
Informations internes sur L'AGRICULTURE

**Recherches sur les révélateurs
pouvant être additionnés
au lait écrémé en poudre**

COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION « ÉCONOMIE ET STRUCTURE AGRICOLES » – DIVISION « BILANS, ÉTUDES, INFORMATION »

*La reproduction, même partielle, du contenu de ce rapport est subordonnée
à la mention explicite de la source*

Informations internes sur L'AGRICULTURE

**Recherches sur les révélateurs
pouvant être additionnés
au lait écrémé en poudre**

COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION « ÉCONOMIE ET STRUCTURE AGRICOLES » – DIVISION « BILANS, ÉTUDES, INFORMATION »

Introduction

Lorsque la Communauté s'est trouvée confrontée avec la nécessité de réduire les importants stocks de lait écrémé en poudre qui s'étaient constitués, elle a été amenée à prendre un certain nombre de mesures spéciales d'écoulement.

Les débouchés offerts sur les marchés internationaux et notamment la fourniture aux pays en voie de développement ne permettant pas d'utiliser la totalité des disponibilités - certaines constituées de lots ayant subi une conservation prolongée ne pouvaient être offertes à l'alimentation humaine - la Communauté a été amenée à admettre la vente à prix réduit du lait écrémé en poudre pour l'alimentation des porcs et volailles.

Afin d'éviter des détournements vers les secteurs où la valorisation du lait écrémé aurait été plus élevé, les laits écrémés en poudre destinés aux porcs et aux volailles ont été dénaturés par adjonction d'autres composants.

Pour le cas où se présenterait à nouveau la nécessité de séparer le lait écrémé en poudre vendu à prix réduit pour cette affectation particulière, du lait écrémé vendu dans le circuit normal, la Commission a estimé nécessaire d'examiner en détail les résultats des mesures techniques prises au cours des années antérieures et de rechercher, à la lumière de l'expérience acquise, des améliorations éventuelles.

Le présent rapport reprend les résultats d'une première série d'expériences qui ont porté :

- d'une part, sur les composants proposés comme dénaturants et notamment sur :
 - . les produits les plus intéressants, du point de vue de leur composition;
 - . les doses minimales indispensables pour une dénaturation efficace;
 - . les caractéristiques physico-chimiques permettant d'éviter toute opération de réutilisation du lait en poudre incorporé dans des mélanges;

- d'autre part, sur l'utilisation des mélanges dénaturés :

- . dans des proportions assez limitées pour l'alimentation des veaux, en vue de confirmer l'influence négative sur l'appétence, la croissance, l'état de santé et la qualité de la viande de veau;
- . dans les quantités prévues par la réglementation, en vue de vérifier leur nocivité éventuelle en ce qui concerne le métabolisme des poules pondeuses et des poulets à l'engrais ainsi que l'absence d'incidence éventuelle sur la qualité de la viande et des oeufs.

Le présent rapport est composé de 4 parties :

partie A : Recherches effectuées à la Station Laitière à Melle	p. A.1 - A.48
partie B : Recherches effectuées à la Station pour l'Alimentation du Bétail à Gontrode	p. B.1 - B.32
partie C : Recherches effectuées à la Station de Petit Elevage à Merelbeke	p. C.1 - C.39
partie D : Conclusions générales	p. D.1 - D. 4

Un sommaire détaillé figure au début de chacune des parties.



Les auteurs de ce rapport tiennent à remercier cordialement M. J. LOMMEZ et M. V. SADINI, de la Commission des Communautés Européennes, pour la collaboration agréable qui a caractérisé l'exécution de ces recherches.

PARTIE A

STATION LAITIÈRE DE L'ÉTAT à MELLE

(Directeur : Ir.M.NAUDTS)

Etudes de Laboratoire

par

ir. R. VANDERPOORTEN

TABLE DES MATIERES - PARTIE A

Introduction

p.

1. OBJET I. : MELANGE PRET A L'USAGE

1.1. Céréales broyées, marquées par l'huile de poisson non désodorisée

1.1.1. Les céréales broyées A.1.

1.1.2. Etude des caractéristiques de l'huile de poisson garantissant l'effet recherché A.7.

1.1.3. Conclusions et suggestions se rapportant aux céréales broyées et à l'huile de poisson non désodorisée A.16.

1.2. Matières colorantes

1.2.1. Analyse qualitative des colorants utilisés A.18.

1.2.2. Analyse quantitative des matières colorantes A.22.

1.2.3. La stabilité des colorants utilisés envers certains agents physiques et chimiques A.23.

1.2.4. Conclusions et suggestions se rapportant aux matières colorantes. A.25.

2. OBJET II : MELANGE DESTINE A ETRE TRAITE ULTERIEUREMENT

2.1. Farines de poisson A.27.

2.1.1. Examen organoleptique A.27.

2.1.2. Détermination de la dose minimum A.27.

2.1.3. Fractions granulaires obtenues par tamisage de la farine de poisson et du lait écrémé en poudre A.28.

2.1.4. Détermination de la quantité de farine de poisson présente dans la poudre de lait A.35.

2.1.5. Etude des possibilités de cacher la présence de farine de poisson A.36.

2.1.6. Conclusions et suggestions se rapportant à la farine de poisson. A.37.

2.2. <u>Sels de fer</u>	
2.2.1. Etude analytique	A.37.
2.2.2. Fractions de tamisage des sels de fer	A.45.
2.2.3. Conclusions	A.45.
3. <u>CONCLUSIONS</u>	A.46.
<u>LITERATURE</u>	A.48.

Introduction

Dans le cadre des recherches prévues, la tâche confiée à la Station Laitière de Melle, était d'étudier un nombre de caractéristiques physiques, chimiques et organoleptiques de certains produits additionnés à la poudre de lait écrémé comme révélateurs ou dénaturants.

Le but de ces recherches était surtout d'avoir des renseignements précis sur leur efficacité en tant que révélateurs et de rechercher éventuellement des améliorations dans les prescriptions actuelles afin d'augmenter cette efficacité révélatrice.

1. OBJET I : MELANGE PRET A L'USAGE

Composition d'après le règlement (C.E.E.) N° 2482/69

- au minimum 2 % et au maximum 10 % de lait écrémé en poudre
 - au minimum 50 % de céréales broyées dénaturées par adjonction, par 100 kg de céréales ou de céréales broyées, de 400 g d'huile de poisson non désodorisée.
 - au minimum 2 % de cellulose dont celle contenue dans les céréales broyées citées sous le tiret précédent,
- et
- 0,05 % d'un mélange se composant de quatre cinquièmes de jaune tartrazine (E 102) et d'un cinquième de bleu patenté V (E 131) ou 0,01 % de rouge cochenille A (E 124)
- ou
- 0,02 % de bleu patenté V (E 131).

1.1. Céréales broyées marquées par l'huile de poisson non désodorisée

1.1.1. Les céréales broyées

a) le taux minimum de parcelles d'amidon détectables dans le lait écrémé en poudre

Afin de voir dans quelle mesure le test au lugol permettrait de dépister la présence de parcelles d'amidon dans les poudres de lait écrémé spray, des mélanges ont été préparés à partir de ces deux constituants.

L'amidon choisi était du type " amidon soluble " et ses concentrations dans le mélange variaient entre 1 et 0,01 % .

Le test a été exécuté de la façon suivante :

Peser 1 g de l'échantillon dans un tube à essai. Ajouter 6 ml de HCl 0,1 N. Agiter les tubes et les placer dans un bain-marie à 75°C pendant 5 minutes. Refroidir les tubes à l'eau courante et porter la suspension sur un filtre S. & S 589-2. Ajouter au filtrat obtenu 2 gouttes d'une solution de lugol obtenue en dissolvant 2 g de KI dans 300 ml d'eau et en y ajoutant 1 g d'iode.

Il a été établi que ce test permet de démontrer la présence de 0,01 % d'amidon soluble dans les poudres de lait.

A.2.

b) Influence des conditions de broyage sur la sensibilité du test au lugol et sur les fractions granulaires obtenues par tamisage.

Les céréales examinées étaient broyées sur des appareils à cylindres ou concassées dans un moulin à marteaux. Les échantillons broyés provenaient d'une usine d'aliments pour bétail : 1 échantillon de froment après passage du premier broyeur, et des échantillons grossièrement, moyennement et finement moulus, nous ont été procurés. Par céréale grossièrement moulue on entend le produit résultant d'une mouture intégrale, toutes les particules passant par un tamis de 1600 μ .

Une céréale moyennement moulue correspond à un produit de mouture intégrale pour lequel les particules passent toutes par un tamis de 700 μ .

Enfin on considère dans ce travail une céréale comme étant finement moulue lorsque le produit de la mouture intégrale passe par un tamis de 450 μ .

Défini comme tel le degré de mouture n'a qu'un sens relatif. En effet, le type d'installation, les appareils et les types de tamis utilisés varient d'une usine à l'autre. Il faut noter que les céréales grossièrement moulues contiendront toujours une fraction plus ou moins importante de fines particules.

