
2/3 pommes de terre étuvées + 1/3 luzerne verte	4,2	5,45	4,96	19,94	30,35	66
Luzerne verte hachée	5,0	13,99	12,66	4,27	30,92	14
<i>Expérience 1948-49 :</i>						
Pommes de terre étuvées.....	4,3	3,50	0,52	16,52	20,54	81
2/3 pommes de terre étuvées + 1/3 luzerne verte	4,6	6,45	2,80	17,03	26,28	65
2/3 pommes de terre étuvées + 1/3 herbe verte de prairie	3,9	8,78	2,54	18,18	29,50	62

Interprétation

Ces résultats montrent qu'un broyage préalable permet de conserver les pommes de terre par ensilage dans des conditions relativement satisfaisantes. La cuisson, cependant, améliore la qualité de l'ensilage car elle active la fermentation lactique dans la masse et réduit la fermentation acétique. L'incorporation de fourrages verts dans la masse cuite assure à ceux-ci d'excellentes conditions de conservation que l'on ne retrouve pas dans un ensilage de fourrages verts seuls, en l'absence de conservateurs d'un coût généralement élevé. La technique de l'ensilage mixte avec fourrages verts offre, en outre, l'avantage d'adjoindre aux pommes de terre des substances riches en carotène et en protéines d'une bonne efficacité biologique.

III. — RECHERCHES SUR L'EMPLOI DE LA POMME DE TERRE COMME ALIMENT DU BÉTAIL

Les recherches concernant l'emploi de la pomme de terre comme aliment du bétail sont peu nombreuses, en dehors de celles précédemment passées en revue, qui concernent la digestibilité de cet aliment.

Nous nous sommes proposés de combler cette lacune, et les études que nous avons entreprises sur les divers animaux domestiques ont pour objet de dégager des règles permettant de tirer le meilleur parti possible de la pomme de terre dans l'alimentation animale.

EXPÉRIENCES SUR PORCINS

Par A. M. LEROY, S. ZELTER et R. FÉVRIER

Les premières tentatives de supplémentation de la pomme de terre chez le porc sont dues à HEIDENS (26) qui, en 1877, a essayé d'associer à cet aliment des féculents, des céréales secondaires et des sous-produits de laiterie. Entre 1914 et 1918, LEHMANN (27) a imaginé une technique d'engraissement du porc, utilisant très largement la pomme de terre. La supplémentation consistait dans un apport journalier d'une quantité fixe (1 kg) d'un aliment riche en azote comprenant : remoulage (35 %), orge (30 %), farine de poisson (20 %) tourteau de soja (10 %) et farine de luzerne (5 %).

Cet aliment apportait 165 g de matières protéiques digestibles par kg.

BOLLMANN (24), puis KIRSCH, JANTZON et REISH (28) ont voulu apporter quelques améliorations à la formule recommandée par LEHMANN. Ils préconisaient la suivante : farine de poisson (10 %), farine de viande (20 %) et orge (76 %). Ce mélange apportait environ 200 g de matières protéiques digestibles. Une légère quantité de phosphate bicalcique et de chlorure de sodium donnée

en supplément devait remédier à la déficience minérale de la pomme de terre.

Ces deux mélanges nous paraissent trop pauvres en matières protéiques et en matières minérales pour constituer, avec la pomme de terre, des rations adaptées aux besoins des animaux ; d'autre part, le problème vitaminique semble avoir été négligé.

Pour nos propres expériences, tout en reprenant l'idée de l'utilisation d'un concentré distribué à dose fixe pendant toute la durée de l'engraissement, nous nous sommes efforcés de constituer un aliment complémentaire mieux équilibré.

L'engraissement du porc à partir de pommes de terre pose un certain nombre de problèmes auxquels nous avons cherché une solution en recourant à l'expérience. Nous avons particulièrement étudié :

1° L'influence du traitement préalable de la pomme de terre sur la croissance et sur l'engraissement.

2° L'influence comparée sur l'engraissement d'un régime à base de pommes de terre et d'un régime à base d'orge.

CONDUITE GÉNÉRALE DES EXPÉRIENCES

1° Constitution de groupes d'animaux

Chaque expérience a toujours été effectuée avec des sujets de même race et provenant d'un même élevage. Elle a parfois été répétée simultanément en plusieurs centres.

Les animaux étaient, selon les Centres, groupés en loges de 1, 4, 5 ou 7 sujets, qui constituaient des unités. L'effectif des groupes mis en observation comportait au moins deux unités et 10 sujets.

A l'exception de l'expérience n° 1, toutes les autres comportaient deux périodes distinctes :

a) une « *pré-expérience* » — période d'observation de 21 jours, au cours de laquelle les animaux recevaient un aliment standard spécialement étudié, afin de déterminer aussi exactement que possible les particularités des groupes d'animaux étudiés.

Les résultats de cette période étaient utilisés à la constitution des lots de sujets comparables. L'affectation des lots se faisait par un tirage au sort.

b) une « *expérience* » dont la durée pour chaque Centre variait avec la rapidité de croissance des groupes. D'une façon générale, le moment où les premiers atteignaient le poids vif moyen de 100 kg par case marquait la fin de l'étude.

2° Comparaison des régimes alimentaires

Pendant toute la durée de l'expérience, le lot de référence était nourri avec l'aliment standard mis au point par la Station expérimentale du porc (29).

Le régime qui lui était comparé était constitué par un aliment complémentaire, distribué à dose fixe (1 kg par jour) et par de l'ensilage de pommes de terre étuvées, dont la ration quotidienne était fonction de l'appétit des animaux.

Un apport quotidien de 2 500 U. I. de vitamine A et de 250 U. I. de vitamine D (*Référence H. Clausen (30)*) sous forme d'huile de foie de poisson concentrée, était assuré régulièrement à chacun des sujets en observation.

Dans la mesure du possible, pour tous les centres, les aliments utilisés étaient préparés à partir de matières premières de même provenance, à l'exception des pommes de terre dont les variétés différaient d'un Centre à l'autre.

Des prélèvements fréquents d'échantillons permettaient de déterminer la composition chimique des rations. Les résultats de ces analyses figurent dans des tableaux reproduits en annexe de ce mémoire.

Les repas étaient au nombre de 3 par jour, à l'exception du dimanche où ils étaient réduits à 2. Leur durée était généralement de 1/4 d'heure pour le régime standard et de 1/2 à 3/4 d'heure pour le régime comportant des pommes de terre, par suite du volume plus important des rations. Les quantités d'aliments distribués étaient réglées sur l'appétit des animaux, de façon à éviter que leur absorption dépasse la durée prescrite.

Il était ajouté environ 3 litres d'eau par kg de farine et un litre par kg de pommes de terre.

3° Les mesures expérimentales

Au cours de la croissance, nous avons adopté comme test :
la consommation de nourriture,
le gain de poids vif,
l'indice de consommation.

Les rations étaient pesées à chaque repas ; les animaux étaient pesés individuellement à jeun, le premier jour de chaque semaine. Le rapport de la quantité de nourriture consommée au gain de poids vif donnait « l'indice de consommation ».

4° Les méthodes d'interprétation des mesures

Nous avons effectué :

a) le calcul des moyennes pondérées et l'erreur standard d'après la formule

$$\text{erreur standard} = \frac{\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}}}{\sqrt{N}}$$

b) le calcul du test de probabilité à partir de la variance commune aux deux moyennes observées ($S(x_1 - x_2)$) selon les formules :

$$1) \quad t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$$

$$2) \quad S(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) = \sqrt{\frac{\Sigma(\bar{x}_1 - x_1)^2}{N_1(N_1 - 1)} + \frac{\Sigma(x_2 - \bar{x}_2)^2}{N_2(N_2 - 1)}}$$

Toute différence dont la valeur t est > 2 doit être considérée comme significative. On sait que cette valeur correspond au seuil de probabilité limite de 5 % : $P \leq 0,05$.

Ce résultat nous permettait d'apprécier la valeur des différences relevées dans les effets comparés des divers régimes.

a) Étude de l'influence du monde de préparation de la pomme de terre sur la croissance et l'engraissement du porc

EXPÉRIENCE N° I

L'expérience s'est déroulée au Domaine Expérimental de Courcelles-Chaussy, du 17 mars au 5 mai 1948.

Deux groupes de 10 porcs de race du Hanovre améliorée, âgés de 5 mois environ, constituaient le matériel animal de l'expérience. La comparaison portait sur des pommes de terre conservées à l'état cru en magasin, et cuites au fur et à mesure des besoins quotidiens, et sur un ensilage de pommes de terre étuvées dont la préparation avait été effectuée en janvier.

Les animaux recevaient, en outre, pour équilibrer leur alimentation :

1° 1 kg par jour du mélange suivant :

Farine de poisson	45 %
Tourteau d'arachide	10 %
Levure de distillerie	10 %
Farine de luzerne	20 %
Mélange minéral.....	15 %

2° 0,725 kg de farine de maïs.

Résultats

Les mesures effectuées lors de cette étude sont rapportées dans le tableau IV ci-dessous.

TABLEAU IV

Mesures effectuées

	Groupe C	Groupe E
Nombre d'animaux	10	10
Régime	Pommes de terre fraîchement cuites	Ensilage de pommes de terre étuvées.
Consommation moyenne journalière (kg)		
Pommes de terre	7 420	7 420
Aliment complémentaire	1 016	1 016
Maïs	0 725	0 725
Matière sèche ingérée	3 257	3 498
M. S. de pommes de terre % de la M. S. totale ingérée	53,4	56,6
Consommation totale (kg)		
Pommes de terre	3 636,0	3 636,0
Aliment complémentaire	497,8	497,8
Maïs	355,0	355,0
Gain total de poids vif (kg)	420,0	421,6
Indices de consommation :		
Pommes de terre	8,66	8,62
Aliment complémentaire	1 185	1 181
Maïs	0 845	0 842
Accroissement de poids		
Poids moyen initial (kg)	60,5	59,9
Poids moyen final (kg)	102,5	102,1
Gain moyen journalier (g)	858 ± 25	865 ± 35

Il est intéressant de constater non seulement que les résultats globaux sont identiques pour les 2 groupes, mais encore que les courbes de croissance sont superposables (graphique I).

GRAPHIQUE I

Les animaux ont été sacrifiés aux abattoirs de la Ville de Metz quelques jours après l'arrêt de l'expérience. Cette opération nous a fourni les éléments permettant une comparaison des viandes provenant de ces deux lots :

	C	E
Poids vif moyen à jeun (kg)	105,7	104,3
Rendement % de viande nette	75,5 %	74,6 %
Poids moyen des têtes (kg)	5,9	5,7
Épaisseur du lard (mm) :		
Cou	60	56
Dos	33	32
Rein	38	36

On ne relève donc aucune différence dans l'efficacité nutritive de la pomme de terre préparée selon ces deux méthodes ; nos observations sont en parfait accord avec celles faites par JESPERSEN et PLESNER (31) au cours d'une expérience du même genre.

EXPÉRIENCE N° 2

Ensilage de pommes de terre broyées crues et de pommes de terre étuvées

Il nous a paru intéressant de vérifier expérimentalement si le broyage suivi d'ensilage améliorerait l'utilisation du tubercule cru et s'il le rendait aussi efficace, pour le porc qu'une cuisson suivie d'ensilage. Cette étude a été entreprise dans le même domaine que la première, pendant l'hiver 1949, et a duré 77 jours, dont 21 de pré-expérience.

28 porcelets de race Large White âgés d'environ 3 mois au début de l'essai, ont été mis en observation. Deux groupes de 14 sujets chacun, parfaitement comparables, ont été constitués. A l'issue de la pré-expérience, le tirage au sort a affecté au groupe A le régime d'ensilage de pommes de terre crues, et au groupe B celui de l'ensilage de pommes de terre étuvées.

Pendant la pré-expérience, les deux groupes ont consommé uniquement l'aliment standard « croissance » dont voici la formule :

Orge	73
Levure	5
Farine de viande	6
Farine de poisson	5
Tourteau d'arachide	8
Mélange minéral	3
	<u>100</u>

Lors de l'expérience, qui a duré 56 jours, les pommes de terre distribuées à satiété à chacun des sujets ont été complétées par un aliment azoté distribué à la dose de 1 kg par jour et ainsi composé :

Tourteau d'arachide	40
Orge	45
Farine de viande	10
Mélange minéral	5
	<u>100</u>

Le mélange minéral employé avait pour formule :

Poudre d'os dégelatinée.....	40
Craie lavée.....	32
Sel dénaturé.....	20
Sulfate de magnésie.....	3,5
Carbonate de magnésie.....	4,2
Sulfate ferreux.....	0,28
Sulfate de cuivre.....	0,02
	<u>100</u>

Résultats. — Le tableau V renferme les données se rapportant à notre expérience.

TABLEAU V

Mesures effectuées

	Lot A	Lot B
Nombre de sujets.....	14	14
a) <i>Pré-expérience (durée 21 jours) :</i>		
Régimes.....	a. standard	a. standard
	« croissance »	« croissance »
Consommation moyenne journalière (kg).....	1,88	1,86
— totale (kg).....	541,2	535,8
Gain total de poids vif (kg).....	208,0	211,3
Indice de consommation (kg).....	2,60	2,53
Poids vif moyen initial (kg).....	29,72	29,90
— — — final (kg).....	44,58	44,96
Gain moyen journalier (g).....	707 ± 24	718 ± 19
b) <i>Expérience (durée 56 jours) :</i>		
Régimes.....	ensilage pommes de terre crues	ensilage pommes de terre étuvées
Consommation moyenne journalière (kg) :		
En aliments bruts :		
pommes de terre.....	3,12	4,94
aliment complémentaire.....	1,00	1,00
En matière sèche :		
pomme de terre.....	1,145	1,137
aliment complémentaire.....	0,895	0,895
Matière sèche totale ingérée.....	2,040	2,032
M. S. de pommes de terre % de la M. S. totale ingérée ...	56,1	56,0
Consommation totale (kg) :		
Pommes de terre.....	2 442,2	3 870,7
Aliment complémentaire.....	784,0	784,0
Gain total de poids vif pendant la période (kg).....	345,3	486,9
Indices de consommation :		
Pommes de terre :		
produit brut.....	7,07	7,95
M. S. de pommes de terre.....	2,596	1,829
Aliment complémentaire.....	2,270	1,610
Poids vif moyen initial (kg).....	44,58	44,96
— — — final (kg).....	69,24	79,74
Gain moyen journalier (g).....	440 ± 23	608 ± 16

Interprétation

L'utilisation nutritive de l'ensilage de pommes de terre crues se montre donc défectueuse. Les deux groupes, dont le rythme de croissance et la dépense énergétique étaient absolument identiques au départ, accusent pendant l'expérience des différences de croissance significatives. En effet, le gain moyen de poids vif du lot A, nourri avec des pommes de terre crues, est de 28 % inférieur à celui du lot B. Ce ralentissement de la croissance pour le lot A est accompagné,

malgré une appétence égale, d'une augmentation de la dépense d'aliment par kg de gain : 30 % pour la matière sèche de la pomme de terre, et 29 % pour l'aliment complémentaire.

Il semble donc incontestable que, pour le porc, l'ensilage de la pomme de terre doit être précédé d'une cuisson.

b) Ensilage de pommes de terre étuvées et d'aliment standard

EXPÉRIENCE N° 3

107 porcelets provenant du même élevage que ceux de l'essai n° 2, ont été répartis dans 4 centres, où l'expérience s'est déroulée simultanément pendant les mois d'hiver 1949-1950. Elle a eu pour objet :

GRAPHIQUE II

1° d'étudier la possibilité d'utiliser dans l'alimentation du porc des quantités massives de pommes de terre,

2° de déterminer leur valeur nutritive, par référence à un aliment de rendement connu.

Les régimes étaient les mêmes dans tous les Centres. Les pommes de terre étuvées ont été ensilées 2-3 mois avant leur utilisation. Les variétés différaient d'un Centre à l'autre. L'aliment complémentaire était le même que dans l'expérience 2.

Dans chaque centre, 2 groupes comparables d'animaux ont été constitués après avoir été soumis au régime témoin de l'aliment « Croissance » pendant la pré-expérience de 21 jours. Lors de l'expérience, le groupe servant de référence continuait à consommer, jusqu'à un poids moyen d'environ 60 kg, l'aliment standard « croissance », qui était remplacé ensuite, jusqu'à la fin de l'engraissement, par l'aliment standard « engraissement ».

TABLEAU VI

Mesures effectuées

	Groupes standard	Groupes pommes de terre
Effectif	—	—
a) <i>Pré-expérience (durée 21 jours) :</i>	54	53
Régime	al. standard	al. standard
	croissance	croissance
Consommation moyenne journalière (kg)	1,60	1,61
» totale (kg)	1 809,7	1 792,2
Gain total de poids vif (kg)	632,0	634,7
Indice de consommation (kg)	2,60	2,53
Poids vif moyen initial (kg)	27,53	27,52
— — final (kg)	39,24	39,50
Gain moyen journalier (g)	554 ± 22	570 ± 23
b) <i>Expérience (durée 84 jours) :</i>		
Régime	al. standard	ensilage de
		pommes
		de terre
		étuvées
<i>Consommations moyennes journalières (kg) :</i>		
Aliment standard	2 817	—
Pommes de terre à 24,9 % de matière sèche	—	4 693
Aliment complémentaire	—	0 975
Matière sèche totale ingérée	2 507	2 042
M. S. de la pomme de terre % de la M. S. totale		
ingérée	—	57,3
<i>Consommation totale (kg) :</i>		
Aliment standard	13 081,3	—
Pommes de terre	—	21 389,4
Aliment complémentaire	—	4 443,9
Gain total de poids vif (kg)	3 103,1	2 591,4
<i>Indice de consommation :</i>		
Aliment standard	4 316	—
Pommes de terre	—	8 254
Aliment complémentaire	—	1 705
Poids vif initial (kg)	39,24	39,50
— final (kg)	96,65	88,39
Gain moyen journalier (g)	672 ± 16	574 ± 15

Formule de l'aliment standard « engraissement ».

Orge	77
Manioc.....	12
Levure	3
Farine de viande	2
Tourteau d'arachide	4
Mélange minéral	2

Les animaux du 2^e groupe recevaient chacun par jour 1 kg de l'aliment complet et des pommes de terre selon leur appétit.

Résultats d'ensemble

Les résultats pour l'ensemble des Centres figurent dans le tableau VI. (Les effectifs d'expérience n'ayant pas été les mêmes dans chacun des Centres, ces données représentent des moyennes pondérées.)

Interprétation

L'étude statistique des résultats d'ensemble, et de ceux de chaque Centre pris séparément, la comparaison des moyennes et l'analyse de leurs variances communes pour les deux groupes d'animaux soumis à l'expérience, font ressortir que :

1° Les écarts observés lors de la pré-expérience entre les croissances des divers groupes, sont dépourvus de toute signification. En effet, pour l'ensemble des Centres, $t = 0,481$ et P est compris entre 0,6 et 0,7. Pour les données séparées des Centres, t est compris entre 0,127 et 1,39 et les valeurs de P varient de 0,2 à 0,9 (on sait qu'un écart n'est significatif que si $t > 2$ et $P \leq 0,05$). Par conséquent, les lots formés dans chaque Centre à l'issue de la pré-expérience faisaient bien partie d'une même population et étaient parfaitement comparables entre eux.

2° Pendant l'expérience, la différence entre les croissances des groupes standards et pommes de terre atteint 98 g, soit une différence de — 14,6 % en défaveur de ces derniers. Cet écart est hautement significatif, puisque $t = 4,41$ et $P < 0,01$.

Il semble donc que l'ensilage de pommes de terre cuites distribuées à satiété, dans un régime bien équilibré par ailleurs, ne permet pas l'engraissement aussi rapide du porc qu'un régime à base d'orge.

Cependant, en procédant à une analyse plus poussée des données portées au tableau VI, on remarque que l'ingestion journalière de matière sèche est nettement plus faible (81,4 %) pour les animaux recevant des pommes de terre, ce qui pourrait expliquer cette croissance moindre (83,4 %).

L'examen de ce très important aspect du problème impose une étude critique détaillée des éléments d'expérience propres à chacun des Centres, afin de vérifier si des facteurs autres que l'influence de la matière sèche n'étaient pas susceptibles d'exercer une action retardatrice sur la croissance du groupe expérimental ayant consommé des pommes de terre.

L'examen détaillé de ce tableau permet de constater que la teneur des deux régimes en protéines a été sensiblement la même et dépassait celle que recommandent les tables d'alimentation. Il en est de même, en ce qui concerne les apports en phosphore et en calcium qui, quoique inférieurs dans le lot expérimental à ceux du lot témoin, sont cependant supérieurs aux minima prévus par les tables. Ces deux facteurs ne semblent pas, par conséquent, avoir pu exercer une influence fâcheuse sur la croissance du groupe « pommes de terre ».

Par contre, une corrélation semble apparaître entre l'accroissement du poids vif et l'ingestion quotidienne de matière sèche, sauf à Courcelles-Chaussy. Le volume relativement important que présentaient les rations comportant des tubercules limitait sensiblement les quantités que les porcs étaient capables d'absorber, et explique l'infériorité du régime expérimental sur ce point. En effet, les quantités maxima de pommes de terre qu'il nous a été possible de

TABLEAU VII

Données expérimentales respectives des centres

Centres :	Courcelles-Chussy			Rouffach		Ermenonville		Bois-Charbon	
	stand.	15	14	stand.	10	stand.	9	stand.	20
Groupes :									
Effectif :									
a) Pré-expérience :									
Poids vif initial (kg)	30,00		29,90	30,07	30,11	26,60	27,50	24,90	24,60
Poids vif final (kg)	44,11		44,96	42,79	44,14	40,20	39,80	33,40	33,20
Gain journalier de poids vif (g)	672 ± 21		718 ± 19	605 ± 22	668 ± 22	650 ± 20	588 ± 28	404 ± 21	409 ± 12
Valeur de	$t = 1,08$			$t = 1,39$		$t = 1,28$		$t = 0,127$	
	$0,2 < P < 0,3$			$0,1 < P < 0,02$		$0,2 < P < 0,3$		$0,8 < P < 0,9$	
Indice de consommation en kg d'aliment stand.	2,71		2,53	2,68	2,55	2,75	3,06	3,27	3,25
b) Expérience :									
Poids vif initial (kg)	44,11		44,96	42,79	44,14	40,20	39,80	33,40	33,20
Poids vif final (kg)	95,16		94,79	96,55	99,22	96,30	90,70	98,30	81,95
Gain moyen journalier (g)	661 ± 28		647 ± 10	698 ± 27	597 ± 26	667 ± 22	605 ± 27	663 ± 15	498 ± 11
Indices de consommation :									
Aliment standard (kg)	4,65		—	3,95	—	4,54	—	3,95	—
Pommes de terre (kg)	—		8,64	—	8,57	—	10,35	—	6,85
Aliment complémentaire (kg)	—		1,53	—	1,65	—	1,58	—	1,94
Consommation moyenne journalière :									
Aliment standard (kg)	2,99		—	2,75	—	3,03	—	2,61	—
Ensilage pommes de terre (kg)	—		5,59	—	5,13	—	6,26	—	3,41
Aliment complémentaire (kg)	—		0,99	—	0,99	—	0,96	—	0,96
Matières sèches totales ingérées	2,71		2,20	2,50	2,15	2,59	2,41	2,37	1,75
Matière sèche, pommes de terre, % de matière sèche totale	—		58,4	—	58,4	—	66,5	—	50,8
Matières protéiques digestibles (g)	371		377	342	341	375	376	324	301
Phosphore, % de matière sèche	0,70		0,53	0,70	0,56	0,74	0,53	0,70	0,54
Calcium, % de matière sèche	1,61		0,70	1,51	0,72	1,70	0,55	1,60	0,82
Écart % entre la matière sèche ingérée par les groupes pommes de terre et les groupes standard	—		— 18,6	—	— 13,8	—	— 6,7	—	— 25,9
Écart % entre la croissance des groupes pommes de terre et celle des groupes standard	—		— 2,0	—	— 14,5	—	— 9,3	—	— 24,8

faire ingérer quotidiennement variaient de 700 à 800 g par 10 kg de poids vif, pour des animaux pesant entre 50 et 60 kg. Elles n'ont jamais dépassé 850 g vers la fin de l'expérience pour des sujets dépassant 80 kg. Cependant, il importe de remarquer qu'à Ermenonville, où les écarts de croissance entre les 2 groupes sont moins prononcés, la déficience du régime expérimental en matière sèche est plus atténuée, car les doses journalières de pommes de terre ingérées atteignaient par moment 1 kg par 10 kg de poids vif.

On peut, par conséquent, se demander si l'augmentation de la quantité de matière sèche dans un régime comportant des pommes de terre permettrait d'activer la croissance du porc. L'influence d'autres facteurs n'est cependant pas exclue, et notamment celle de la moins bonne valeur biologique des protéines contenues dans l'aliment complémentaire, dont les composants différaient de ceux des aliments standards qui apportaient en outre, grâce à la présence de levure, des vitamines du groupe B.

EXPÉRIENCES N° 4 ET 5 (hiver 1949-1950)

Les deux hypothèses émises plus haut nous ont conduits à entreprendre deux expériences parallèles à Guérard et à Bois-Corbon.

Une addition de farine d'orge au régime type pommes de terre, dans le but d'accroître la teneur de ce dernier en matière sèche, devait nous permettre la vérification de notre première hypothèse.

Nous avons modifié la composition de l'aliment complémentaire de façon à y faire figurer les constituants faisant partie de celle de l'aliment standard. La formule utilisée dans ces expériences était la suivante :

Orge	54
Levure	8
Farine de viande	10
Farine de poisson	7
Tourteau d'arachide	15
Mélange minéral.....	6
	<hr/> 100

Le dispositif général d'expérience est resté le même.

Expérience n° 4 de Guérard

À l'issue d'une pré-expérience de 21 jours effectuée avec le régime standard, les 62 porcs de race Large White constituant le matériel animal de cette recherche ont été répartis en 3 groupes composés chacun de 3 loges, pendant 84 jours, soumis aux régimes que voici :

groupe A — 21 sujets :

Ensilage de pommes de terre à volonté + 1 kg d'aliment complémentaire.

groupe B — 20 sujets :

Ensilage de pommes de terre à volonté + 1 kg d'aliment complémentaire + farine d'orge en quantité variable.

groupe C — 21 sujets :

Aliment standard.