Les céréales concassées ont été fournies par la Station de Petit Elevage à Merelbeke.

- Détermination des fractions granulaires obtenues par tamisage

Un bon indice pour définir le degré de mouture est obtenu en soumettant les échantillons de céréales à un tamisage sous des conditions standardisées et en exprimant les quantités de céréales retenues par les différents tamis en % de la quantité tamisée. Cette méthode est employée couramment dans les laboratoires de meunerie. Elle a été appliquée à tous les échantillons décrits ci-dessus. L'ouverture des tamis superposés était dans l'ordre et de haut en bas 315, 200, 125, 80 et 50 μ . Les particules traversant le tamis de 50 μ sont collectées dans un récipient de fond. De cette façon 6 fractions pouvaient être obtenues par échantillon.

L'appareil de tamisage, construit par la firme HAVER et BOECKER était du type EML. Le diamètre des tamis était de 200 mm. Les échantillons étaient soumis à un tamisage pendant 15 minutes. La clé de l'appareil pour le réglage de l'intensité était tournée à la position 6. Ceci correspond à une hauteur de vibration des tamis de 1 mm. Avant de discuter les chiffres, nous attirons l'attention sur le fait que, sauf mention contraire, dans la suite du travail une fraction donnée correspond à la quantité de l'échantillon passant par le tamis superposé et refusé par le tamis en question. Cette remarque est applicable également aux résultats présentés dans les tableaux.

Les résultats de tamisage des divers échantillons de céréales broyées ou concassées sont reproduits dans le tableau 1.

De ceux-ci il ressort que :

- 1) à l'exception du maïs finement moulu, tous les échantillons examinés possèdent une fraction granulaire de 315 microns, qui varie entre 52,3 et 99,5 %. Ceci est important parce que, dans ces conditions en tamisant un mélange de céréales broyées et de poudre de lait sur un tamis de 315 μ , 52,3 à 99,5 % des céréales pourraient être éliminées, et on ne perdrait que 0,1 à 3 % de la poudre de lait présente. (voir tableau 8 - Fractions granulaires obtenues par tamisage de poudre de lait écrémé spray).
- 2) à l'exception du maïs grossièrement moulu, dont la fraction correspondant à 200 microns est égale à 0,10 %, pour les autres échantillons de céréales cette fraction varie entre 9,0 et 42,7 %. Dans le maïs grossièrement moulu les fractions correspondant à 125 et à 80 microns sous les conditions décrites ci-dessus ne représentent que 0,05 % en poids.

TABLEAU 1 - Composition granulaire des céréales broyées ou
concassées, en %

Echantillons	> 315 μ	> 200 μ	> 125 μ	> 80 μ	> 50 μ	< 50 μ
<u>Froment broyé</u>						
- du 1er broyeur	86,5	9,0	2,5	0,5	0,05	-
- grossièrement	66,0	26,0	6,5	0,5	-	-
- moyennement	55,0	32,0	11,0	1,5	-	-
- finement	52,3	32,8	12,3	1,7	-	-
- concassé	60,4	22,2	13,5	2,8	-	-
<u>Orge broyée</u>						
- grossièrement	59,0	30,0	8,0	1,5	-	-
- moyennement	58,0	29,5	9,5	1,8	-	-
- finement	61,7	29,0	6,5	1,7	-	-
- concassé	78,4	14,7	4,1	1,2	-	-
<u>Maïs broyé</u>						
-grossièrement	99,5	0,1	0,05	0,05	-	-
- moyennement	82,5	12,0	4,0	1,0	-	-
- finement	15,5	42,7	36,5	3,8	-	-
- concassé	80,8	14,0	3,9	0,6	-	-
<u>Avoine concassée</u>						
	79,3	15,0	4,1	0,7	-	-
<u>Sorgho concassé</u>						
	77,9	15,3	4,3	1,5	0,2	-

3) Du tableau 1 on pourrait conclure que les différentes classes de céréales broyées ne possèdent pratiquement pas de fractions granulaires inférieures à 80 microns.

Cela ne correspond pas à la réalité physique parce que les particules les plus fines s'agglomèrent facilement entre elles et sont de ce fait refusées par le tamis de 80 microns.

- Efficacité du test au lugol pour démontrer la présence d'amidon dans les mélanges poudre de lait écrémé - céréales broyées et dans les fractions obtenues par tamisage de mélanges alimentaires

1. Le test au lugol a été appliqué à des mélanges de poudre de lait écrémé contenant des concentrations décroissantes de céréales broyées et concassées. La présence dans la poudre de lait de 5 % de froment moyennement ou finement moulu pouvait être mise en évidence. A des concentrations plus basses, les résultats étaient variables. De même, la présence de 0,5 % de farine de maïs moyennement fine ou fine était très dépistable. Par ce même test, la présence de 1 % de sorgho ou d'orge concassés ou de 0,5 % de maïs, d'avoine ou de froment concassés pouvait également être démontrée dans la poudre de lait.
2. Les fractions granulaires obtenues par tamisage de mélanges constitués de 10 % de poudre de lait écrémé et de 90 % de céréales broyées ou concassées ont également été soumises au test à l'iode. A l'exception de la fraction du mélange lait écrémé - maïs grossièrement moulu correspondant à 125 μ toutes les autres fractions de tous les mélanges étaient positives. Le résultat négatif pour la fraction de 125 μ notée pour le mélange à base de maïs grossièrement moulu doit probablement être imputé au fait que cette fraction est constituée de particules très fines formant des agglomérats refusés par le tamis de 125 μ . En incorporant de la poudre de lait écrémé à ce maïs les fines particules pourraient adhérer aux particules de poudre de lait et traverser le tamis considéré. En plus, il faut remarquer que la fraction de 125 μ , obtenue par tamisage du maïs grossièrement broyé est très minime en comparaison avec la même fraction obtenue pour les autres céréales.

3. Dans le but de pouvoir écarter facilement les céréales broyées de leurs mélanges avec la poudre de lait, on pourrait tamiser le froment après passage du 1er broyeur de façon à écarter les fractions inférieures à 315 μ (qui correspondent aux fractions de la poudre de lait écrémé) et n'employer que le refus du tamis de 315 μ pour composer les mélanges. Il a été examiné si dans ce cas le test au lugol permettrait de démontrer la présence d'amidon dans les fractions de poudre de lait obtenues après tamisage des mélanges. L'essai a été effectué de la façon suivante : du froment provenant du 1er broyeur a été tamisé. Avec la fraction ne passant pas le tamis de 315 μ un mélange a été composé contenant 10 % de poudre de lait écrémé. Les fractions obtenues par tamisage étaient positives au test au lugol.

c) Influence du type de céréale sur les fractions granulaires obtenues par tamisage et sur la sensibilité du test au lugol.

Il ressort des résultats du tableau 1 que par broyage sur des appareils à cylindre, aussi bien que par concassage dans un moulin à marteaux, il est possible d'obtenir, à partir des céréales examinées, un produit renfermant une partie importante de particules qui traversent le tamis de 315 μ , par tamisage sous les conditions décrites sous 1.1.1.b).

Les fractions de 125 et de 50 μ obtenues par tamisage de mélanges constitués avec du maïs grossièrement broyé et de 10 % de poudre de lait écrémé, présentaient une réaction négative ou douteuse au test au lugol. Cette réaction était nettement positive pour les fractions de tamisage des mélanges préparés avec les autres céréales et avec le maïs moyennement et finement moulu ou concassé. Il ressort des résultats de cette expérience que les céréales examinées conviennent au but proposé à condition qu'elles soient soumises à un broyage convenable. Les produits de broyage qui donnent une fraction de 15 à 20 % passant par le tamis de 315 μ après un tamisage comme décrit sous 1.1.1.b) semblent convenir pour marquer d'une façon irréversible les poudres de lait écrémé.

1.1.2. Etude des caractéristiques de l'huile de poisson garantissant l'effet recherché

L'arrêté (C.F.F.) N° 1092/70 de la Commission du 10 juin 1970 décrit l'huile de poisson à utiliser à des fins de dénaturation de céréales de la façon suivante :

- Huile de poisson ou huile de foie de poisson, non désodorisée, non décolorée, et sans aucune ajoute

- Indices

Indice d'iode minimum	120
Indice de coloration	7 - 14 (échelle Gardner)
	ou 5 - 10 (F.A.C.)
Degré d'acidité entre	3 et 4 %
Point de congélation maximum	10°C

a) Analyse chimique et physique

12 échantillons d'huile de poisson dont 3 étaient raffinés et 9 non raffinés, ont été examinés sur les points suivants :

- Degré d'acidité exprimé en % d'acide oléique
- Indice d'iode
- Point de congélation
- Indice de peroxyde
- Epreuve à l'odorat.
- Indice de coloration

Les résultats obtenus pour les déterminations chimiques et physiques sont reproduits dans le tableau 2.