La supplémentation du régime du groupe B en matière sèche à l'aide de la farine d'orge était conduite de manière à maintenir dans celui-ci, la consommation de pommes de terre à un niveau aussi rapproché que possible de celui du groupe A. Dès que l'adjonction de farine entraînait un abaissement de ce niveau, ces doses subissaient une réduction en conséquence. En fait, les quantités d'orge qu'il a été possible d'ajouter au régime du groupe B sans enfreindre ce principe expérimental ont été très faibles, comme on le verra d'après les résultats

Résultats

TABLEAU VIII

Mesures effectuées

Groupes	A	B	C
Effectifs :	21	20	21
a) Pré-expérience (durée 21 jours) :			
Régime	al. standard croissance	al. standard croissance	al. standard croissance
Consommation moyenne journalière (kg).....	1,23	1,17	1,13
Consommation totale (kg)	541,3	491,6	499,4
Indice de consommation (kg).....	2,80	2,59	2,62
Poids vif moyen initial (kg).....	25,87	25,97	26,33
Poids vif moyen final (kg)	35,09	35,45	35,39
Gain moyen journalier (gr).....	440 ± 39	451 ± 35	432 ± 39
b) Expérience (durée 84 jours) :			
Régimes comparés	ensilage pommes de terre + al. complém.	ensilage pommes de terre + al. complém. + farine d'orge	aliment standard
Consommation moyenne journalière (kg) :			
Aliment standard	—	—	2,585
Pommes de terre.....	4,346	4,173	—
Aliment complémentaire	0,988	0,974	—
Farine d'orge	—	0,062	—
M. S. totales ingérées	1,943	1,940	2,228
M. S. de la pomme de terre, % de la M. S. totale	55,6	53,5	0
Consommation totale (kg) :			
Aliment standard	—	—	4 560,8
Pommes de terre.....	7 666,6	7 011,5	—
Aliment complémentaire	1 743,0	1 637,0	—
Orge	—	104,3	—
Indices de consommation :			
Aliment standard	—	—	3,541
Ensilage de pommes de terre	7 192	6,155	—
Aliment complémentaire	1 635	1,577	—
Farine d'orge	—	0,100	—
Accroissement de poids vif :			
Poids vif moyen initial (kg).....	35,09	35,45	35,39
Poids vif moyen final (kg)	85,85	87,35	96,25
Gain moyen journalier (g)	604 ± 26	618 ± 27	730 ± 29
	A	B	
Écart % dans la consommation de M. S. par rapport au lot C standard	— 12,8 %	— 12,9 %	
Écart % dans la croissance par rapport au même lot	— 17,3 %	— 15,3 %	

Interprétation

Il apparaît donc pratiquement impossible d'ajouter à un régime comportant des proportions élevées de pommes de terre un supplément de matière sèche sans abaisser les quantités de pommes de terre absorbées. En effet, la distribution de 100 g d'orge a entraîné une diminution de 450 g de l'ingestion de pommes de terre et n'a pas amélioré la croissance des porcs.

Kgs.

Nos observations confirment également que la croissance moindre des sujets nourris avec des pommes de terre, résulte uniquement de la réduction de la teneur de ce régime en matière sèche. Ni la qualité différente des protéines, ni l'absence de vitamines du groupe B qui caractérisaient la première formule de

l'aliment complémentaire, ne semblent avoir exercé une influence sur l'accroissement du poids vif des animaux, puisque nous retrouvons le même phénomène dans cette expérience où cet élément de variation a été éliminé.

Expérience n° 5 de Bois-carbon

Nous avons constitué 4 groupes de porcs issus d'un croisement Danois × Large White. Ils furent soumis aux régimes suivants :

aliment standard ;				
1 kg d'aliment azoté complémentaire	+	pommes de terre, à volonté ;		
1 kg — — — — —	+	pommes de terre, à volonté ;		
	+	350 g d'orge ;		
1 kg — — — — —	+	pommes de terre, à volonté ;		
	+	800 g d'orge.		

Chacun de ces lots comportait 18 animaux, dont 12 en 3 loges de 4 et 6 en loges individuelles.

Une épidémie de rouget a provoqué des pertes dans deux de ces lots et les seules observations valables ont pu être enregistrées sur les deux lots dont les sujets recevaient :

TABLEAU IX

Mesures effectuées

Groupes :	A	C
a) <i>Pré-expérience (28 jours) :</i>		
Régime	al. standard	al. standard
Consommation moyenne journal. (kg)	1,73	1,68
Consommation totale (kg)	48,5	47,12
Indice de consommation	3,62	3,80
<i>Accroissement de poids vif :</i>		
Poids vif moyen initial (kg)	33,2	33,3
Poids vif moyen final (kg)	46,6	45,5
Gain moyen journalier (g)	480 ± 82	444 ± 76
b) <i>Expérience (65 jours) :</i>		
Régime	pommes de terre + complément + orge	pommes de terre + complément
<i>Consommation moyenne journalière (kg) :</i>		
Aliment complémentaire	0,92	0,92
Orge	0,74	—
Pommes de terre	2,18	3,86
Matière sèche totale ingérée	2,058	1,844
Matière sèche de la pomme de terre, % de la matière sèche totale	28,1	55,1
<i>Consommation totale (kg) :</i>		
Aliment complémentaire	1,044	1,044
Orge	834	—
Pommes de terre	2,473	4,375
<i>Indices de consommation (kg) :</i>		
Aliment complémentaire	1,79	1,90
Orge	1,43	—
Pommes de terre	4,24	7,97
<i>Accroissement de poids vif :</i>		
Poids vif moyen initial (kg)	46,6	45,5
Poids vif moyen final (kg)	79,0	76,2
Gain moyen journalier (g)	514 ± 58	484 ± 51

lot A :

1 kg d'aliment azoté complémentaire + ensilage de pommes de terre étuvées, à volonté + 800 g d'orge.

lot C :

1 kg d'aliment azoté complémentaire + ensilage de pommes de terre étuvées, à volonté.

Les groupes ont été constitués après une période d'observation de 28 jours effectuée avec l'aliment standard « coureur », et soumis ensuite aux régimes cités plus haut pendant 63 jours.

L'expérience a été conduite d'après le dispositif général décrit au début de ce chapitre.

Résultats

GRAPHIQUE V

Interprétation

La vitesse de croissance des deux groupes est à peu près la même, et leurs indices de consommation peuvent être valablement comparés.

Cette expérience confirme nettement les observations précédentes : la tentative d'améliorer la croissance en augmentant la quantité d'aliment concentré dans la ration, aboutit à un échec, puisqu'en donnant 0,74 kg d'orge, on diminue la consommation de pommes de terre de 1,68 kg sans activer le croît.

Dans ces conditions, l'on peut se demander si l'utilisation d'un concentré à une dose plus faible (pour un apport de mêmes quantités de matières azotées), ne permettrait pas d'accroître la consommation de pommes de terre, ce qui — économiquement — paraît souhaitable, sans présenter d'inconvénient pour la croissance de l'animal.

COMPARAISON DES QUALITÉS DE CARCASSES OBTENUES AVEC LE RÉGIME « STANDARD » ET LE RÉGIME « POMMES DE TERRE »

Les mensurations habituelles ont été effectuées. Elles n'ont révélé aucune différence de qualité entre les carcasses, qui étaient toutes excellentes. Par contre, une légère différence de — 2,8 % dans le rendement de viande nette a pu cependant être observée en défaveur du régime « pommes de terre ». Elle est hautement significative ($t = 6,36$ et $P < 0,01$).

Mensurations effectuées lors de l'abattage sur les carcasses

Régime	Nombre de sujets abattus	Poids vif moyen à jeun. (kg)	Poids moyen de la carcasse sans tête (kg)	Rendement en viande nette (%)	Longueur moyenne de la carcasse (cm)	Épaisseur du lard en mm			
						Rein	Dos	Cou	Poi-trine
Standard.....	50	101,8	75,3	73,90 ± 0,33	96,6	34	32	47	28
Pommes de terre.	49	99,3	70,7	71,10 ± 0,28	96,8	29	28	44	26

Durée comparée (en jours) qu'exigent le régime standard et le régime pommes de terre pour amener un porc de 40 à 100 kg de poids vif.

A l'aide des données figurant au tableau VII, on peut calculer le temps exigé par chacun des types d'alimentation pour réaliser un gain de poids vif de 60 kg.

Centres :	Courcelles-Chaussy	Rouffach	Ermenonville	Bois Corbon	Grand Morin	Durée moyenne
Groupes « standard »	91	86	90	90	82	88
Groupes « pommes de terre »	93	100	99	120	100	102

L'engraissement avec le régime « pommes de terre » nécessite donc environ deux semaines de plus que celui avec le régime « Standard ».

ASPECT ÉCONOMIQUE DE L'EMPLOI DE L'ENSILAGE DE POMMES DE TERRE POUR L'ENGRAISSEMENT DU PORC

D'après le tableau V, la production de 60 kg de gain de poids vif par des porcs pesant au départ 40 kg, occasionne une dépense de 259 kg d'aliment standard, qui revient à environ 30 francs le kg. Les frais de l'alimentation au cours de l'engraissement s'élèvent, par conséquent, à $259 \times 30 = 7\,770$ francs.

Le même gain de poids par des porcs soumis à un régime de pommes de terre exige 102,3 kg d'aliment complémentaire à 35 francs le kg, soit $102,3 \times 35 = 3\,580$ francs, complétés par 495 kg d'ensilage de pommes de terre étuvées, dont la valeur peut donc être estimée à : $7\,770 - 3\,580 = 4\,190$ francs, soit 8,50 le kg d'ensilage.

En réalité, les déchets de triages de pommes de terre sont, dans les meilleures conditions, commercialisés à raison de 4 francs le kg au départ de l'exploitation. Leur utilisation directe à la ferme pour l'alimentation du porc entraîne des frais de cuisson et d'ensilage (compte tenu des pertes dues à la conservation, chiffrée au maximum à 30 %), qui sont d'environ 2 francs par kg. Le prix de revient de l'ensilage de pommes de terre consommé par le porc peut donc être évalué à 6 francs le kg. Entre ce dernier prix et celui de la valorisation théorique calculée plus haut, il existe donc une marge de 2 fr 50 par kg, qui permet de réduire le coût total de l'engraissement de $495 \times 2,50 = 1\,237$ francs par sujet.

Cette économie compense largement et au-delà même, la plus longue durée de l'engraissement et les frais supplémentaires de main-d'œuvre occasionnés par l'utilisation de la pomme de terre, qui exclut l'utilisation des nourrisseurs automatiques.

DÉTERMINATION DE LA VALEUR FOURRAGÈRE DE L'ENSILAGE DE POMMES DE TERRE ÉTUVÉES

a) A partir de l'analyse chimique

Les analyses effectuées au laboratoire permettent, en utilisant les coefficients de digestibilité de BOLLMAN (25), de calculer la valeur fourragère des différents lots de pommes de terre utilisés au cours de ces essais.

Centres	Equivalence fourragère par kg de :			Valeur fourragère par kg de :	
	Matière brute	Matière sèche	Matières organique	Matière brute	Matière sèche
Courcelles-Chaussy.....	3,50	0,085	0,738	0,268	1,24
Rouffach	3,60	0,883	0,793	0,278	1,13
Ermenonville	3,65	0,936	0,808	0,274	1,07
Bois-Corbon	3,13	0,820	0,778	0,320	1,22
Guérard } A	3,52	0,876	0,792	0,284	1,14
} B	3,52	0,876	0,792	0,284	1,14
Moyennes générales	3,49	0,866	0,784	0,285	1,16

b) A partir des résultats expérimentaux

1° L'expérience n° 5 est intéressante à considérer, parce que les croisances des deux lots sont voisines et que, comme nous l'avons déjà montré, la comparaison des indices de consommation nous permet de comparer l'aptitude des diverses rations à couvrir les besoins des animaux.

Nous pouvons, dans ce cas, estimer que les quantités d'aliments nécessaires pour produire 1 kg de poids vif sont isodynames.

Autrement dit : 1,79 kg d'aliment complémentaire : 1,43 kg d'orge : 4,24 kg de pommes de terre sont équivalents à : 1,90 kg d'aliment complémentaire : 7,97 kg de pommes de terre ce qui revient à dire que, énergétiquement : 1,43 kg d'orge est équivalent à 0,11 kg d'aliment complémentaire + 3,53 kg de pommes de terre.

Nous connaissons, par l'analyse chimique, la valeur fourragère de l'orge (0,95) et de l'aliment complémentaire (1,06).

En appelant x la valeur fourragère de la pomme de terre, nous pouvons écrire :

$$3,53 x - 0,11 \times 1,06 = 1,43 \times 0,95$$

$$\text{d'où :} \quad x = \frac{1,24}{3,53} = 0,35.$$

Quant à l'équivalent fourrager $\left(\frac{1}{x}\right)$, il est :

matière brute	$\frac{1}{x} = 2,35$ (kg pour 1 U. F)
matière sèche	» = 0,76 » » »
matières organiques	» = 0,66 » » »

Dans le cas de cette expérience, les valeurs correspondantes obtenues à partir de l'analyse chimique étaient :

	$x = 0,29$
matière brute	$\frac{1}{x} = 3,42$
matière sèche	» = 0,910
matières organiques	» = 0,801

Ces valeurs diffèrent donc sensiblement.

Pour les autres expériences, la vitesse de croissance étant sensiblement différente dans les deux lots, nous avons été amenés à employer la méthode suggérée par l'un de nous.

Nous imaginons, à cet effet, un lot témoin (t') dont les sujets auraient eu même vitesse de croissance que ceux du lot expérimental (e). Dans ces conditions, les besoins des animaux de t' et de e sont les mêmes.

Il est possible de calculer les besoins et l'indice de consommation hypo-

thétique de ce lot t' à partir des mesures effectuées pour le lot témoin t , en utilisant la formule :

$$I = \frac{E}{G} + P$$

où I = indice de consommation,

E = besoin d'entretien,

G = gain moyen quotidien de poids vif,

P = besoin de production par kg de gain de poids vif.

Pour le lot t , nous avons :

$$It = \frac{Et}{Gt} + P$$

d'où :

$$P = It - \frac{Et}{Gt}$$

Pour le lot t' , nous avons :

$$It' = \frac{Et'}{Gt'} + P.$$

P étant sensiblement le même pour les différents lots.

Or, par hypothèse, le gain de poids étant le même pour le lot témoin fictif et pour le lot expérimental, nous avons :

$$Gt' = Ge$$

$$Gt' = Ee$$

car les animaux ont le même poids au départ.

$$It = \frac{Ee}{Ge} + P.$$

Nous aurons ainsi la valeur fourragère de l'indice de consommation du lot expérimental.

$$\text{Calcul de } P = It - \frac{Et}{Gt}$$

	It	Et	Gt	$\frac{Et}{Gt}$	P
Courcelles-Chaussy	4,54	0,90	0,661	1,36	3,18
Rouffach	3,94	0,90	0,698	1,29	2,65
Ermenonville	4,04	0,88	0,667	1,33	2,71
Bois-Corbon	3,87	0,86	0,663	1,30	2,57
Guérard { A	3,40	0,86	0,730	1,18	2,22
{ B					

$$\text{Calcul de } It' = P + \frac{Ee}{Ge}$$

	Ee	Ge	$\frac{Ee}{Ge}$	It'
Courcelles-Chaussy	0,90	0,647	1,39	4,57
Rouffach	0,87	0,597	1,46	4,11
Ermenonville	0,86	0,605	1,42	4,13
Bois-Corbon	0,78	0,498	1,57	4,14
Guérard { A	0,82	0,618	1,33	3,55
{ B				

Dans chacune des expériences, nous pouvons dire que :

Dans les mêmes conditions de croissance, une quantité a de pommes de terre + une quantité b d'aliment complémentaire ont donné le même résultat (gain de 1 kg de poids vif) qu'une quantité c d'aliment témoin ayant une valeur fourragère de It' . Les deux rations étant équilibrées dans les deux cas, leur valeur fourragère est la même.

Nous avons :

$$ax + by = It'$$

$$d'où : \quad x = \frac{It' - by}{a}$$

L'analyse chimique nous permet de connaître y . Nous connaissons d'autre part a et b d'après le tableau VII. Il nous est ainsi facile de calculer x , valeur fourragère de la pomme de terre.

	by	ax	It'	$\overset{x}{\text{Valeur}} \\ \text{fourra-} \\ \text{gère}$	$\frac{1}{x}$ Équivalent fourrager		
					Mat. brute	Mat. sèche	Mat. organique
Courcelles-Chaussy	1,53	8,67	4,47	0,349	2,84	0,653	0,599
Rouffach	1,03	8,57	4,11	0,298	3,46	0,849	0,763
Ermenonville	1,41	10,35	4,13	0,263	3,81	0,977	0,843
Bois-Corbon	1,84	6,35	4,14	0,333	2,98	0,781	0,741
Guérard) A	1,63	7,19	3,56	0,269	3,72	0,926	0,837
B	1,68	6,75	3,55	0,276	3,61	0,899	0,812
Moyennes générales				0,298	3,40	0,848	0,766

La moyenne de ces résultats concorde d'une façon satisfaisante avec ceux qui avaient été obtenus à partir de l'analyse chimique.

CONCLUSIONS

Notre étude d'ensemble de l'emploi de la pomme de terre pour la production de viande de porc, fait constater que :

1° L'utilisation nutritive de la pomme de terre crue, broyée et ensilée malgré une bonne conservation, est défectueuse chez le porc. La vitesse de croissance est de 30 % inférieure à celle observée dans un régime de pommes de terre cuites et ensilées. L'indice de consommation est très élevé.

2° Les animaux nourris à l'ensilage de pommes de terre étuvées subissent un léger retard dans leur croissance (— 15 %) par rapport à ceux consommant des aliments à base d'orge.

3° Cet écart de croissance est dû à une plus faible ingestion de matière sèche, dans le cas du régime à base de pommes de terre.

4° Toutes nos tentatives d'augmenter cette ingestion de matière sèche ont abouti à un insuccès, et se sont soldées par une diminution sensible de la consommation de pommes de terre.

5° L'utilisation de l'ensilage de pommes de terre pour l'alimentation des porcs est très économique dans les conditions actuelles.

EXPÉRIENCES SUR OVINS : ENGRAISSEMENT D'AGNEAUX

Par A. M. LEROY et S. ZELTER

La littérature renseigne très peu sur l'utilisation de la pomme de terre pour l'alimentation du mouton. Cependant, GIRARD et CORNEVIN (32) signalent que ces tubercules donnent un rendement et une qualité de viande meilleurs que les betteraves.

Lors de nos recherches, nous nous sommes préoccupés uniquement du problème de la production de viande d'agneau gris à partir d'un ensilage de pommes de terre étuvées. Les agneaux étaient mis en expérience, soit après sevrage, soit pendant la période d'allaitement ; dans ce dernier cas, les mères nourrices étaient soumises au même régime que leurs petits.

Expérience n° 6 avec agneaux sevrés

L'expérience effectuée en 1949 à Ermenonville a porté sur 36 sujets mâles castrés, de race Ile-de-France. Ils venaient d'être sevrés et étaient âgés de 3 mois au début de l'expérience.

Dispositif expérimental

Pendant une période de pré-expérience de 21 jours, les 36 sujets ont été alimentés avec un régime composé de pulpes de betteraves sucrières ensilées, de foin de luzerne et d'aliments concentrés. Deux groupes homogènes et comparables ont pu être constitués pendant la période expérimentale, qui a duré 42 jours. Le groupe A a été nourri au régime témoin, tandis que le groupe B a reçu le régime expérimental, dans lequel les pulpes ont été remplacées par un ensilage de pommes de terre étuvées. Les quantités d'aliments distribuées ont été adaptées à l'appétit des sujets de chaque groupe, de manière à éviter les refus. Les doses moyennes journalières de pommes de terre ingérées étaient de 1 kg, au début de la période, pour atteindre, à la fin de celle-ci, 1,8 kg environ. Cet aliment se présentant sous une forme pâteuse qui répugnait aux animaux, 8 % de balles de céréales y ont été incorporés, afin d'en faciliter l'ingestion. Les quantités de nourriture consommées ont été pesées journellement. Des prélèvements périodiques d'aliments ont été analysés au laboratoire (voir tableau à l'annexe du mémoire). Le croît a été suivi par des pesées hebdomadaires de chaque sujet.

Pour l'interprétation des résultats, nous nous sommes servis des méthodes statistiques décrites précédemment pour les porcs, et avons, en outre, eu recours à la méthode d'ajustement des droites par les moindres carrés pour la présentation graphique des résultats.

Résultats

TABLEAU X

Mesures effectuées

	Groupe A	Groupe B
a) <i>Pré-expérience (durée 21 jours)</i>	—	—
Régime	témoin	témoin
1° <i>Consommation journalière moyenne (kg) :</i>		
Pulpes de betteraves ensilées	0,996	1,000
Balles de blé	0,122	0,121
Foin de luzerne	0,612	0,612
Avoine	0,151	0,151
Orge	0,225	0,225
Tourteau de lin	0,043	0,043
Mélange minéral (4.3.2.1)	0,012	0,012
Matières sèches ingérées (g)	1 158	1 158
Matières protéiques digestibles (g)	72,5	72,5
2° <i>Accroissement de poids vif :</i>		
Poids vif moyen initial (kg)	24,16	25,12
Poids vif moyen final (kg)	27,94	29,00
Gain moyen journalier de poids vif (g)	180 ± 11	182 ± 15
	Groupe A	Groupe B
3° <i>Besoins énergétiques nets par 100 g de croît (en unités fourragères) :</i>		
Poids vif moyen à la 1/2 période (kg)	26,05	27,06
Gain moyen journalier de poids vif (g)	180	185
Valeur énergétique de la ration (U. F.)	0,696	0,696
Besoins énergétiques d'entretien (U. F.)	0,434	0,443
Énergie disponible pour le croît (U. F.)	0,262	0,253
Énergie nette dépensée pour la fixation de 100 g de croît (U. F.)	0,146	0,137

La similitude du croît et de la dépense énergétique qu'il a entraîné pendant la pré-expérience démontrent la parfaite identité des groupes.

b) <i>Expérience (durée 42 jours) :</i>	Groupe A	Groupe B
Régime	témoin	expérimental (pommes de terre)
1° <i>Consommations moyennes journalières (kg) :</i>		
Pulpes de betteraves ensilées	1,855	—
Ensilage de pommes de terre étuées	—	1,476
Balles de céréales	0,206	0,117
Foin de luzerne	0,665	0,597
Avoine	0,175	0,176
Orge	0,260	0,262
Tourteau de lin	0,050	0,050
Mélange minéral (4.3.2.1.)	0,015	0,015
Matière sèche ingérée (g)	1 430	1 473
Matière sèche de la pomme de terre, % de la matière sèche ingérée	0	26,0 %
Matières protéiques digestibles (g)	85	80
		Rat. compl. sans pommes de terre
Valeur nutritive de la ration (U. F.)	0,85	0,69
2° <i>Accroissement de poids vif :</i>		
Poids moyen initial (kg)	27,94	29,00
Poids moyen final (kg)	33,70	35,25
Gain moyen journalier de poids (g)	139 ± 7	149 ± 9
3° <i>Besoins énergétiques nets par 100 g de croît (en U. F.) :</i>		
Poids vif moyen à la 1/2 période (kg)	30,82	32,12
Gain moyen journalier de poids vif (g)	139	149
Valeur énergétique de la ration totale (U. F.)	0,85	—
Besoins énergétiques d'entretien (U. F.)	0,48	0,48
Énergie disponible pour le croît (U. F.)	0,375	—
Énergie dépensée par 100 g de croît (U. F.)	0,270	—

Interprétation

Lors de la période expérimentale, les besoins de production du groupe A témoin sont normaux et conformes aux indications des tables pour ovins. Par contre, ceux du groupe B, nourri avec de l'ensilage de pommes de terre étuvées, apparaissent particulièrement aberrants si on prend en considération la valeur nutritive de cet aliment, telle qu'elle ressort de l'analyse chimique. Ceci fait supposer que pour l'agneau cette valeur est fortement surestimée.

Agneaux sevrés

GRAPHIQUE VI

Les données zootechniques de cette expérience doivent cependant permettre de calculer la valeur nutritive effective de l'aliment en question. En effet, les 2 groupes soumis à l'expérience ont accusé, pendant la pré-expérience, une dépense énergétique de croît sensiblement identique. Lors de la période expérimentale, celle du groupe A témoin concorde nettement avec les normes établies. On peut, par conséquent, prendre cette dernière comme base de calcul pour les besoins du groupe B. Leur évaluation (entretien + croît), permettra

de déterminer la valeur nutritive réelle de l'ensilage de pommes de terre, que nous posons égale à X.

Soit :

e = besoins énergétiques d'entretien (U. F.) ;

p = besoins énergétiques de croît (U. F.) calculés d'après ceux du groupe A (soit 0,270 U. F. par 100 g).

t = besoins énergétiques totaux (U. F.).

Les besoins totaux (t) du groupe B dont le poids vif moyen était à la 1/2 période de 32,12 kg et le croît journalier de 149 g, seront donc :

$$t = e + p = 0,482 + 0,402 = 0,884.$$

Cet apport énergétique de 0,884 U. F. a été fourni par la ration complémentaire de valeur nutritive 0,689 U. F. additionnée de 1,476 kg de pommes de terre ensilées (voir tableau X b), dont la valeur nutritive réelle est :

$$X = \frac{0,88 - 0,69}{\text{(U. F. / kg)} \quad 1,476} = 0,14 \text{ U. F.}$$

soit 61 % seulement de la valeur théorique résultant de l'analyse (0,23 U. F.).

Ces deux valeurs permettent de calculer la quantité de M. S. correspondant à 1 U. F., soit, respectivement, 1 850 g et 1 138 g.

Examen des carcasses

Dans chacun des groupes, 10 sujets jugés fin gras à la fin de l'expérience ont été sacrifiés et leur carcasse examinée. Les observations n'ont fait ressortir aucune différence dans le rendement en viande nette.

	Groupe A	Groupe B
Nombre de sujets abattus	10	10
Poids vif moyen à jeun (kg)	33,3	37,0
Poids moyen des carcasses (kg)	15,1	17,0
Rendement de viande nette (%)	45,3	45,9

Cependant, de l'avis des spécialistes, la qualité de la viande provenant du groupe B était très supérieure à celle du groupe A.

Expérience n° 7 avec agneaux allaités

Dispositif d'expérience

Les essais entrepris à Rouvillers, au cours de l'hiver 1949-1950, ont porté à la fois sur les brebis nourrices et sur les agneaux allaités. Deux groupes de sujets, de race Ile-de-France, ont été formés, comprenant chacun un nombre égal de mères et d'agneaux de même âge, à raison de 26 agneaux et de 25 mères par lot (une naissance jumelée a été enregistrée dans chacun des lots au moment de leur constitution). Les groupes ont d'abord été soumis à une période de pré-expérience d'une durée de 15 jours, pendant laquelle le régime témoin à base

de pulpes a été donné aux mères, pendant que les agneaux se nourrissaient exclusivement de lait maternel. L'âge des agneaux était de 15 jours au début de la pré-expérience, et d'un mois exactement à la fin de celle-ci.