TABLEAU 2. - Caractéristiques des huiles de poisson

N°	Echantillons	Origine	Qualité	Résultats analytiques				
				Acidité en % d'acide oléique	Indice d'iode	Indice de coloration (échelle Gardner)	Point de congélation en °C	Indice de peroxyde
1	Huile d'Anchois	Pérou	Raffinée	0,48	185,1	7	6,5	22,6
2	Huile de sardines	-	Raffinée	0,09	200,0	5	< 5,5	49,7
3	Huile de capelan	Norvège	Raffinée	0,31	99,5	5	6,0	36,3
4	Huile de foie de morue	-	Non raffinée	1,38	153,8	9	< 5,5	1,9
5	Huile de hareng	-	Non raffinée	7,00	139,2	15	6,0	2,4
6	Huile de sardines	-	Non raffinée	4,37	200,8	14	< 5,5	10,0
7	Huile de foie de morue	-	Non raffinée	17,43	152,0	18	< 5,5	2,1
8	Huile de foie de morue	-	Non raffinée	4,55	153,2	17	< 5,5	1,9
9	Huile de foie de morue	-	Non raffinée	9,16	152,9	18	< 5,5	2,0
10	Huile de foie de morue	-	Non raffinée	14,05	152,2	18	< 5,5	2,1
11	Inconnu	-	Non raffinée	4,70	171,4	15	< 5,5	9,6
12	Inconnu	Angola	Non raffinée	20,33	147,9	18	9,5	2,7

Degré d'acidité- Méthode d'analyseRéactifs :

1. solution constituée de volumes égaux d'éthanol et d'éther diéthylique.
La solution doit être neutralisée à la soude caustique avant l'emploi.
2. NaOH 0,1 N.
3. Indicateur : 99 ml d'une solution de phénolphtaléine à 1 % dans l'éthanol additionné de 1 ml d'une solution de bleu de méthylène à 0,1 % dans l'eau.

Mode opératoire :

5 g d'huile de poisson (2 g en cas d'huiles très colorées) sont pesés dans un erlenmeyer de 250 ml. 50 ml de la solution éthanol-éther et 1 ml d'indicateur sont ajoutés.

Après dissolution de l'huile on titre avec la solution de NaOH 0,1 N jusqu'au point de virage de l'indicateur.

L'acidité de l'huile, exprimée en % d'acide oléique, est donnée par la formule suivante :

$$\% \text{ acide oléique} = \frac{V.N. \underline{282,4}}{P. 10} = \frac{V.N. \underline{28,24}}{P}$$

dans laquelle :

V = millilitres de NaOH 0,1 N titrés

N = normalité de la solution

P = poids de l'échantillon d'huile

- Résultats

Les huiles raffinées présentent une acidité très basse (entre 0,09 et 0,48) par rapport aux huiles non raffinées dont l'acidité est comprise entre 1,38 et 20,33 %.

D'après les prescriptions de la C.E.E. l'acidité devrait être comprise entre 3 et 4 %.

Notons qu'aucune des huiles non raffinées ne répondait à cette exigence. En effet, une seule huile, notamment une à base d'huile de foie de morue présentait une acidité de 1,38 % seulement. Les autres huiles avaient une acidité variant entre 4,37 et 20,33 %. Celles-ci présentaient donc une acidité trop élevée.

Indice d'iode

- Méthode d'analyse (d'après Wijs)

Réactifs :

1. Solution de Wijs préparée comme suit : dissoudre 9 g de trichlorure d'iode (ICl_3) dans 700 ml d'acide acétique et 300 ml de tétrachlorure de carbone (CCl_4).

La teneur en halogénures est déterminée de la façon suivante : titrer 5 ml de cette solution, additionnée de 30 ml d'eau et de 1 ml de la solution d'amidon, au moyen de thiosulfate de sodium 0,1 N. Soit x le nombre de millilitres titrés.

Ajouter de l'iode (± 9 g) à la solution de trichlorure d'iode de telle façon que 5 ml de cette nouvelle solution correspondant à $(x + \frac{x}{2})$ ml de la solution de thiosulfate de sodium 0,1 N.

2. solution de thiosulfate de sodium 0,1 N.

3. tétrachlorure de carbone pro an.

4. solution d'iodure de potassium à 10 % dans l'eau.

5. solution d'amidon à 1 % dans l'eau.

Mode opératoire :

Peser 0,250 g d'huile dans un erlenmeyer à col rodé. Dissoudre l'huile dans 15 ml de CCl_4 . Ajouter 25 ml de la solution de Wijs. Fermer l'erlenmeyer au moyen d'un bouchon rodé et agiter lentement. Placer l'erlenmeyer à l'abri de la lumière pendant 2 heures. Après ce délai, introduire 20 ml de la solution de KI et 150 ml d'eau distillée dans l'erlenmeyer et titrer avec la solution de thiosulfate de sodium jusqu'à obtention d'une coloration jaune-verdâtre de la solution. Ajouter 2 ml de la solution d'amidon et titrer avec le thiosulfate jusqu'à ce que la coloration bleue de la solution disparaisse. Agiter fortement la solution vers la fin du titrage. Un essai à blanc est effectué de la même façon que décrite ci-dessus mais en omettant l'huile de poisson.

L'indice d'iode est calculé par la formule :

$$\frac{(b - a) \times N \times 12,691}{E}$$

dans laquelle :

a = millilitres de thiosulfate de sodium titrés pour l'essai

b = millilitres de thiosulfate de sodium titrés pour l'essai à blanc

N = normalité de la solution de thiosulfate

E = poids de l'échantillon d'huile à examiner.

- Résultats

L'examen de l'indice d'iode déterminé sur les 12 échantillons précités, révélait que 11 échantillons étaient conformes aux prescriptions de la réglementation de la C.E.E. Celle-ci exige notamment que l'indice d'iode de l'huile soit supérieur à 120.

Une seule (huile de capellan, d'origine norvégienne) présentait un indice d'iode trop bas, notamment 99,50. Quoi qu'il s'agit ici d'une huile raffinée, on ne peut pas dire que le raffinage amène nécessairement une baisse de l'indice d'iode.

En effet, une huile de sardines raffinée avait un indice d'iode de 200,0 tandis qu'une autre huile de sardines, non raffinée cette fois-ci, présentait un indice d'iode à peu près égal, soit 200,8.

Indice de coloration

- Méthode de détermination

Appareil :

Lovibond Comparator muni d'une échelle de coloration d'après Gardner et d'éprouvettes appropriées.

Mode opératoire :

Remplir les éprouvettes d'huile de poisson et les introduire dans l'appareil. Chercher la teinte correspondante sur l'échelle de Gardner. Le numéro inscrit en face de la teinte sur l'échelle correspond à l'indice de coloration de l'huile

- Resultats

D'après les règlements de la C.E.E., l'indice de coloration des huiles de poisson doit être compris entre 7 et 14 degrés selon l'échelle de Gardner. Des résultats obtenus, les remarques suivantes se dégagent :

- les huiles raffinées possèdent l'indice de coloration le plus bas.
- la limite inférieure de 7 n'exclut pas les huiles de poisson raffinées.
- en acceptant la limite supérieure de 14 on exclut 7 échantillons d'huile non raffinée sur 9. Or parmi les échantillons exclus se trouvent précisément des huiles (N^{os} 5,7, 10, 12) qui étaient repérées le plus facilement par le test à l'odorat (voir p. A.14.)

Point de congélation

- Méthode de détermination

Matériel :

1. Eprouvettes d'un diamètre intérieur de 10 mm.
2. Fûchons adaptés aux éprouvettes **et percées d'un thermomètre** à mercure dont l'échelle varie entre - 5 et 25°C.

Mode opératoire :

Introduire dans une éprouvette 5 ml de l'échantillon d'huile à examiner. Fermer l'éprouvette au moyen du bouchon en prenant soin que le réservoir à mercure du thermomètre est immergé complètement **dans** l'huile. L'éprouvette est suspendue dans un bûcher contenant de l'eau à 18°C et celui-ci est placé dans une chambre à une température de 5°C. Le niveau du mercure dans le thermomètre descend. A une température donnée il stagne quelque temps, pour descendre ensuite. L'huile se solidifie pendant que la température reste constante. C'est la température de congélation de l'huile.

Résultats

La réglementation de la C.E.E. prescrit que le point de **congélation des** huiles sera au maximum 10°C. Les huiles que nous avons examinées présentaient toutes un point de congélation conforme à cette exigence.

Pour l'huile d'Angola, il était le plus élevé, notamment à 9,5°C. Toutes les autres huiles possédaient un point de congélation inférieur à 7°C.