TABLEAU XI

Consommations d'aliments

A. — ALIMENTATION DES BREBIS NOURRICES

	Groupe A	Groupe B
	pulpes	pulpes
a) <i>Pré-expérience (durée 15 jours) :</i>		
Régime :		
<i>Consommations journalières moyennes (kg) :</i>		
Ensilage de pulpes de distillerie	4,050	4,050
Balles de blé	0,430	0,430
Foin de luzerne	0,750	0,750
Tourteau de lin	0,460	0,460
Avoine	0,140	0,140
Orge	0,162	0,162
Son de blé	0,030	0,030
Mélange minéral (4.3.2.1.)	0,035	0,035
Matières sèches totales ingérées (g)	2 293	2 293
Matières protéiques digestibles (g)	197	197
Valeur fourragère de la ration (U.F.)	1,51	1,51
	pulpes	ensilage mixte de pommes de terre et luzerne
b) <i>Expérience (durée 70 jours) :</i>		
Régime :		
<i>Consommations journalières moyennes (kg) :</i>		
Ensilage de pulpes de distillerie	4,472	0
Ensilage mixte de pommes de terre et luzerne	0	3,763
Balles de blé	0,558	0
Foin de luzerne	0,635	0,668
Tourteau de lin	0,312	0,260
Avoine	0,095	0
Orge	0,110	0
Son de blé	0,021	0
Mélange minéral	0,023	0,012
Matières sèches totales ingérées (g)	2 124	1 820
Matières sèches de l'ensilage mixte, % de la matière sèche totale	—	53,1 %
Valeur fourragère de la ration (U.F.)	1,28	—
Valeur fourragère de la ration complémentaire	—	0,56
Mat. protéiques digestibles ingérées (g)	151	123

B. — ALIMENTATION DES AGNEAUX

	Groupe A	Groupe B
	lait maternel exclusivement	lait maternel exclusivement
a) <i>Pré-expérience (durée 15 jours) :</i>		
Régime :		
b) <i>Expérience :</i>		
Régime :		
<i>Consommations moyennes journalières (kg) Lait maternel pour les 2g rouples + ration complémentaire comportant :</i>		
Betteraves fourragères	0,461	—
Ensilage de pommes de terre étuvées	—	0,392
Balles de blé	0,057	—
Foin de luzerne	0,161	0,161
Tourteau de lin	0,092	0,085
Avoine	0,084	0,073
Orge	0,095	0,085
Son de blé	0,18	0,017
Mélange minéral (4.3.2.1.)	0,14	0,013
M. S. totale ingérée (g), lait excepté	500,5	497,0 %
M. S. de l'ensilage de pommes de terre, % de la M. S. totale	—	22,7
M. protéiques digestibles totales (g)	43,8	42,8
(celles du lait excepté).		
Valeur fourragères de la ration (U.F.)	0,391	—
Valeur fourragère de la ration complémentaire	—	0,320

Pendant la période expérimentale, d'une durée de 70 jours, le groupe A des mères servant de témoin continuait à être soumis au régime témoin comportant des pulpes de betteraves, du foin de luzerne et des aliments concentrés. Les mères du groupe B recevaient le même régime mais dans lequel les pulpes de betteraves avaient été remplacées par de l'ensilage mixte de pommes de terre étuvées et de luzerne verte, préparé deux mois auparavant. Pendant cette période, les agneaux du groupe A commençaient à recevoir, en plus du lait maternel, une alimentation complémentaire croissant avec l'âge et l'appétit des sujets, comportant des *betteraves fourragères*, du foin de luzerne et des aliments concentrés. Les agneaux du groupe B — expérimental — étaient soumis au même régime alimentaire, à l'exception des betteraves qui avaient été remplacées par de l'*ensilage de pommes de terre étuvées* (la luzerne avait été écartée, parce que souillée de particules terreuses qui risquaient d'entraîner des accidents d'obstruction du tube digestif des jeunes).

Les quantités des divers aliments ingérés ont été contrôlées par les pesées journalières. Les échantillons prélevés ont été examinés au laboratoire (voir résultats à l'annexe de ce mémoire).

L'évolution du croît a été suivie par des pesées hebdomadaires en groupe pour les mères, et individuelles pour les agneaux.

TABLEAU XII

Croissances

A. — ACCROISSEMENT DE POIDS DES MÈRES

	<i>Groupe A</i>	<i>Groupe B</i>
a) <i>Pré-expérience</i> :		
Nombre de sujets	25	25
Poids moyen initial (kg)	65,45	67,30
Poids moyen final (kg)	65,50	67,20
Gain moyen journalier de poids vif (g)	—	—
b) <i>Expérience</i> :		
Poids moyen initial (kg)	65,45	67,20
Poids moyen final (kg)	68,60	69,70
Poids moyen à la 1/2 période (kg)	68,20	68,50
(méthode des moindres carrés)		
Gain moyen journalier de poids vif (kg)	0,025	0,043

B. — ACCROISSEMENT DE POIDS DES AGNEAUX

	<i>Groupe A</i>	<i>Groupe B</i>
Nombre de sujets	26	26
a) <i>Pré-expérience</i> :		
Poids moyen initial (kg)	9,2	8,5
Poids moyen final (kg)	13,9	13,0
Gain moyen journalier (g)	<u>309 ± 15</u>	<u>305 ± 13</u>
b) <i>Expérience</i> :		
Poids moyen initial (kg)	13,9	13,0
Poids moyen final (kg)	33,6	33,2
Poids moyen à la 1/2 période (kg)	23,8	23,1
Gain moyen journalier (g)	<u>280 ± 9</u>	<u>288 ± 10</u>

GRAPHIQUE VII

Résultats

A titre d'information, signalons que les quantités de betteraves, de balles et de pommes de terre consommées par les agneaux vers l'âge de 5 semaines, n'étaient respectivement que de 150 g et 240 g. Un peu avant le sevrage, vers l'âge de 100 jours, ces quantités ont atteint 1,40 kg et 1,12 kg par agneau et par jour.

Interprétations

On observe une parfaite similitude de croissance dans les deux groupes d'agneaux, pendant la pré-expérience.

Le lait maternel ayant constitué l'aliment exclusif des agneaux pendant cette période, on peut en conclure que la quantité de lait dont disposaient les jeunes était sensiblement la même pour les sujets de chaque groupe.

On peut donc supposer que cette similitude s'est conservée pendant la suite de l'expérience, ce qui permet de calculer la valeur réelle des ensilages consommés par les mères et les agneaux pendant la période expérimentale.

1° Valeur nutritive de l'ensilage mixte de pommes de terre et de luzerne consommé par les mères :

D'après les tableaux XI *b* et XII *b*, nous pouvons calculer à l'aide des tables d'alimentation, les besoins d'énergie de chaque groupe :

	Groupe A	Groupe B
Besoins d'entretien (U.F.).....	0,69	0,69
Besoins de croissance (0 u. 265 par 100 g).....	0,07	0,11
Total.....	0,76	0,80
Énergie disponible pour la sécrétion lactée du groupe A	0,52	—
Énergie réservée par hypothèse à la sécrétion lactée du groupe B	—	0,52
Valeur fourragère de la ration		1 u. 32

La valeur fourragère (x) de la ration complétant l'ensilage étant de 0,56 U la différence entre ces deux valeurs correspond à l'énergie fournie par les 3,76 kg d'ensilage mixte de pommes de terre et de luzerne consommé par le groupe B des mères :

$$x = \frac{1.32 - 0.56}{3.76} = 0 \text{ u. } 20$$

supérieure de 10 % à la valeur de X calculée à partir de données chimiques (0,18 U).

Ces deux valeurs permettent de calculer la quantité de M. S. correspondant à 1 U. F., soit respectivement 1 266 et 1 389 g.

2° Valeur nutritive de l'ensilage de pommes de terre étuvées consommé par les agneaux pendant la période expérimentale

Les données des tableaux XI *b* et XII *b* permettent de calculer d'après les normes, les besoins énergétiques des deux groupes, évalués en U. F.

	<i>Groupe A</i>	<i>Groupe B</i>
Valeur fourragère de la ration ingérée (lait excepté) en U. F.	0,391	
Valeur fourragère de la ration complétant les pommes de terre (lait excepté).....		0,320
Les besoins d'énergie sont :		
Besoins d'entretien (U.F.)	0,414	0,408
Besoins du croît (0 u. 20 p. 100 g).....	+ 0,560	+ 0,576
Total théorique des besoins énergétiques.....	0,974	0,984

Les besoins diffèrent donc de 0,01 U. en faveur du groupe B.

En posant :

l = valeur fourragère du lait maternel,

e = valeur fourragère des pommes de terre ensilées consommées nous pouvons écrire que les rations apportées aux deux groupes ont couvert les besoins :

$$A : 0,974 = 1 + 0,391$$

$$B : 0,984 = 1 + 0,320 + e$$

ce qui donne :

$$e = 0,081$$

la valeur fourragère X du kg de pommes de terre est donc :

$$\frac{0,081}{0,392} = 0,207$$

soit inférieure de 28 % à la valeur théorique calculée à partir de l'analyse chimique (0,289.)

Ces deux valeurs permettent de calculer la quantité de M. S. correspondant à 1 U. F, soit respectivement : 1 396 g et 1 000 g.

Conclusions. — Les résultats des expériences n° 6 et 7 révèlent une différence sensible entre les estimations de la valeur fourragère de la pomme de terre que l'on peut faire à partir des mesures chimiques et des mesures biologiques.

Deux raisons peuvent, à notre avis, expliquer ce phénomène :

a) une mauvaise utilisation digestive de cet aliment riche en glucides, chez le jeune ruminant dont la panse est en pleine évolution ;

b) la présence d'acides organiques dans l'ensilage, qui pourrait être préjudiciable au métabolisme général du jeune.

Nos expériences démontrent que l'ensilage de pommes de terre étuvées est à écarter de l'alimentation de l'agneau. Par contre, l'ensilage mixte de pommes de terre et de luzerne convient parfaitement à la brebis nourrice à raison de 3-4 kg par jour. Son emploi permet de réduire de 50 % la consommation d'aliments concentrés, et d'abaisser le prix de revient de la viande d'agneau.

EXPÉRIENCES SUR BOVINS : UTILISATION DE LA POMME DE TERRE
POUR LA PRODUCTION LAITIÈRE

Par A. M. LEROY et S. ZELTER

CORNEVIN (33) signale que les pommes de terre cuites favorisent la sécrétion de matières grasses chez la vache laitière. Les expériences effectuées en 1895 en Suisse à l'Ecole Laitière de Rutti (34) ont permis d'observer que la distribution de grosses quantités de pommes de terre crues (plus de 10 kg) aux vaches communique au fromage un goût amer très désagréable. Cette observation est confirmée en 1937 par LANDIS et BURCKHARDT (35) qui ne recommandent l'emploi de la pomme de terre pour la vache en lactation qu'après cuisson et considèrent que des doses journalières de 8 à 10 kg de cet aliment ne sont pas défavorables à l'activité mammaire. La littérature consultée ne mentionne aucune recherche concernant l'utilisation de l'ensilage de pommes de terre étuvées pour la production laitière. Notre étude sur ce sujet comble donc une lacune.

Expérience n° 8

Influence d'un ensilage mixte de pommes de terre étuvées et de luzerne sur la sécrétion lactée de la vache.

L'étude a été menée à bien entre le 15-12-49 et le 2-5-50 à Moufflaines (Eure), où nous avons pu disposer d'un certain nombre de vaches en lactation répondant aux nécessités de notre protocole expérimental.

Dispositif général de l'expérience

a) Les animaux. — Le matériel animal était constitué par 10 vaches que nous avons partagées en deux lots, en tenant compte de la race, de l'âge, du nombre de lactations antérieures, de la date de vélage, ainsi que des aptitudes de chacun des sujets.

b) Les régimes alimentaires. — Six semaines environ ont été nécessaires à la préparation des sujets, durant lesquelles le régime alimentaire équilibré destiné à servir par la suite de régime témoins a permis de régulariser la production et d'uniformiser l'état général des sujets. Une période de pré-expérience et trois périodes expérimentales, ayant duré chacune 21 jours, ont suivi cette phase préparatoire. Des intervalles de 4 jours séparaient deux périodes successives, pour faciliter l'adaptation aux changements de régime.

Pendant la pré-expérience, les deux groupes A et B ont été soumis au régime type témoin comportant, comme aliment de base, des betteraves demisucrières en mélange avec des balles de céréales et du foin de luzerne, distribué en quantités égales à tous les sujets.

Des mélanges complémentaires à teneur variable en protéines comprenant

TABLEAU XIII

Mesures concernant la consommation d'aliments

	Groupe A	Groupe B
a) <i>Pré-expérience</i> (régime) :	—	—
Consommation moyenne journalière (kg) :	betteraves fourragères	betteraves fourragères
Betteraves	41,50	41,50
Balles de blé	4,73	4,73
Foin de luzerne	4,56	4,56
Complément concentré I	0,635	0,783
Complément concentré II	3,636	3,346
Matières sèches totales ingérées (kg)	16,584	16,458
Matières protéiques digestibles (g)	1,182	1,188
Matières grasses digestibles (g)	0,366	0,358
Valeur nutritive de la ration (U.F.)	10,44	10,33
b) <i>Expérience</i> :		
Période I. — Régime alimentaire :	ensilage mixte	betteraves
Consommation moyenne journalière (kg) :	(20 kg)	
Betteraves	0	41,70
Ensilage mixte	20,80	0
Balles de blé	0	5,20
Paille de blé	4,50	0
Foin de luzerne	4,11	4,11
Mélange concentré I	0,403	1,323
Mélange concentré II	2,943	2,016
Matières sèches totales ingérées (kg)	16,190	15,782
M.S. de l'ensilage, % de la M/S. totale ingérée	32,7 %	—
Matières protéiques digestibles (g)	886	1,067
Matières grasses digestibles (g)	263	296
Valeur nutritive de la ration (U.F.)	9,60	9,54
— — — sans ensilage (U.F.)	6,03	—
Période II. — Régime :	ensilage mixte	betteraves
Consommation moyenne journalière (kg) :	(30 kg)	
Betteraves	0	39,50
Ensilage mixte	29,80	0
Balles de blé	0	4,90
Paille de blé	4,50	0
Foin de luzerne	4,10	4,10
Complément concentré I	0,896	1,19
Complément concentré II	0,486	1,58
Matières sèches totales ingérées (kg)	16,721	15,759
M. S. de l'ensilage, % des M. S. totales	45,3 %	—
Matières protéiques digestibles (g)	781	950
Matières grasses digestibles (g)	209	262
Valeur nutritive de la ration totale (U.F.)	9,46	8,21
— — — sans ensilage (U.F.)	4,33	—
Période III. — Régime :	betteraves	ensilage mixte
Consommation moyenne journalière (kg) :		(30 kg)
Betteraves	39,80	0
Ensilage mixte	0	30,40
Balles de blé	4,76	0
Paille de blé	0	4,50
Foin de luzerne	3,73	3,73
Complément concentré I	0,973	0,596
Complément concentré II	2,139	0,523
Matières sèches totales ingérées (kg)	14,634	16,298
M. S. de l'ensilage, % des M. S. totales	47,4 %	—
Matières protéiques digestibles (g)	929	657
Matières grasses digestibles (g)	269	187
Valeur nutritive de la ration totale (U.F.)	8,87	9,14
— — — sans ensilage (U.F.)	—	3,90

des tourteaux de lin et d'arachide, des céréales secondaires, du son de blé et des sels minéraux étaient ajoutés à la ration de base, de façon à couvrir les besoins énergétiques et protéiniques des vaches, calculés d'après les tables d'alimentation.

Pendant toute la durée de l'expérience, le groupe expérimental recevait le régime témoin, dans lequel les betteraves avaient été remplacées par de l'ensilage mixte de pommes de terre étuvées et de luzerne. Une certaine quantité de paille de céréales a été substituée aux balles de céréales, afin d'assurer un lest suffisant et comparable à celui du régime témoin, en prenant la précaution de ne pas modifier par cette substitution l'équilibre énergétique pré-établi.

Le schéma ci-après résume la succession des régimes alimentaires appliqués à chacun des groupes :

Groupe	Pré-expérience	Expérience		
		Période I	Période II	Période III
A	Régime témoin (betteraves)	Régime expérimental (20 kg ensilage mixte)	Régime expérimental (30 kg ensilage mixte)	Régime témoin (betteraves)
B	— id° —	Régime témoin (betteraves)	Régime témoin (betteraves)	Régime expérimental (30 kg ensilage mixte).

Les quantités d'aliments consommés par chacun des sujets ont été relevées journellement. Des prélèvements fréquents ont été examinés au laboratoire (voir tableau n° 8 en annexe du mémoire).

c) **Les mesures concernant la production laitière.** — Les effets du régime ont été suivis grâce à des pesées portant sur le lait et le poids vif des sujets.

La sécrétion lactée individuelle a été mesurée à l'aide des pesées effectuées à chaque traite. La teneur du lait en matières grasses a été déterminée journellement pour chacun des sujets, par la méthode Gerber, sur un échantillon proportionnel des traites. Les quantités totales de matières grasses produites ont été obtenues en multipliant la quantité de lait produite par sa richesse en matières grasses.

Pour faciliter les comparaisons, la production totale de lait a été exprimée en lait à 4 % de matières grasses d'après la formule de GAINES :

Des pesées régulières, effectuées au début et à la fin de chaque période, ont permis de suivre l'état général des animaux. Deux à trois pesées intermédiaires complétaient ces observations.

Les résultats

L'interférence d'un certain nombre de facteurs peut masquer l'influence du régime sur la production laitière et rend très délicate l'interprétation des résultats expérimentaux.

La courbe de lactation, pour un intervalle restreint, peut se confondre avec une droite, et, par conséquent, se définit :

TABLEAU XIV

Mesures des productions laitières et des variations du poids vif des groupes

Régime spécifique	Groupe A				Groupe B			
	Pré-expérience		Expérience		Pré-expérience		Expérience	
	Betteraves	Période I ensilage mixte (20 kg)	Période II ensilage mixte (30 kg)	Période III Betteraves	Betteraves	Période I Betteraves	Période II Betteraves	Période III ensilage mixte (30 kg)
<i>Lait :</i>								
Moyenne journalière (kg).....	15,04 ± 0,39	13,40 ± 0,37	12,26 ± 0,44	9,90 ± 0,41	14,72 ± 0,47	12,16 ± 0,45	10,42 ± 0,43	10,38 ± 0,52
Écart % des productions moyennes entre les périodes successives ..	— 38 ± 69	— 10,9	— 8,5	— 19,2	„	— 17,4	— 14,3	+ 1,5
Vitesse de la chute de lactation (pentes en millièmes)	— 38 ± 69	— 30 ± 32	— 44 ± 8	— 83 ± 15	— 40 ± 26	— 108 ± 47	— 93 ± 31	— 72 ± 24
<i>Taux butyreux moyen :</i>								
Moyenne journalière (gr % ₁₀₀)	34,1 ± 0,35	34,0 ± 0,34	33,7 ± 0,36	36,0 ± 0,37	35,7 ± 0,38	35,5 ± 0,32	35,5 ± 0,31	35,2 ± 0,39
<i>Matières grasses totales :</i>								
Moyenne journalière (kg).....	0,515 ± 0,016	0,460 ± 0,014	0,412 ± 0,015	0,358 ± 0,016	0,528 ± 0,019	0,426 ± 0,018	0,370 ± 0,016	0,375 ± 0,019
Écart % entre les périodes successives	— 2,6	— 10,7	— 10,4	— 13,0	„	— 19,3	— 13,0	— 1,4
Chute de sécrétion (pentes en mil- lièmes)	— 2,6	— 1,9	— 2,1	— 1,3	— 1,0	— 2,4	— 3,4	— 3,9
<i>Lait à 4 % de matières grasses :</i>								
Moyenne journalière (kg).....	13,78 ± 0,37	12,31 ± 0,34	11,06 ± 0,40	9,36 ± 0,41	13,60 ± 0,45	11,40 ± 0,46	9,68 ± 0,41	9,74 ± 0,48
Écart % entre les périodes succes- sives.....	— 77	— 10,7	— 10,1	— 15,4	„	— 16,2	— 14,2	— 0,4
Vitesse de la chute de sécrétion (pentes en millièmes)	— 77	— 41	— 45	— 48	— 40	— 90	— 74	— 90
<i>Poids vif moyen :</i>								
Gain ou perte journalière de poids vif (pentes en millièmes)	543,4 ± 10,3	525,2 ± 15,6	541,7 ± 9,6	551 ± 10,0	543,6 ± 15,2	540,2 ± 14,1	533,2 ± 14,0	524,0 ± 13,8
	— 67,6	+ 1 030	+ 339	+ 72	— 840	— 226	— 377	+ 383

GRAPHIQUE VIII

Gras Matières grasses totales

% Taux butyreux

GRAPHIQUE IX

GRAPHIQUE X

- 1° par un point (ex. la moyenne de production, dans l'intervalle considéré) ;
- 2° par une pente.

Celle-ci traduit la rapidité avec laquelle la production laitière diminue. Elle peut être plus ou moins grande, selon l'intervention d'un facteur d'origine alimentaire.

Les calculs que nous avons effectués à partir de nos mesures sont ceux de la moyenne pondérée par période, de l'erreur standard de cette moyenne, et de la pente de la droite d'ajustement obtenue par la méthode des moindres carrés. Cette dernière, exprimée en millièmes, représente les variations absolues des mesures effectuées.

La comparaison des résultats obtenus pendant la même période permet une interprétation plus correcte des phénomènes.

Chaque point des graphiques n° 8 et 8 bis représente la moyenne des mesures effectuées pendant 3 jours successifs.

Discussion des résultats

1° Moyennes de production par période. — La comparaison entre les moyennes respectives des deux groupes de vaches en expérience et l'étude de leur variance commune font ressortir que :

a) Le très léger écart observé pour la sécrétion lactée pendant la pré-expérience entre les deux groupes soumis au régime témoin est dépourvu de toute signification ($t = 0,490$ et $0,6 < P < 0,7$). Ce test d'homogénéité prouve donc que nos groupes sont comparables.

b) Pendant les périodes I et II, la substitution de l'ensilage mixte aux betteraves a permis de maintenir la production laitière du groupe A à un niveau plus élevé que celle du groupe B soumis au régime témoin.

La différence en faveur du groupe nourri à l'ensilage atteint + 6,5 % environ. L'étude statistique des moyennes démontre que, pour la période I : $t = 2,102$ et $0,02 < P < 0,03$, et pour la période II : $t = 2,99$ et $P < 0,01$. Elle prouve que cette différence est très significative.

c) Lors de la période expérimentale III, le retour du groupe A au régime témoin, et le passage du groupe B au régime expérimental, provoquent une inversion du phénomène : la chute de la sécrétion du lait dans le premier groupe est très forte et atteint — 19,2 %. Dans le groupe B, par contre, la chute continue de la sécrétion enregistrée lors des précédentes périodes avec le régime témoin est, non seulement enrayée, mais encore la sécrétion a tendance à remonter légèrement. Elle s'accroît, en effet, de + 1,5 % par rapport à celle enregistrée lors de la période II.

Les variations de régimes ont eu peu d'effet sur le taux butyreux. Les différences entre les données respectives des groupes concernant la sécrétion de matières grasses totales et de lait à 4 % apparaissent, par conséquent, directement en rapport avec celles observées pour la production laitière et reflètent surtout ce dernier phénomène.

Les variations de poids vif des animaux font apparaître un accroissement sensible de celui-ci toutes les fois que l'ensilage mixte remplace les betteraves dans le régime, tandis que ce dernier aliment produit une variation inverse.

2° Chute des lactations. — L'examen des pentes reflète, plus clairement encore que celui des moyennes, l'effet des régimes sur la chute de lactation.

Pendant la pré-expérience, la chute de lactation est sensiblement la même dans les deux groupes. La baisse journalière de la production lactée est de 38 à 40 g, ce qui est normal. L'homogénéité des deux groupes est très satisfaisante.

Durant les périodes expérimentales I et II, la chute de lactation du groupe A soumis au régime expérimental est du même ordre que la précédente. Celle du groupe B, nourri avec le régime témoin (betteraves) s'accroît, par contre, très significativement. Elle atteint — 108 g, soit le triple d'une chute normale.

A la suite de l'inversion des régimes, opérée pendant la période expérimentale III, la chute de lactation du groupe A, remis au régime témoin, s'amplifie fortement ; tandis que celle du groupe B, passé au régime expérimental, s'atténue par contre très sensiblement.

La tendance du taux butyreux à remonter légèrement dans le groupe A sous l'effet de l'inversion des régimes pendant la période III, peut être attribuée à l'abaissement brutal du volume de lait produit pendant cette période.

L'évolution du poids vif des animaux est également extrêmement suggestive.

Les phénomènes observés montrent que, pour la vache laitière, l'ensilage mixte de pommes de terre étuvées et de luzerne verte constitue un aliment plus favorable à la production laitière que les betteraves.

L'explication de ce fait doit être recherchée dans l'étude approfondie des différences existant entre ces deux régimes, dont les aspects énergétique, protéique et lipidique méritent une attention particulière.

L'APPORT D'ÉNERGIE

Les apports énergétiques du régime témoin, calculés à partir de la composition chimique des aliments, étaient plus élevés que les besoins théoriques calculés d'après les normes classiques (voir tableau XV). Déduction faite des besoins de l'entretien et de l'accroissement du poids, l'énergie disponible pour la production laitière variait entre 0,43 U et 0,49 U par kg de lait à 4 %. Or, d'après les normes, celles-ci n'aurait dû être que de 0,38 U. Cet excédent théorique d'énergie disponible n'a pas empêché cependant une décroissance anormale de la production laitière.

Le régime comportant des betteraves paraît donc exiger une dépense énergétique de production relativement élevée.

TABLEAU XV

*Tableau comparatif des besoins journaliers théoriques et des apports réels d'énergie
(en Unités Fourragères)*

Normes théoriques de besoins énergétiques:

Entretien selon le poids vif :

400 kg : 3 u. 25

500 kg : 3 u. 85

600 kg : 4 u. 40

Production laitière : 0 u. 38 par kg de lait à 4 % de M. G.

Croît : 2 u. 65 par kg de gain de poids vif.

Expérience

	<i>Expérience</i>			
	<i>Pré- expérience Betteraves</i>	<i>Période I Ensilage mixte (20 kg)</i>	<i>Période II Ensilage mixte (30 kg)</i>	<i>Période III Betteraves</i>
<i>Groupe A :</i>				
Besoins théoriques (U.F.)	9,33	11,40	9,18	7,88
Apports réels (U.F.) (y compris l'ensilage d'après sa valeur nutritive résultant de l'analyse)...	10,44	9,59	9,45	8,87
U.F. disponibles par kg de lait à 4 % de M.G. produit	0 u. 46	0 u. 23	0 u. 40	0 u. 49
				Ensilage mixte (30 kg)
	Betteraves	Betteraves	Betteraves	
<i>Groupe B :</i>				
Besoins théoriques (U.F.)	9,26	8,40	7,75	8,62
Apports réels (U.F.) (y compris l'ensilage d'après sa valeur nutritive résultant de l'analyse)	10,33	9,54	8,21	9,13
U.F. disponibles par kg de lait à 4 % de M.G. produit	0 u. 46	0 u. 48	0 u. 43	0 u. 43

Pendant les périodes avec régime expérimental à base d'ensilage, l'énergie théoriquement disponible par kg de lait à 4 % est de 0,23 U avec une ration de 20 kg d'ensilage, et de 0,40 U à 0,43 U avec une ration de 30 kg. Dans le premier cas, le chiffre est anormalement bas et indiquerait que la valeur nutritive réelle de l'ensilage est supérieure à celle qui résulte de l'analyse chimique. Dans le second cas, l'énergie disponible apparaît très proche de celle recommandée par les normes.

L'influence heureuse de l'ensilage sur la production laitière ne peut donc être due à un facteur d'origine énergétique. La valeur nutritive effective de l'ensilage mixte semblerait en outre varier avec les quantités ingérées et être tantôt supérieure, tantôt inférieure à la valeur théorique. Le calcul de celles-ci figure dans les tableaux XVI *a* et XVI *b* et indique que la valeur effective de l'ensilage étudié ressort à 0,26 U par kg avec une ration journalière de 20 kg, tandis que la valeur théorique d'après l'analyse chimique est de 0,17 U seulement. L'utilisation réelle lui est supérieure de 35 %. Par contre, lorsque la quantité journalière ingérée atteint 30 kg, la valeur nutritive effective n'est plus que de 0,16 U, soit sensiblement la même que celle escomptée théoriquement.

Les valeurs moyennes résultant des calculs effectués, soit à partir des données moyennes des groupes (XVI a), soit à partir des données individuelles des sujets (XVI b) concordent parfaitement ; les calculs individuels font cependant ressortir des différences d'utilisation très marquées d'un sujet à l'autre. Les valeurs extrêmes diffèrent de 35 % et les écarts maxima à la moyenne sont de - 22 % et de + 14 %.

TABLEAU XVI

Tableau comparatif des valeurs nutritives effectives et théoriques de l'ensilage mixte de pommes de terre et de luzerne consommé par les vaches en expérience.

XVI a. — a Calcul effectué à partir des données moyennes des groupes.