Indice de peroxyde (d'après la méthode de Sully)

- Méthode d'analyse

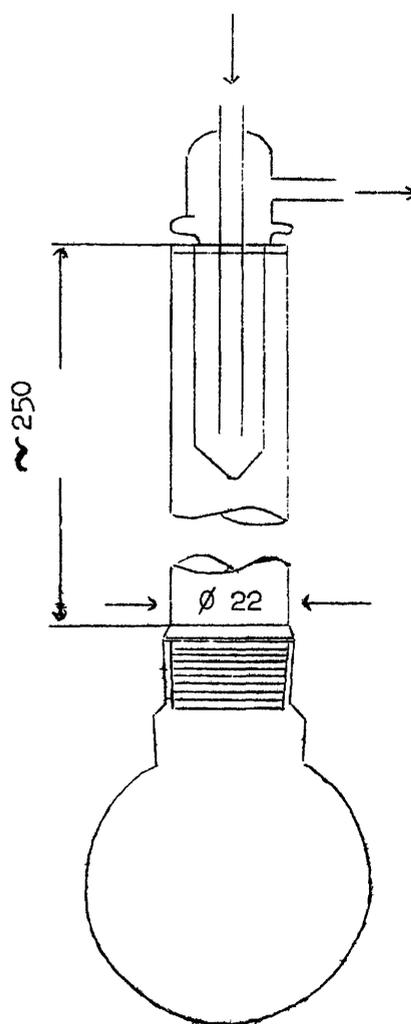
Réactifs :

1. Chloroforme pro an.
2. acide acétique glacial pro an.
3. iodure de potassium pro an.
4. solution de thiosulfate de sodium 0,01 N dans l'eau
5. solution d'amidon à 1 % dans l'eau.

- Appareil :

Ballon de 100 ml à fond rond et à col en verre rodé, adapté à un tuyau en verre de 250 mm de longueur et de 22 mm de diamètre intérieur, et dont une extrémité est rodée. Le tuyau en verre est fermé au moyen d'un réfrigérateur suspendu (voir figure 1).

Figure 1. Appareil pour la détermination
de l'indice de peroxyde



Mode opératoire :

Introduire 10 ml de chloroforme et 10 ml d'acide acétique glacial dans le ballon muni du tuyau en verre. Placer le réfrigérateur sur le tuyau et faire bouillir le mélange sur une petite flamme. Après 2 minutes d'ébullition enlever le réfrigérateur et introduire lentement dans le ballon une solution fraîchement préparée de 1 g de KI et de 1,3 ml d'eau. Prendre soin que le contenu du ballon reste à l'ébullition pendant cette opération. L'essai est à rejeter si le contenu prend une teinte jaune. Garder le mélange à l'ébullition pour 2 minutes encore. Enlever le réfrigérateur de l'appareil et introduire, par le tuyau, dans le ballon une micro-cuvette contenant 1 g de l'échantillon d'huile à examiner. Prendre soin que le contenu du ballon reste à l'ébullition. Replacer le réfrigérateur sur le tuyau. Garder le mélange à l'ébullition pendant 4 minutes encore. Enlever le réfrigérateur. Introduire par le tuyau 50 ml d'eau distillée dans le ballon. Détacher le tuyau et refroidir le contenu du ballon à l'eau froide. Ajouter 1 ml de la solution d'amidon et titrer le contenu du ballon au moyen de la solution de thiosulfate de sodium.

L'indice de peroxyde, exprimé en milliéquivalents d'oxygène par kg d'huile, est calculé par la formule suivante :

$$\text{Indice de peroxyde} = \frac{a \times N \times 1000}{E}$$

dans laquelle:

a = millilitres de la solution de thiosulfate titrés

N = normalité de la solution

E = poids en grammes de l'échantillon d'huile.

Résultats

Des résultats obtenus (tableau 2) il ressort que les huiles raffinées montrent un indice de peroxyde nettement plus élevé que les huiles non raffinées. D'autre part il ne semble exister aucune corrélation entre cet indice et les autres caractéristiques chimiques ou physiques déterminées.

b) Odeur des huiles et fixation de la quantité minimum d'huile de poisson non désodorisée à utiliser

- Examen de l'odeur des huiles non traitées

Cette épreuve a été exécutée de la façon suivante : des mélanges ont été composés de 2 % de poudre de lait écrémé et de 98 % de céréales broyées (froment) dénaturées par adjonction, par 100 g de céréales, de 400 mg de chacun des 12 échantillons d'huile. 4 personnes ont examiné les mélanges et accordé des points de fonction de l'intensité de l'odeur apperçue.

Des résultats obtenus il résulte que l'odeur est d'autant plus perceptible que l'acidité de l'huile est plus élevée : l'huile d'Angola, présentant une acidité de 20,33 % et l'huile de foie de morue dont l'acidité était de 17,43 % obtenaient les plus hautes cotes.

L'odeur de l'huile de hareng (acidité 7 %) dans la composition est déjà moins prononcée, mais elle reste néanmoins bien perceptible.

- Examen de l'odeur des huiles après traitement physique ou chimique

Les huiles non raffinées ont été soumises à 3 traitements technologiques, notamment à un traitement thermique, à un traitement sous vide partiel et à un traitement combiné de la température et du vide.

1) Le traitement thermique a été conduit de la façon suivante :

Les huiles de poisson citées plus haut ont été traitées, pendant 2 h. à des températures de 50, 80 et 100°C respectivement. Après quoi un mélange a été constitué avec chacune d'elles. Ce mélange comprenait, pour 100 g de céréales broyées : 2,5 g de poudre de lait écrémé et 0,4 g d'huiles de poisson.

Ces échantillons ont été transvasés dans des bouteilles de 150 ml et 48 heures après leur préparation ils ont été soumis à l'examen à l'odorat. 4 personnes ont accordé des points en fonction de l'intensité de l'odeur. Ce test est purement subjectif. De plus, l'odeur de l'huile de poisson, dans les mélanges, n'est pas toujours très prononcée. Il ressort néanmoins des résultats obtenus que l'on ne parvient pas à éliminer l'odeur caractéristique des huiles de poisson au point à la rendre imperceptibles.

2) Peut-on éliminer l'odeur des huiles de poisson par un traitement sous vide partiel.

Les huiles non raffinées ont été soumises à des vides partiels de 400 et de 600 mm de mercure respectivement : la durée de traitement était de 30 minutes, dans un appareil à vide Rotavapor. Les mélanges ont été composés et examinés comme décrit dans le cas du traitement thermique. De l'examen des cotes accordées il ne ressort pas une baisse appréciable de l'odeur des huiles.

- 3) Peut-on influencer l'odeur des huiles de poisson par un traitement combiné de température et de basse pression ?

Les 4 échantillons précités ont été soumis à des températures de 50 et de 80°C sous des vides partiels respectivement de 400 et de 720 mm de mercure. Les échantillons ont été préparés et examinés de la façon déjà décrite au début de l'exposé.

On peut conclure que, même sous ces conditions, on ne parvient pas à éliminer l'odeur caractéristique de l'huile.

- 4) Il a été établi également qu'après neutralisation des huiles par une base (NaOH) l'odeur caractéristique de celles-ci dans les mélanges reste pratiquement inchangée.

- Limite de détectabilité de l'huile de poisson dans les compositions d'aliments, par le test à l'odorat.

Cette épreuve a été conduite comme décrit ci-dessus pour l'examen de l'odeur des huiles non traitées.

Les huiles N^{os} 1, 2, 3, 4, 5, 7, 11 et 12 ont été examinées.

Il ressort des résultats obtenus que pour une concentration égale à 1/2 de celle prescrite, l'odeur de l'huile de poisson est repérée pour tous les échantillons d'huile examinés.

Pour une concentration d'huile égale à 1/4 de la concentration prescrite, l'odeur est encore repérée pour les huiles à acidité élevée (N^{os} 5, 7, 11 et 12), à cette concentration l'odeur des huiles à acidité plus faible (N^{os} 1 à 4) ne se repère plus.

A une concentration égale à 1/8 de la concentration prescrite, l'odeur des huiles à acidité élevée; (N^{os} 5, 7, 11 et 12) ne s'aperçoit plus dans les mélanges.

1.1.3. Conclusions et suggestions se rapportant aux céréales broyées et à l'huile de poisson non désodorisée à utiliser en tant que dénaturant du lait écrémé en poudre

- Le test au lugol est très approprié pour dépister la présence de grains d'amidon dans le lait écrémé en poudre.

- Par broyage approprié les différents types de céréales examinés peuvent être convertis en un produit suffisamment fin pour que les diverses fractions obtenues par tamisage des mélanges céréales broyées - poudre de lait écrémé donnent une réaction positive par le test au lugol.
- Les produits de broyage contenant 15 à 20 % en poids, de parcelles traversant le tamis de 315 μ , peuvent marquer d'une façon irréversible les poudres de lait auxquelles ils sont mélangés.
Il serait donc souhaitable de mieux préciser le sens de " céréales broyées " en indiquant que celles-ci doivent contenir, par exemple, au moins 15 % de parcelles de dimension inférieure à 315 microns.
- Un raffinage d'huile comprend les phases suivantes : filtration - désacidification - décoloration - désodorisation. Il est donc normal que les huiles raffinées présentent une acidité plus basse et une coloration moins intense que les huiles non raffinées.
- D'après le règlement (C.E.E.) N° 1092/70 du 10 juin 1970 l'huile utilisée pour la dénaturation doit être non désodorisée, non décolorée et avoir une acidité comprise entre 3 et 4 % d'acide oléique. Il semble qu'en établissant ce texte on a voulu éviter l'emploi d'huiles de poisson raffinées à des fins de dénaturation.
- Les acides gras libres jouent un rôle important dans la formation de l'odeur des huiles. Pour cette raison le raffinage des huiles destinées à des fins de dénaturation ne peut être toléré.
- La désodorisation proprement dite des huiles consiste généralement en une distillation de la vapeur d'eau. Elle est effectuée à la température de 180-210°C, sous une pression de 5-15 mm Hg. Elle a pour but d'éliminer des aldéhydes, cétones et autres substances aromatiques communiquant à l'huile son odeur caractéristique et désagréable.

- Une huile de poisson ou de foie de poisson est caractérisée de façon non ambiguë si l'acidité, l'indice d'iode, l'indice de coloration et le point de **congélation sont** connus. La détermination de l'indice de peroxyde n'a qu'un intérêt très limité dans le cas traité ici.
- Le tableau 2 montre qu'aucune des huiles examinées ne satisfait aux prescriptions relatives à l'acidité. L'intervalle de 1 % entre l'acidité maximum et l'acidité minimum tolérées semble trop étroite.
- La limite inférieure d'acidité devrait être établie à 5 %. Vu que les quantités d'huile à ajouter aux céréales broyées sont petites, on peut se demander si une limite d'acidité supérieure ne doit pas être établie de 10 à 15 %.
- Il semble un peu illogique de vouloir imposer une limite supérieure à l'indice de coloration des huiles. En effet, un indice de coloration élevé correspond à une huile brute. En imposant une limite supérieure à cet indice, on court le risque que les fabricants d'huile ajouteront aux huiles brutes trop colorées une partie d'huile partiellement ou totalement raffinée. De plus en examinant les résultats du tableau 2, on constate que 6 huiles non raffinées sur 9 devraient être écartées parce que leur indice de coloration dépasse la limite supérieure prescrite. Parmi celles-ci notamment les huiles N°s 5, 7, 10 et 12 dont la présence dans les compositions était perçue le plus facilement.

1.2. Matières colorantes

1.2.1. Analyse qualitative des colorants utilisés

1.2.1.1. Méthodes de détection des colorants

- test de dilution à l'eau : porter en suspension 1 g de l'échantillon à examiner dans 5 ml d'eau et juger la couleur de la suspension.
 - chromatographie sur colonne et sur papier
 - a) extraction des colorants
- 2,5 g de l'échantillon et 5 ml d'eau sont introduits dans une éprouvette. A la suspension on ajoute 15 ml d'acétone. Après que les caséines et les matières amylacées ne sont déposées on porte le liquide surnageant dans un erlenmeyer et on répète l'extraction

encore 3 fois. Pour les 2 dernières extractions on ajoute à 1 ou 3 gouttes d'ammoniaque concentré. Les extraits récoltés sont centrifugés.

b) chromatographie

- sur colonne de Al_2O_3

La méthode décrite par Hendrickx et De Moor (2) est employée.

L'extrait centrifugé obtenu sous a) est porté sur la colonne.

La solution d'extraction traverse celle-ci tandis que les matières colorantes sont absorbées par Al_2O_3 . Elles forment une bande colorée en tête de la colonne.

Quand il ne reste plus que 0,5 cm de liquide au-dessus de la colonne on lave au moyen de 20 ml d'une solution d'acétone à 75% (V/v) dans l'eau, puis de 20 ml d'une solution de méthanol à 80% (V/v) dans l'eau.

Les matières colorantes sont éluées au moyen d'une solution méthanol-ammoniaque-eau de composition volumétrique 77-3-20.

- sur papier

L'éluat obtenu par chromatographie sur colonne est évaporé à sec.

Les matières colorantes sont redissoutes dans 3 ml d'eau et 25 μ l sont déposés en forme de spot sur papier Whatman 3 MM à 2,5 cm du bord inférieur du papier. Le papier, chargé de ses dépôts, est introduit verticalement dans la chambre saturée. La phase mobile est constituée d'un mélange acide propionique-butanol tertiaire-eau dans les proportions 12/50/38 additionné de 0,4 % de HCl.

Cette solution, décrite par Riemersma et Heslinga (3) est très appropriée pour l'examen des matières colorantes hydrosolubles.

- Electrophorèse sur papier

Après redissolution du résidu sec de l'éluat obtenu par chromatographie sur colonne dans 3 ml d'eau, 50 μ l de cette solution sont déposés linéairement sur papier Whatman 3 MM. L'électrolyte est constitué d'une solution ammoniacale 0,1 N.

L'électrophorèse a eu lieu sous les conditions suivantes :

tension : 150 Volts

courant : 12 mA

durée : 4 heures

1.2.1.2. Résultats

Avant de discuter les résultats obtenus il importe d'attirer l'attention sur le fait que dans toute la suite de ce travail les concentrations en matières colorantes présentes ou dépistables dans les mélanges ou les préparations s'entendent en matière colorante active (titre : 100 %).

- test de dilution

Dans les aliments contenant 2,5 % de poudre de lait écrémé et composés au moyen de céréales broyées grossièrement, en l'occurrence du froment après passage du premier broyeur, le test de dilution à l'eau permet de démontrer la présence de rouge cochenille jusqu'à des concentrations égales à 0,001 %.

Le bleu patenté V et le mélange bleu patenté V-jaune de tartrazine dans la proportion 1/4 peuvent être mis en évidence jusqu'à des concentrations égales à 0,001 et 0,005 % respectivement. Dans ces mêmes aliments composés au moyen de froment finement moulu, des concentrations en rouge cochenille, bleu patenté V et bleu patenté V-jaune tartrazine respectivement égales à 0,003, 0,002 et 0,005 % sont encore dépistables.

Appliqué à des mélanges contenant 10 % de poudre de lait écrémé, le test de dilution permet de mettre en évidence les mêmes concentrations en matières colorantes que dans le cas des mélanges à 2,5 % de poudre de lait écrémé. Les écarts notés (tableau 3) pour le rouge cochenille dans les mélanges de céréales finement moulues et pour le bleu patenté V-jaune tartrazine dans les mélanges de céréales provenant du premier broyeur sont plutôt à attribuer au fait qu'il est très difficile de répartir de façon homogène une quantité aussi faible de matières colorantes dans le mélange.

D'autre part il ressort du tableau 3 que dans les mélanges à base de céréales finement moulues les matières colorantes semblent moins facilement perceptibles que dans les mélanges à base de céréales grossièrement moulues (1er broyeur).

- chromatographie sur colonne de Al_2O_3

Cette méthode donne d'excellents résultats pour la séparation du rouge cochenille. Elle permet de dépister des concentrations dans les aliments de l'ordre de 0,001 %.

Quoi qu'elle semble un peu moins spécifique pour le bleu patenté V et

Tableau 3. Limites de détectabilité des matières colorantes dans les aliments

	Rouge cochenille %		Bleu patenté V %		Bleu patenté V/Jaune de tartrazine 20/80 %	
	1er broyeur	Finement moulu	1er broyeur	Finement moulu	1er broyeur	Finement moulu
Mélange à 2,5 % de poudre de lait écrémé	0,001	0,003	0,001	0,002	0,005	0,005
Mélange à 10 % de poudre de lait écrémé	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,005

le mélange bleu patenté V-jaune tartrazine, des concentrations respectives de l'ordre de 0,001 et de 0,002 % peuvent encore être mises en évidence.

- chromatographie sur papier et électrophorèse

La chromatographie sur papier et l'électrophorèse sont également des méthodes expéditives. Après évaporation de l'éluat obtenu par chromatographie sur colonne et redissolution du résidu dans quelque millilitres d'eau des concentrations égales à 0,001 % peuvent être démontrées.

1.2.2. Méthode d'analyse quantitative des matières colorantes

Le titre en matière active dans les préparations commerciales de colorants a été déterminé d'après la méthode de titration au chlorure titaneux sous atmosphère de CO_2 , décrite par Diemair (1)

1.2.2.1. Mode opératoire

- Préparation de la solution de chlorure titaneux 0,1 N

Introduire dans un erlenmeyer 200 ml d'une solution de chlorure titaneux à 15 %. Ajouter 100 ml HCL (densité 1,16 - 1,18). Porter la solution à l'ébullition et laisser bouillir une à deux minutes puis verser dans l'eau froide. Porter le volume à 2 litres. Transvaser la solution dans le flacon et couvrir d'une couche de paraffine liquide. Conserver la solution sous atmosphère de CO_2 .

- Etalonnage de la solution de chlorure titaneux

Peser 2 g d'ammonium-fer(II)-sulfate $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ de qualité pro an dans la fiole à réduction; faire passer de façon continue et jusqu'à la fin de la titration un courant de CO_2 dans la fiole. Ajouter 50 ml d'eau, 25 ml d'une solution de H_2SO_4 10N et 30 ml d'une solution étalonnée de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,1 N. Titrer au chlorure titaneux jusqu'au point de virage calculé. Ajouter 5 ml d'une solution de NH_4SCN à 20 % et poursuivre le titrage jusqu'à obtention d'une couleur verte stable. Procéder à un essai à blanc en utilisant les mêmes quantités de réactif que plus haut mais en omettant l'ajoute de la solution de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. La titration de l'essai à blanc est également faite sous atmosphère de CO_2 .