Groupe	Poids vif moyen kg	Croit moyen journalier kg	Lait à 4 % de M. G. kg	Besoins énergé- tiques théo- riques U.F.	V. nutri- tive de la ration à l'exclu- sion de l'ensi- lage U.F.	Énergie réelle- ment cou- verte par l'ensi- lage U.F.	Quan- tités d'ensi- lage consom- mées kg	V. nutri- tive effective directe- ment observée U.F./kg
A. pér. I....	525,2	+ 1,030	12,31	11,40	6,03	5,37	20,80	0 u. 26
A. pér. II....	541,7	+ 0,339	11,06	9,18	4,32	4,86	29,80	0 u. 16
B. pér. III....	524,0	+ 0,353	9,74	8,62	3,89	4,73	30,40	0 u. 16
Valeur nutritive théorique calculée d'après l'analyse chimique.....								0 u. 17

XVI b. — Calcul effectué à partir des données individuelles des sujets composant les groupes.

Nom de la Vache :

Période I

Poupoule....	493,2	+ 1,290	10,9	11,38	4,45	6,93	20,80	0,33
Blondine.....	460,0	+ 0,983	17,2	12,75	8,24	4,51	20,80	0,22
Pierrot.....	545,2	+ 1,080	10,7	11,01	5,46	5,55	20,80	0,27
Lola.....	583,4	+ 0,696	14,6	11,70	7,27	4,53	20,80	0,22
Gentille.....	544,6	+ 1,166	7,7	10,32	5,10	5,22	20,80	0,25
Valeur nutritive effective moyenne observée sur l'animal.....								0,26
Valeur nutritive théorique (d'après l'analyse).....								0,17

Période II :

Poupoule....	512,2	+ 0,225	9,9	8,27	4,07	4,20	29,80	0,14
Blondine.....	475,3	+ 0,588	16,7	11,69	5,54	6,05	29,80	0,20
Pierrot.....	562,5	+ 0,801	9,4	9,90	3,77	6,13	29,80	0,21
Lola.....	594,7	- 0,118	14,5	9,90	5,10	4,80	29,80	0,16
Gentille.....	562,7	+ 0,654	5,2	8,90	3,11	5,79	29,80	0,19
Valeur nutritive effective moyenne observée sur l'animal.....								0,18

Période III :

Parlotte....	423,7	- 0,094	8,6	6,67	3,46	3,21	30,40	0,11
Pie-Noire....	552,2	+ 0,116	4,3	6,06	2,81	3,25	30,40	0,11
Pervenche...	558,0	+ 0,450	6,2	7,70	3,08	4,62	30,40	0,15
Duchesse....	494,0	+ 0,030	13,1	8,88	4,04	4,84	30,40	0,16
Lunette....	594,7	- 0,086	17,5	11,01	6,05	4,96	30,40	0,16
Valeur nutritive effective moyenne observée.....								0,14
Moyenne générale des 2 groupes.....								0,16
Valeur nutritive théorique (d'après l'analyse).....								0,17

Les différences constatées dans la valeur nutritive effective avec des rations de 20 à 30 kg d'ensilage mixte, dont les 2/3 sont constitués par des pommes de

terre, pourraient être mises sur le compte du phénomène — bien connu et particulier aux ruminants — de la dépression de digestibilité : les microorganismes de la panse se trouvant en présence d'un aliment d'attaque facile tel que l'amidon, négligent la cellulose et les autres principes nutritifs, il en résulte un amoindrissement sensible de l'utilisation digestive de la ration ingérée.

Dans notre expérience, ce phénomène semble particulièrement intense lorsque les doses de pommes de terre présentes dans l'ensilage mixte s'élèvent à 20 kg, tandis qu'avec celles de 12 à 13 kg, il ne paraît guère avoir lieu. On peut, par conséquent, admettre qu'une dose journalière de 20 kg d'ensilage mixte constitue une ration qu'il ne convient pas de dépasser, lorsqu'il s'agit d'alimenter des vaches laitières d'un poids d'environ 500 kg.

L'APPORT DE MATIÈRES PROTÉIQUES DIGESTIBLES

Une comparaison entre les exigences théoriques des groupes en matières protéiques digestibles et les quantités qu'ils ont réellement ingérées (voir tableau XVII), fait constater que le régime témoin apportait les doses requises. Celui renfermant de l'ensilage montre en revanche, un déficit très marqué. Si cependant, l'activité mammaire ne semble pas avoir souffert pendant les périodes où cette carence s'est produite, il faut supposer que, dans le régime expérimental, la qualité biologique très élevée des protéines de la pomme de terre et de la luzerne (voir chapitre des Généralités) a dû suppléer à l'insuffisance des quantités de matières azotées distribuées.

TABLEAU XVII

Comparaison entre les besoins théoriques et les quantités réelles de matières protéiques digestibles assurées journalièrement par les régimes.

Normes théoriques Entretien 0,5 g par kg de poids vif
des besoins Production de lait 60 g par kg de lait sécrété
 Croît 150 g par kg de gain de poids vif.

	Expérience			
	Pré-expérience Betteraves	Période I Ensilage	Période II Ensilage	Période III Betteraves
<i>Groupe A :</i>				
Besoins théoriques g	1 174	1 221	1 058	881
Apports réels g	1 182	877	772	929
	Betteraves	Betteraves	Betteraves	Ensilage
<i>Groupe B :</i>				
Besoins théoriques	1 155	1 000	892	950
Apports réels	1 188	1 067	950	648

Il apparaît donc très douteux que l'augmentation de la sécrétion lactée, consécutive à une consommation d'ensilage mixte, puisse avoir pour origine un facteur de nature protéique.

L'APPORT DE LIPIDES

Les quantités de matières grasses digestibles ingérées quotidiennement avec le régime témoin pendant la pré-expérience, étaient de l'ordre de 360 g. Elles correspondent aux doses minima qu'exige un fonctionnement normal de la glande mammaire, comme l'a démontré l'un de nous dans une recherche antérieure (36).

Pendant toute cette étude, les quantités de lipides apportées par les deux régimes étaient nettement inférieures à ce seuil de 350 g (voir tableau XVIII). A elle seule, cette insuffisance lipidique pourrait expliquer une baisse anormale de la production laitière.

Ce phénomène est effectivement enregistré dans les groupes soumis au régime comportant des betteraves, mais la chute de production est atténuée lorsque l'on substitue de l'ensilage mixte de pommes de terre et de luzerne. Et pourtant, la teneur en lipides de ce dernier régime était encore plus faible que précédemment. De récentes recherches concernant la lipogénèse chez le ruminant permettent d'expliquer cette apparente contradiction.

Leurs auteurs, FOLLEY et FRENCH (37) attribuent à certains acides gras de poids moléculaire peu élevé (en particulier à l'acide acétique) un rôle de méta-

TABLEAU XVIII

Apports journaliers des régimes en matières grasses

Groupe A : Régime :	Expérience			
	Pré-expérience Betteraves	Période I Ens. mixte (20 kg)	Période II Ens. mixte (30 kg)	Période III Betteraves
Lipides digestibles ingérés (g)...	366	263	209	269
Acides gras volatils ingérés (g)				
acide acétique	traces	83	119	traces
acide butyrique.....	traces	48	68	traces
Lipides digestibles % de la matière sèche ingérée	2,21	1,62	1,25	1,84
Lipides digestibles + ac. gras volatils % de M.S. ingérée	—	2,43	2,36	—
Variation de la production en % :				
Lait	—	— 10,9	— 8,5	— 19,2
Matières grasses totales	—	— 11,0	— 10,4	— 13,1
 Groupe B :				
Régime :	Betteraves	Betteraves	Betteraves	Ens. mixte (30 kg)
Lipides digestibles ingérés (g) ...	358	296	262	187
Acides gras volatils ingérés (g)				
acide acétique	traces	traces	traces	122
acide butyrique.....	traces	traces	traces	70
Lipides digestibles % de la M.S. ingérée	2,18	1,88	1,66	1,15
Lipides digestibles + ac. gras volatils % de la M.S. ingérée ...	—	—	—	2,45
Variations de la production en % :				
Lait	—	— 17,4	— 14,3	+ 1,5
Matières grasses totales	—	— 19,3	— 13,2	+ 1,4

bolite intermédiaire dans la synthèse lipidique de la glande mammaire du ruminant. Une vérification expérimentale de cette hypothèse a été effectuée dernièrement sur des vaches en lactation, par l'un de nous (38). Ses résultats apportent la preuve que les acides gras volatils (acides acétique et butyrique) présents en doses appréciables dans les ensilages, sont capables de stimuler les sécrétions mammaires, et de suppléer éventuellement à une carence du régime de la vache en matières grasses.

Le tableau ci-dessus fait apparaître que les quantités journalières d'acides gras volatils absorbées avec l'ensilage mixte variaient entre 130 et 200 g, selon que les rations étaient de 20 ou de 30 kg, ce qui correspond à des quantités presque égales à celles des autres lipides digestibles du régime.

L'effet stimulant de l'ensilage pourrait donc s'expliquer par les quantités d'acides gras volatils qu'il renferme.

ASPECT ÉCONOMIQUE DE L'INTRODUCTION DE L'ENSILAGE MIXTE DANS LE RÉGIME ALIMENTAIRE DE LA VACHE LAITIÈRE

L'introduction des doses élevées d'ensilage mixte dans le régime de la vache laitière permet de réduire la consommation d'aliments concentrés. Cette importante observation pratique est à signaler. Les calculs faits à partir de nos données expérimentales mettent ce fait en évidence et sont très suggestifs (voir tableau ci-dessous).

TABLEAU XIX

Comparaison entre les consommations d'aliments concentrés qu'entraînent un régime à base de betteraves et un autre à base d'ensilage

Régimes.	Poids vif moyen	Production de lait à 4 %	Aliments concentrés consommés par kg lait	U. F. fournies en concentré % des U. F. totales consommées	Réduction de la consom- mation d'aliments concentrés
—	kg	kg	kg	%	%
Betteraves (40 kg)	537	12,1	0,298	35,0	0
Ensilage mixte (20 kg)	542	12,3	0,272	26,8	9,0
Ensilage mixte (30 kg)	538	10,4	0,120	13,2	59,7

Pour des productions sensiblement équivalentes, les besoins en compléments concentrés sont faiblement réduits lorsqu'à la ration de betteraves est substituée une quantité de 20 kg d'ensilage. Par contre, lorsque le remplacement s'effectue à raison de 30 kg, l'économie de concentré qui en résulte atteint 60 %.

La moins bonne utilisation des fortes rations d'ensilage mixte est donc compensée par la possibilité d'abaisser substantiellement le coût de la production laitière, en raison de la réduction de l'alimentation à base de concentrés qu'elle autorise.

CONCLUSIONS

On peut, à la suite de cette recherche, affirmer que, contrairement à l'opinion fréquemment admise, l'efficacité de la betterave fourragère pour la production du lait apparaît comme très discutable. Cette racine semble incapable de fournir à la glande mammaire toutes les substances qu'exige son activité physiologique. Sa présence à doses élevées dans le régime alimentaire de la vache en lactation contribue à abaisser le rendement énergétique de la ration consommée.

Les carences manifestées par cet aliment pourraient provenir des profonds changements biochimiques qu'il subirait dans les derniers mois de sa conservation, changements qu'il reste à mettre en évidence.

L'ensilage mixte de pommes de terre et de luzerne convient à la vache laitière bien mieux que la betterave. Il semble exercer sur la sécrétion lactée un effet stimulant qui peut être attribué à ses acides gras volatils.

Malgré une moins bonne utilisation, les rations de 30 kg d'ensilage mixte présentent plus d'intérêt que celles de 20 kg parce qu'elles permettent de restreindre la consommation d'aliments concentrés de plus de 50% et contribuent à la diminution du prix de revient de la production laitière.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Une série de recherches sur l'utilisation de la pomme de terre pour l'alimentation du bétail a été effectuée sur des porcins, des ovins, et des vaches en lactation. Les résultats obtenus nous autorisent à présenter les conclusions suivantes :

1° L'utilisation des tubercules de pommes de terre par le bétail est étroitement liée au problème de leur conservation. La cuisson suivie d'ensilage apporte une solution satisfaisante et peut même faciliter la conservation en nature de certains fourrages verts, incorporés aux tubercules.

2° L'introduction de fortes quantités de pommes de terre dans le régime de nos animaux de ferme est parfaitement compatible avec une production animale intensive, à la condition de respecter les règles fondamentales des équilibres alimentaires.

3° L'engraissement intensif du porc n'est à conseiller qu'avec des pommes de terre cuites.

Cet aliment procure, chez le porc, le maximum de son effet nutritif s'il est associé à un complément renfermant environ 24 % de protéine digestible et une proportion suffisante de matières minérales. L'adjonction des vitamines A et D à ce régime est indispensable.

À ces conditions, l'utilisation de la pomme de terre ou de ses déchets de triage est rentable pour l'agriculteur.

La qualité de la carcasse ainsi obtenue est excellente et soutient la comparaison avec celle que donne l'emploi de l'orge.

4° L'ensilage mixte de pommes de terre et de luzerne convient aux brebis nourrices et aux vaches en lactation, chez lesquelles il semble stimuler l'activité mammaire.

Il permet de réduire de plus de moitié la consommation d'aliments concentrés complémentaires.

5° Les pommes de terre étuvées et ensilées ne conviennent pas aux jeunes agneaux. Cet aliment ne freine pas leur croissance mais est très mal utilisé par eux.