Le facteur correspondant à la solution de chlorure titaneux 0,1 N est donné par la formule :

$$f = \frac{30}{\text{ml de TiCl}_3 \text{ titrés}}$$

- Détermination de la teneur en matière colorante active

Dans la fiole de titrage peser, à 1 mg près,

700 à 800 mg de rouge cochenille

750 à 800 mg de jaune de tartrazine

ou 1000 mg de bleu patenté V.

Ajouter 10 g de citrate de sodium pour le titrage de rouge cochenille et 15 g de bitartrate de sodium pour le jaune de tartrazine ou le bleu patenté V. Ajouter 150 ml d'eau. Faire passer un courant de CO_2 dans la fiole et chauffer entretemps la solution jusqu'à ébullition. Titrer avec la solution de chlorure titanique sous un courant constant de CO_2 . Le rouge cochenille et le bleu patenté font eux-mêmes fonction d'indicateur.

Pour la titration du jaune de tartrazine on ajoute dans la fiole de titration 1 ml d'une solution à 1 % de vert clair (CI N° 42095) comme indicateur. Un essai à blanc est déterminé avec tous les réactifs, omis la matière colorante.

La teneur en matière active est exprimé par la formule :

$$\% \text{ Matière active} = \frac{a \times d \times f \times 100}{\text{poids de l'échantillon}}$$

dans laquelle a = ml de la solution de TiCl_3 0,1 N titrés

d = poids de colorant correspondant à 1 ml de TiCl_3 0,1 N

f = facteur de normalité de la solution de TiCl_3 0,1 N

Pour les colorants examinés d prend les valeurs suivantes :

0,01511 g/ml TiCl_3 0,1 N pour le rouge cochenille

0,02898 " " " " bleu patenté V

0,01336 " " " " jaune tartrazine.

1.2.2.2. Résultats

De l'examen des chiffres donnés dans le tableau 4 il ressort que le titre en matière colorante garanti par le fabricant correspond très bien avec les résultats d'analyse. Pour un seul échantillon obtenu (rouge cochenille n° 4) le titre en matière active, qui n'avait d'ailleurs pas été mentionné, était seulement de 31,5 %.

1.2.3. Examen de la stabilité des colorants utilisés envers certains agents physiques et chimiques

1.2.3.1. Stabilité envers la température

Il a été constaté que par des traitements à 100°C pendant 6 heures la concentration en matière active des 3 colorants examinés ne variait pas.

Tableau 4. Titre en matière colorants active dans quelques préparations industrielles

Matière colorante	Titre garanti en matière colorante active	Titre en matière colorante active déterminé
Rouge cochenille		
1	83,6	79,9
2	52,0	50,6
3	70,0	68,7
4	-	31,5
5	-	75,6
6	80,0	80,5
Bleu patenté V		
1	85,0	82,4
2	87,0	83,3
3	85,0	84,1
4	-	60,2
5	-	59,9
Jaune tartrazine		
1	85	84,3
2	85	81,5
3	-	77,2
4	60	57,7
5	-	83,4
6	-	82,9
7	90	92,9

Le test de dilution appliqué à des aliments, contenant des matières colorantes dans les concentrations prescrites, et traités à 100°C pendant 15 heures montrait encore une coloration très intense.

1.2.3.2. Stabilité envers la lumière solaire

Plusieurs préparations d'aliments contenant des matières colorantes ont été exposées pendant 8 semaines à la lumière solaire. Après ce délai, le test de dilution effectué sur ces échantillons et sur des échantillons témoins gardés à l'obscurité ne releva aucune différence concernant l'intensité de la couleur obtenue.

1.2.3.3. Stabilité envers certains agents chimiques

Puisque certaines matières colorantes peuvent être rendues incolores par réduction, il a été examiné si par addition de substances réductrices aux aliments contenant des colorants le potentiel d'oxydo-réduction ne pouvait être modifié à tel point que les suspensions deviendraient incolores. L'hydroxylamine et l'hydrazine ont été ajoutées aux aliments à des concentrations de 2,5, 5 et 10 %. En portant ceux-ci en suspension aucune diminution de l'intensité de la couleur par rapport aux échantillons ne contenant pas de substances réductrices n'a pu être constatée. Il faut noter cependant que les aliments marqués par le bleu patenté V et contenant 5 % ou plus d'hydrazine donnaient une coloration verte par dilution dans l'eau.

1.2.4. Conclusions et suggestions globales se rapportant aux matières colorantes à utiliser en tant que dénaturants du lait écrémé en poudre

- Il a été démontré que les matières colorantes pouvaient facilement être dépistées dans les aliments à des concentrations égales à 0,0030 % de matière active pour le rouge cochenille

0,002 % de

matière active pour le bleu patenté V

0,005 % de

matière active pour le mélange bleu patenté V-jaune tartrazine 1/4.

Cela suppose que pour être efficace aux concentrations prescrites par le règlement C.E.E. la concentration en matière active des préparations commerciales doit être au moins égale à 30 % pour le rouge cochenille et à 10 % pour le bleu patenté V et pour les 2 constituants du mélange bleu patenté V-jaune tartrazine.

- Le prix de vente des matières colorantes en quantités industrielles (minimum 50 kg) dépend essentiellement de leur teneur en matière active.

Ce prix*, calculé par kg de matière active se situe comme suit pour les 3 colorants en question :

Rouge cochenille : 243 - 267 F.B.

Bleu patenté V : 1684 - 1933 F.B.

Jaune tartrazine : 259 - 309 F.B.

Cela incitera l'acheteur, en occurrence le fabricant d'aliments, à acheter le produit à teneur en matière active aussi basse que possible.

- L'élimination, par tamisage, des matières colorantes mélangées sous forme de fine poudre aux aliments était impossible, l'adhésion des fines particules aux parcelles de céréales et de poudre de lait étant très forte.
- Malgré un appel lancé à quelques producteurs très importants de matières colorantes, aucun d'entre eux ne pouvait livrer ces produits sous forme de granulés.
- Par mélange des matières colorantes examinées ci-dessus en concentrations prescrites aux aliments, ceux-ci étaient dénaturés de façon irréversible, quelle qu'était la teneur en matière active.
- L'emploi de matières colorantes sous forme granulée pourrait cependant permettre une élimination de celles-ci par simple tamisage.
- Pour être efficace une teneur minimale en matière colorante active est indispensable. Pour le rouge cochenille, elle devrait être au moins égale à 30 %, tandis que 20 à 25 % suffisent pour le bleu patenté V et le jaune tartrazine.

* T.V.A. non compris.

2. OBJET II : MELANGE DESTINE A ETRE TRAITÉ ULTERIEUREMENT

Composition d'après le règlement (C.E.E.) N° 457/70

Du lait écrémé en poudre dénaturé, par adjonction pour 100 kg de lait écrémé en poudre, au moins de :

- 40 kg de farine de poisson non désodorisée et
- 300 g de carbonate de fer ou de sulfate de fer.

2.1. Farines de poisson

2.1.1. Examen organoleptique

Il a été examiné si les fractions granulaires des farines de poisson suffisaient pour dénaturer les fractions de poudres de lait avec lesquelles elles correspondaient.

Dans ce but 6 mélanges ont été composés :

- 3 en partant de farines de poisson pulvérulentes (voir plus loin)
- 3 en partant de farines de poisson non pulvérulentes (voir plus loin).

Tant par l'odeur que par la couleur ces mélanges différaient nettement de la poudre de lait.

Après tamisage les différentes fractions obtenues ont été jugées par 4 personnes. Des résultats obtenus il ressort que :

- 1) la couleur de la fraction restant sur le tamis en 50 μ et de celle passant par ce tamis se rapproche le plus de la couleur naturelle des poudres de lait.
- 2) Quant à l'odeur des fractions obtenues, on note que celle-ci est repérée dans tous les cas après un contact de 2 h de la poudre de lait avec les farines de poisson.

2.1.2. Détermination de la dose minimum de farine de poisson détectable par les sens dans la poudre de lait écrémé

Cet examen a porté sur 4 farines de poisson, dont 2 d'aspect pulvérulent (une farine d'Anchois du Pérou et une farine de hareng) et 2 d'aspect grasseux (une farine de hareng DK 999 et une farine de poisson blanc).

Pour chacune de ces farines des mélanges ont été constitués contenant respectivement 40, 20, 10, 5, 2,5, 1,25 et 0,63 g de farine de poisson pour 100 g de lait écrémé en poudre.

La couleur et l'odeur des échantillons ont été jugées par 4 personnes. La présence de particules étrangères dans la poudre de lait écrémé

était encore repérable à ~~vue~~ dans les mélanges contenant 1,25 g de farine de poisson.

Un test qui s'apprêtait très bien pour démontrer la présence de particules de poisson consistait à dissoudre 10 g du mélange dans 100 ml d'eau tiède. Les particules de poisson, insolubles et plus denses que le lait écrémé reconstitué, formaient après 10 minutes un dépôt brunâtre au fond du récipient.

L'odeur des farines de poisson était repérée nettement dans les mélanges contenant 5 g de ce produit. Une baisse notable de l'odeur était repérée dans les 4 cas lorsque les mélanges contenaient seulement 2,5 g de farine de poisson.

2.1.3. Fractions granulaires obtenues par tamisage de la farine de poisson et du lait écrémé en poudre

2.1.3.1. Farine de poisson

La composition granulaire de 26 échantillons de farines de poisson a été examinée. Parmi celles-ci 11 échantillons ont un aspect pulvérulent et friable. Les 15 échantillons restants ne possèdent pas cette propriété. Ils ont un aspect grasseux et les particules ont tendance à s'agglomérer.

a) Farines de poisson pulvérulentes

Il ressort des résultats du tableau 5 que la composition granulaire de ces farines peut varier, même pour une espèce de farine déterminée (cfr. les farines d'Anchois).

Les farines de hareng examinées sont caractérisées par l'absence complète de fractions inférieures à 80 microns.

b) Farines de poisson à aspect grasseux

- Par vibration sur les tamis et par frottement les fines particules ont tendance à s'agglomérer de sorte que la détermination granulaire directe donne une fausse idée de la constitution granulométrique réelle des farines.

La composition apparente peut varier énormément d'une farine à l'autre comme le montre le tableau 6.

On ne trouve pas de fractions inférieures à 125 μ .

- La composition granulométrique de ces 15 échantillons a également été déterminée après extraction des graisses par l'acétone.

Ceci permet d'avoir une idée réelle des dimensions des

Tableau 5. Composition granululaire de farines de poisson pulvérisées

Farines de poisson	> 315 μ	> 200 μ	> 125 μ	> 80 μ	> 50 μ	< 50 μ
Thyborøn - DK	29,8	22,6	44,0	2,4	0,4	-
Anchois - Pérou	39,6	14,6	15,8	14,6	10,4	2,6
Anchois - Pérou	42,8	14,2	14,8	12,8	10,0	3,6
Anchois - Pérou	53,6	11,8	13,3	13,0	7,3	1,0
Anchois - Pérou	43,0	13,6	13,8	13,6	11,6	3,3
Anchois - Pérou	42,6	13,0	14,2	13,8	11,8	3,0
Anchois - Pérou	32,2	15,6	17,2	14,5	11,6	8,2
Hareng	66,2	20,8	12,8	0,6	-	-
Hareng	59,6	16,2	19,6	4,0	-	-
Hareng	64,2	13,4	19,4	2,7	-	-

particules. Les résultats sont repris dans le tableau 7.

Comme résultat de ce travail on peut dire que :

- 1) les farines de poisson sont constituées d'une vaste gamme de particules de dimensions différentes.
- 2) les fractions granulométriques de ces farines correspondant avec les dimensions des poudres de lait sont généralement bien représentées :

En effet,

- 11,8 à 22,6 % de la farine pulvérulente et 8,8 à 14,6 % de la farine non pulvérulente dégraissée est constitué de particules comprises entre 200 et 315 μ (200 μ).

- 12,8 à 44 % de la farine pulvérulente et 13,4 à 22,0 % de la farine non pulvérulente dégraissée est constitué de particules comprises entre 125 et 200 μ (125 μ).

- 0,6 à 14,6 % de la farine pulvérulente et 10,2 à 21,4 % de la farine non pulvérulente dégraissée est constitué de particules comprises entre 80 et 125 μ (80 μ).

- 0 à 11,8 % de la farine pulvérulente et 7,6 à 17,8 % de la farine non pulvérulente dégraissée est constitué de particules comprises entre 50 et 80 μ (50 μ).

- 0 à 8,2 % de la farine pulvérulente et 4,8 à 19,8 % de la farine non pulvérulente dégraissée est constitué de particules inférieures à 50 μ .

2.1.3.2. Fractions granulaires obtenues par tamisage de poudre de lait écrémé

8 échantillons de poudre lait spray, provenant d'installations différentes ont été examinés. Les résultats sont reproduits dans le tableau 8.

Tableau 6. Composition granululaire de farines de poisson non pulvérulentes

Farines de poisson	>1000 μ	>500 μ	>315 μ	>200 μ	>125 μ	<125 μ
Farine de hareng	20,8	26,0	18,0	13,6	19,6	3,8
Farine de hareng	9,4	20,0	21,2	16,8	28,2	2,0
Farine de poisson blanc	4,8	19,2	19,0	17,6	35,0	2,0
Farine de hareng	5,0	20,4	19,8	32,8	19,0	0,4
Faroe Islande	11,4	15,4	49,2	18,2	3,0	-
Farine de hareng Islande	1,7	8,8	81,4	4,0	2,4	0,2
Hirtshals - DK	7,0	12,2	19,2	25,8	32,0	1,8
Farine de hareng DK 999	2,0	7,0	74,8	10,0	4,2	0,2
Farine de hareng DK 999	2,0	7,2	77,8	7,0	5,6	0,2
Farine de hareng DK 999	2,6	8,0	76,4	8,0	4,4	-
Farine de hareng DK 999	1,8	9,4	75,4	6,4	5,2	0,2
Farine de hareng DK 999	3,2	13,2	27,6	22,8	28,6	1,0
Farine N° 408	11,05	26,3	53,8	6,85	1,4	0,1
Farine de hareng	6,8	14,4	12,4	11,8	22,6	30,4
Farine de poisson belge	4,6	20,2	18,6	15,0	34,8	4,2

Tableau 7. Composition granululaire des farines de poisson non pulvérulentes, après extraction de la graisse

Farines de poisson	> 315 μ	> 200 μ	> 125 μ	> 80 μ	> 50 μ	< 50 μ
Farine de hareng	53,2	10,6	13,4	10,2	7,6	4,8
Farine de hareng	43,6	12,4	13,6	10,8	10,0	9,0
Farine de poisson blanc	37,6	14,0	16,2	10,4	10,4	11,2
Farine de hareng	39,6	14,6	16,2	10,4	8,8	9,6
Faroe Islands	35,2	9,2	13,6	14,6	14,2	12,8
Farine de hareng Islande	21,8	13,0	18,8	18,8	14,6	12,4
Hirtshals - DK	24,6	9,4	22,0	17,2	14,0	12,2
Farine de hareng DK 999	16,0	8,8	18,2	21,2	17,8	16,8
Farine de hareng DK 999	15,4	9,2	17,6	20,2	17,6	18,8
Farine de hareng DK 999	16,6	8,8	18,0	21,4	17,6	16,6
Farine de hareng DK 999	17,8	10,8	17,2	17,6	17,4	18,2
Farine de hareng DK 999	25,4	10,4	15,0	13,2	15,2	19,8
Farine N° 408	38,6	11,4	12,2	11,2	12,2	14,8
Farine de hareng	34,6	10,6	14,6	15,4	15,0	8,4
Farine de poisson belge	41,2	14,6	16,0	10,4	8,8	8,6

La fraction inférieure à 50 microns variait entre 2 et 22,8 %.

La fraction inférieure à 80 μ et $> 50 \mu$ variait entre 21,0 et 54,2 %.

La fraction inférieure à 125 μ et $> 80 \mu$ variait entre 23,4 et 54,0 %.

La fraction inférieure à 200 μ et $> 125 \mu$ variait entre 5,8 et 17,5 %.

La fraction inférieure à 315 μ et $> 200 \mu$ variait entre 0,05 et 2,35 %.

La fraction supérieure à 315 μ variait entre 0,1 et 3 %.

De ces quelques résultats il ressort déjà que :

1. La composition granulaire varie d'une installation à l'autre.
2. Les fractions granulaires quantitativement les plus importantes sont celles inférieures à 315 μ .

Tableau 8. Composition granulaire des poudres de lait
obtenue par tamisage.

Echantillon	Fractions granulaires en %					
	$> 315 \mu$	$> 200 \mu$	$> 125 \mu$	$> 80 \mu$	$> 50 \mu$	$< 50 \mu$
1	0,15	0,05	7,10	24,45	54,15	12,50
2	0,35	2,35	5,80	27,60	53,70	8,30
3	0,45	1,45	13,30	25,45	49,65	8,35
4	3,00	1,00	17,50	54,00	21,00	2,00
5	0,1	0,25	10,0	23,35	41,60	22,80
6	0,25	16,9	18,35	13,60	33,5	15,10
7	1,00	1,55	2,70	25,40	49,15	18,05
8	0,80	1,25	3,45	25,25	58,05	9,80

Influence de la durée de stockage sur la composition des fractions
granulaires des poudres de lait écrémé spray

L'effet de la durée de stockage sur les fractions granulaires des poudres de lait a été examiné en tamisant des échantillons de la même production, ensachés de façon réglementaire (sac intérieur en plastic recouvert d'un sac extérieur à parois multiples en papier) et conservés dans un local sec, non chauffé.

Les échantillons ont été tamisés deux semaines, 2 mois et 10 mois après la production.