EXPÉRIENCE N° 1

Composition et valeur énergétique des aliments utilisés

Aliments	p. mille d'aliment							Valeur nutritive
	Mat. sèche	Mat. minérales	Mat. cellul.	Mat. azotées	Mat. grasses	Extra. non azotés	Mat. azotées digest.	
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	U. F.
Mais	869	13	23	107	47	679	77	1,14
Complément azoté pommes de terre	873	252	71	300	98	152	240	0,80
Pommes de terre fraîchement cuites	234	13	10	18	3	190	13	0,30
Ensilage de pommes de terre étuvées	265	16	10	27	6	207	18	0,32

EXPÉRIENCE N° 2 ET 3

Composition et valeur énergétique des aliments utilisés

Centres expérimentaux :

Courcelles-Chaussy.....	C ₁
Rouffach	C ₂
Ermenonville	C ₃
Bois-Corbon	C ₄

Aliments		Mat. sèche	Mat. minérales	Mat. cellul.	Mat. azotées	Mat. grasses	Ext. non azotés	Matière azotées digest.	Valeur nutritive
		gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	U. F.
		gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	U. F.
Stand coureur C ₁		908	55	74	183	37	559	146	0,92
— C ₂		911	55	55	209	40	550	176	1,02
— C ₃		851	52	64	207	35	493	167	0,89
— C ₄		912	86	52	136	39	599	115	0,99
Stand « gras » C ₁		904	46	56	120	40	652	101	1,01
— C ₂		905	47	58	128	30	642	107	0,99
— C ₃		858	4	52	111	30	621	94	0,96
— C ₄		899	59	71	141	37	591	114	0,92
Complément azoté pommes de terre :									
— C ₁		922	71	59	330	43	419	276	1,01
— C ₂		917	64	62	309	42	440	255	0,99
— C ₃		846	7	55	303	27	384	253	0,89
— C ₄		895	7	60	332	37	389	225	0,95
Ensilage de pommes de terre étuvées.									
— C ₁		230	19	9	17	3	182	11	0,268
— C ₂		245	25	10	23	3	184	15	0,278
— C ₃		256	35	14	28	3	176	19	0,274
— C ₄		262	13	10	24	2	211	16	0,320
Ensilage de pommes de terre crues.									
— C ₁		367	28	12	18	4	305	17	0,417

6° La valeur énergétique des ensilages de pommes de terre étuvées, mesurée expérimentalement avec des animaux adultes, est au moins égale à celle que l'on peut calculer d'après leur composition chimique. Elle lui est parfois même supérieure dans le cas des ruminants lorsque les doses consommées sont faibles. Cependant, la distribution de fortes rations présente malgré cela de l'intérêt pour des raisons économiques.

7° Certains phénomènes, notamment ceux que nous avons observés sur les jeunes ruminants mériteraient de faire l'objet de recherches ultérieures.

EXPÉRIENCE N° 4

Stand. coureur	869	99	50	226	42	452	191	0,94
Stand. gras.....	858	59	47	136	32	584	116	0,97
Complément azoté pommes de terre	872	99	42	276	62	393	238	1,00
Orge.....	953	27	39	99	31	657	69	1,00
Ensilage pommes de terre étuvées	249	24	6	25	4	190	17	0,284

EXPÉRIENCE N° 5

Aliments	Mat. sèche	Mat. minérales	Mat. cellul.	Mat. azotées	Mat. grasses	Extr. non azotés	Mat. azotées digest.	Valeur fourragère
Stand. coureur.....	896	85	59	191	35	526	159	0,94
Stand. gras.....	892	62	63	139	30	598	114	0,93
Complément azoté pommes de terre.....	892	81	36	245	51	479	215	1,06
Ensilage pommes de terre étuvées	265	32	7	32	10	184	21	0,292
Orge.....	890	53	68	96	25	837	77	0,90

EXPÉRIENCE N° 6

Pour mille d'aliment.	Pulpes de sucrerie ensilées	Ensilage pommes de terre étuvées	Balles de blé	Foin de luzerne	Tourt. de lin	Orge	Avoine
Matière sèche (g).	114	259	876	909	904	874	896
Matières minérales (g)....	19	38	111	51	55	29	36
Matières cellulosiques (g) ..	34	11	301	392	109	68	137
Matières azotées (g).....	15	25	72	122	296	86	86
Matières grasses (g)	5	5	31	30	67	28	50
Extractifs non azotés (g) ...	41	180	361	314	377	663	587
Matières organique digest (g)	58,1	189,4	337,3	410,8	595	717,9	672,3
Matières protéiques digest...	3,8	4,6	13,4	57,7	240	56,4	60,0
Valeur nutritive (U.F.) ...	0,06	0,232	0,24	0,37	0,97	0,99	0,79

EXPÉRIENCE N° 7
Composition et valeur énergétique des aliments utilisés

P. mille d'aliment	Pulpes de distillerie ensilées	Betteraves	Balles de blé	Ensilage mixte de pommes de terre et luzerne	Ensilage pommes de terre étuvées	Foin de luzerne	Tourteau de lin	Orge	Avoine	Son de blé
Matière sèche (g).....	124	92	914	257	289	893	909	846	845	819
Matières minérales (g).....	21	18	64	41	22	57	55	20	30	62
Matières celluloseuses (g).....	22	9	294	22	11	394	89	48	111	114
Matières azotées (g).....	22	15	47	35	36	121	285	96	90	121
Matières grasses (g).....	12	1	38	12	7	30	101	49	61	43
Extractifs non azotés (g).....	47	49	471	147	213	291	379	633	553	479
Matières organiques digestibles (g).....	71,3	59,1	392,1	164,0	227,3	472,5	802,7	764,5	574,4	532,6
Matières protéiques digestibles (g).....	5,5	1,2	8,9	6,9	6,7	56,7	228,0	63,0	63,0	83,4
Valeur nutritive (U. F.) :										
Mères.....	0,07	0,07	0,27	0,185	0,289	0,44	1,07	1,03	0,79	0,60
Agneaux.....			0,30			0,46	1,07	1,03	0,79	0,61

EXPÉRIENCE N° 8
Composition et valeur énergétique des aliments utilisés

P. 0 ⁰⁰ aliment	Bette- raves	Balles de blé	Paille de blé	Ensilage mixte pommes de terre et luzerne	Foin de luzerne	Tourteau arachide	Tourteau de lin	Orge	Avoine	Son de blé	Comp. conc. I	Comp. conc. II	Comp. conc. III
Matière sèche (g).....	105	902	933	254	898	923	918	882	896	885	x	xx	xxx
Matières minérales (g).....	18	83	47	24	60	47	46	23	28	52	922	904	897
Matières celluloses (g).....	8	311	451	38	307	77	81	100	109	100	»	»	»
Matières azotées (g).....	15	31	23	37	108	447	302	103	103	128	»	»	»
Matières grasses (g).....	2	33	15	10	30	79	101	36	59	48	»	»	»
Extraits non azotés (g).....	60	444	396	145	395	274	388	666	597	558	»	»	»
Matières organiques digestibles (g).....	70	368	393	157	451	714	703	735	616	556	69	60	51
Matières grasses digestibles (g).....	—	10	5	2	13	71	93	32	49	34	378	175	139
Matières protéiques digestibles (g).....	1	6	2	5	50	390	246	67	72	89			
Valeur fourragère (U. F.).....	0,08	0,25	0,27	0,17	0,42	1,06	1,10	1,04	0,84	0,69	1,02	0,92	0,90
Acide acétique (g).....	»	»	»	4,0	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Acide butyrique (g).....	»	»	»	2,3	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Acide lactique (g).....	»	»	»	16,5	»	»	»	»	»	»	»	»	»

Formules des compléments concentrés

Complément I (x)		Complément II (xx)		Complément III (xxx)	
Tourteau d'arachide.....	97	Tourteau arachide.....	15	Tourteau arachide.....	10
Mélange minéral (4.3.2.1).....	3	Tourteau de lin.....	32	Tourteau de lin.....	20
		Orge.....	15	Orge.....	27
		Avoine.....	20	Avoine.....	20
		Son de blé.....	15	Son de blé.....	20
		Mélange minéral (4.3.2.1).....	3	Mélange minéral.....	3
			100		100

BIBLIOGRAPHIE

(Mémoire Pommes de Terre)

- (1) POTT (E.). — *Tierernährung: u. Landwirtschaftliche Futtermitteln*, **2**, p. 349-375, 1907.
- (2) SHERMANN (H. C.). — *Food Products*, p. 319, 1920.
- (3) RANDOIN (L.). — *Tables de composition des aliments*, p. 87, 1947.
- (4) GOUIN (R.). — *Les aliments du bétail*, p. 92, 1922.
- (5) RITHAUSEN (H.) et OSBORNE (T. B.). — Cités par POTT (1).
- (6) SCHULZE (F.). — Über das Vorkommen von Hexonbasen in den Kartoffel (*Solanum tuberosum*) und der Dahlie (*Dahlia variabilis*). *Landwirt. Versuchst.*, **59**, p. 331-344, 1904.
- (7) KELLNER (O.). — Cité par POTT (1).
- (8) MORGEN (A.). — Cité par POTT (1).
- (9) JACQUOT (R.). — Aspect physiologique et alimentaire de l'emploi de succédanés en panification. *Ann. de la nutrition*, **2**, p. 647, 1948.
- (10) JACQUOT (R.) et ARMAND (Y.). — Étude Biochimique et Physiologique des protides de pommes de terre, leur intérêt alimentaire. *C. R. Académie de l'Agricult.*, **28**, p. 595, 1942.
- (11) JONES et NELSON. — Cités par JACQUOT (10).
- (12) TERROINE (E.). — *Le métabolisme de l'azote*, **1**, p. 229, 1933.
- (13) THOMAS (K.). — Über die biologische Wertigkeit der Stickstoffsubstanzen in verschiedenen Nahrungsmitteln. *Arch. Anat. u. Physiol.*, **219**, p. 302, 1909.
- (14) STEELWAAG (A.). — Die Zusammensetzung der Futtermittelfette. *Landwirt. Versuchst.*, **37**, p. 148, 1890.
- (15) STONE (W. E.). — Die Einwirkungen von Enzymen auf Stärken Verschiedenen Ursprungs. *Chem. Zentralbl.*, **1**, p. 853, 1897.
- (16) GRIMME (C.). — Über Maniokmehl. *Zeitschr. f. untersuch. u. Nahr.*, **41**, p. 172, 1921.
- (17) FORFANG (E.). — Cité par POTT (1).
- (18) MUNTZ (A.). — Cité par POTT (1).
- (19) HANT (O.). — Cité par HUZEMANN. *Die Pflanzenstof*, p. 421, 1871.
- (20) MAYER (G.). — Ueber Vergiftungen durch Kartoffeln. *Arch. f. Exper. Pathol. u. Pharmacol.*, **36**, p. 360, 1895.
- (21) WOLF (E.). — Versuche mit Pferden über die Verdaulichkeit von Kartoffeln und Mohren neben Heu und Hafer. *Landwirt. Jahrb.*, **13**, p. 245, 1884.
- (22) VOLTZ (W.) et DIETRICH (W.). — Die Verwertung roher, gedämpfter und durch Reinzuchtsäuerung konserwierter roher und gedämpfter Kartoffeln für die Milchleistung. *Landwirt. Jahrb.*, **48**, p. 535, 1915.
- (23) WATSON (S. J.) et HORTON (E. A.). — Composition. Digestibility and Nutritive value of Graasland Products. *J. Agricult. Sci.*, **26**, p. 142, 1936.
- (24) BOLLMANN (W.). — Untersuchungen über die Verdaulichkeit der Nährstoffe von rohen, gedämpften und gedämpft eingesäuerten Kartoffeln, am Schwein am Hammel, and der Milchkuh und Mastochsen. *Zeits. f. Zücht. u. Tierernähr.*, **24**, 3, p. 329-358, 1932.
- (25) VOLTZ (W.) et collab. — Die Verwertung der Kartoffeln in ihren Verschiedenen Verwendungsformen durch das Schwein und der Wiederkäuer. *Landwirt Jahrb.*, **1**, p. 3, 1917.
- (26) HEIDENS (F.). — *Beitrag Z. Ernährung des Schweines*, 1877.
- (27) LEHMANN (F.) cité par MARCQ (J.) et LAHAYE (J.). — *Le Porc*, p. 180, 1941.
- (28) KIRSCH (W.), JANTZON (H.) et REISCH (E.). — Der Einfluss von Milch und Essigsäuren Kartoffeln auf die Entwicklung und die Schlachtqualität von Marstschweinen in Vergleich zur Magermilch Gerstenfütterung. *Zeits. f. Zücht u. Tierernähr*, **21**, 3, p. 504, 1931.
- (29) LEROY (A. M.) et FÉVRIER (R.). — Étude des aptitudes économiques et de leur transmission chez les différentes souches et races porcines. *Ann. Agronom.*, **19**, 6, p. 925, 1949.
- (30) CLAUSEN (H.). — 39^e Beretning fra Sammenliguende Forsog med Swin fra Statsanerkennte Avlscentre. *Beretning fra Forsoglaboratoriet*, **256**, 1951.
- (31) JESPERSEN (J. O.) et PLESNER (U. A.). — Forsog med Ensilage of Kogte Kartoffler samt Forsog med Raa ofg Kogte Kartoffler *Beretning fra Forsoglaboratoriet*, **166**, p. 10-11, 1936.
- (32) GIRARD (A.). — Application de la pomme de terre à l'alimentation du bétail. *J. d'Agricult. Prat.*, **1**, p. 709, 1895.

- (33) CORNEVIN (Ch.). — La Pomme de terre dans l'alimentation de la vache laitière. *J. d'Agriculture Prat.*, **2**, p. 46, 1894.
 - (34) ÉCOLE LAITIÈRE de RUTTI citée par LANDIS (J.) et BURKHARDT (H.) (35).
 - (35) LANDIS (J.) et BURKHARDT (H.). — Utilisation de la pomme de terre dans l'alimentation de la vache laitière. *Annuaire Agric. Suisse*, **10**, p. 1110-1123, 1937.
 - (36) LEROY (A.-M.) et BONNET (J.). — Sur la production de matières grasses des vaches laitières. *Ann. Agron.*, **17**, 3, p. 455, 1947.
 - (37) FOLLEY (S. J.) et FRENCH (T. M.). — Utilisation of acetate by Ruminant Tissues. *Bioch. J.*, **43**, p. LV, 1948.
 - (38) ZELTER (Z.). — Participation des acides acétique et butyrique à la lipogénèse chez la vache laitière. *C. R. Acad. des Sci. Paris*, **231**, p. 1574, 1950.
-