Les résultats du tableau 9 démontrent qu'un cours du stockage les fractions correspondant à 315 et 200 microns varient légèrement. La fraction de 125 microns augmente, mais reste relativement peu importante tandis que celle de 80 microns gagne fortement en poids au cours du stockage, surtout aux dépens fractions passant par le tamis de 80 microns.

Exception faite pour la fraction inférieure à 50 microns, après une conservation de 10 mois la constitution granulaire de la poudre de lait correspondant à celle des poudres de lait écrémé spray trouvées dans le commerce (tableau 8).

Tableau 9. Changement de la constitution granulaire de la
poudre de lait écrémé spray dans le temps

durée de conservation	> 315 μ	> 200 μ	> 125 μ	> 80 μ	> 50 μ	< 50 μ
2 semaines	0,85	2,15	3,15	19,80	60,30	11,55
10 semaines	2,20	1,50	5,70	25,10	55,55	8,80
10 mois	0,50	2,30	6,05	23,10	55,10	1,40

2.1.4. Détermination de la quantité de farine de poisson présente dans la poudre de lait

Dans la littérature aucune méthode n'a été trouvée concernant la détermination quantitative directe de la farine de poisson présente dans les poudres de lait écrémé. Cette méthode devrait être basée sur la détermination d'un composant spécifique, présent en teneur constante dans toutes les farines de poisson, ou déterminé dans la farine de poisson avant son emploi.

La teneur en graisse des farines de poisson examinées dans ce travail variait entre 5,2 et 11,2 %, tandis que celle des poudres de lait écrémé est comprise entre 0,5 et 1,5 %. Il est donc pratiquement exclu de se baser sur les résultats d'analyse de la teneur en graisse des mélanges pour calculer la teneur en farine de poisson de ceux-ci.

Une méthode basée sur la teneur en protéines est exclue également, les farines de poisson aussi bien que les poudres de lait écrémé contenant des teneurs élevées mais variables en protéines.

Une méthode indirecte consisterait en la détermination du taux de lactose dans les mélanges. Cette méthode a l'avantage que le constituant déterminé est ~~absent~~ présent dans la farine de poisson. Elle présente cependant 2 graves inconvénients :

- la teneur en lactose dans la poudre de lait écrémé n'est pas rigoureusement constante. D'après Schulz (4) elle varie entre 45 et 51 %.
- cette méthode ne garantit pas que le constituant éventuellement présent dans la poudre de lait écrémé soit de la farine de poisson. Tout produit ne contenant pas du lactose et mélangé à la poudre de lait provoquera une baisse du taux en lactose dans le mélange.

2.1.5. Etude des possibilités de cacher la présence de farine de poisson dans le lait écrémé en poudre

La comparaison des résultats de tamisage des farines de poisson (tableau 5 et 7) avec ceux des poudres de lait écrémé (tableau 8) permet de conclure qu'une fraction importante des farines de poisson peut être éliminée.

- Tant par l'odeur que par la couleur, les fractions de tamisage de mélanges constitués à partir des farines de poisson examinées, se distinguaient de la poudre de lait utilisée à l'origine.

Il faut noter cependant que ces farines renfermaient généralement au moins 10 % de particules inférieures à 80 μ .

- Afin d'examiner l'efficacité des farines de poisson à constitution granulaire grossière, comme agents de dénaturation des poudres de lait écrémé, l'essai suivant a été exécuté : une farine de poisson et une poudre de lait ont été tamisées séparément sur un tamis de 125 microns. La fraction de farine de poisson retenue par ce tamis a été mélangé dans les proportions prescrites avec la fraction de poudre de lait passant par ce même tamis. Après tamisage de ce mélange, les fractions de 200 et de 125 microns qui correspondaient à de la farine de poisson, de même que la fraction de 80 microns constituée en majeure partie de poudre de lait écrémé avaient une odeur typique de farine de poisson. Pour la fraction de 50 microns et pour celle inférieure à 50 microns l'odeur caractéristique des farines de poisson était nettement moins prononcée. La couleur des fractions de 200 et de 125 microns rappelait celle de la farine de poisson utilisée à l'origine. La fraction de 80 microns présentait un aspect de poudre de lait souillée par une matière étrangère en l'occurrence de la farine de poisson. Les deux fractions restantes se rapprochaient par leur aspect extérieur, très fortement des poudres de lait.

En portant en suspension 10 g de chaque fraction dans 100 ml d'eau tiède, un précipité brunâtre fut noté dans les deux cas. Ce précipité ne pouvait provenir que de fines particules de farine de poisson, la poudre de lait utilisée étant parfaitement soluble.

- La même expérience que décrite ci-dessus a été exécutée en composant un mélange au moyen de 40 g de la fraction de farine de poisson refusée par le tamis de 315 microns et de 100 g de la fraction de poudre de lait passant par le tamis de 125 microns. Après tamisage de ce mélange la fraction de 315 microns montrait un aspect extérieur en tout point semblable à la farine de poisson initialement incorporée. Les fractions de 200 et de 125 microns, correspondaient à de la poudre de lait souillée par la farine de poisson. Les 3 fractions inférieures (80, 50 et 50 microns) présentaient un aspect identique à la poudre de lait et une faible odeur de farine de poisson.

Cette expérience démontre que les deux constituants peuvent être séparés.

Il résulte de ces expériences que les farines de poisson destinées à la dénaturation de la poudre de lait écrémé devraient répondre à certains critères relatifs à leur degré de finesse. Les farines de poisson contenant au moins 15 % de particules inférieures à 80 microns conviendraient parfaitement à ce but.

2.1.6. Conclusions et suggestions globales sur l'utilisation de la farine de poisson en tant que dénaturant de la poudre de lait écrémé

- Par incorporation en proportions prescrites de farine de poisson aux poudres de lait écrémé, les mélanges obtenus présentaient une odeur et une couleur nettement différentes de la poudre de lait normale.
- Tant par l'odeur que par leur aspect extérieur, les mélanges contenant 5 g de farine de poisson dans 100 g de poudre de lait écrémé étaient nettement différents des poudres de lait normales.
- Le tamisage permet d'éliminer une partie importante de la farine de poisson incorporée. Les fractions de 315, 200, 125 et 80 microns présentaient une couleur nettement distincte de celle de la poudre de lait normale. Par l'aspect extérieur la fraction de 50 microns et celle inférieure à 50 microns se rapprochent des poudres de lait normales. Toutes les fractions présentent cependant une odeur prononcée de farine de poisson.
- Un mélange constitué à partir des fractions grossières (supérieures à 315 μ) de farine de poisson et des fractions les plus fines de poudres de lait peut être séparé en ses constituants. L'odeur typique de la farine de poisson n'est plus repérable dans la poudre de lait. Cela est dû probablement au fait que les fractions grossières de farine de poisson, riches surtout en écailles et osselets, contiennent peu de composants colorants. Pour cette raison, il serait utile que les farines de poisson, tout en répondant à certains critères de composition, contiennent au moins 15 % de particules inférieures à 80 microns.

2.2. Sels de fer

2.2.1. Etude analytique

a) Dépistage qualitatif

1. Méthodes d'analyse

Réactifs

- HC1 10 N
- chlorhydrate d'hydroxylamine à 10 % dans l'eau
- chlorhydrate de 1.10 phénathroline 1,5 % dans l'éthanol
- acétate de sodium en solution à 25 %.

Modes opératoires

- Introduire 1 g de l'échantillon dans une éprouvette et mélanger avec 2 ml HCl 10 N. Ajouter 5 ml d'eau. Filtrer sur filtre S.S. 589. Ajouter 1 ml de la solution d'hydroxylamine au filtrat obtenu et amener celui-ci à pH 3,5 par addition d'acétate de sodium.

Appliquer une goutte du filtrat sur un papier filtre S.S. 589 sec, qui a été imprégné au-paravant d'une solution alcoolique de 1-10 phénanthroline. Sécher la tache. L'apparition d'une couleur rouge à l'endroit où la goutte a été appliquée indique la présence de fer.

- La seconde méthode est une variante de la précédente. A 1 ml du filtrat obtenu comme décrit ci-dessus est ajouté 1 ml de la solution d'hydroxylamine. Le pH est amené à 3,5 par addition de quelques millilitres d'acétate de sodium. 1 ml du réactif est ajouté à la solution obtenue. Une coloration rouge indique la présence d'ions ferreux.

2. Résultats

Appliquée à des mélanges poudre de lait écrémé-farine de poisson avant et après ajoute de sels de fer, la première méthode (au papier filtre) montre une intensité de coloration à peu près identique dans les deux cas. D'où l'on peut conclure que ce test ne se prête pas pour juger de la présence ou de l'absence de sels de fer ajoutés aux mélanges.

L'application de la seconde méthode sur des mélanges non additionnés de sels de fer résultait en une coloration rose. Une coloration rouge intense était obtenue après ajoute de sels de fer à ces mélanges.

Ce test permet de démontrer la présence de sels de fer ajoutés aux aliments jusqu'à des concentrations égales à la moitié de celles prescrites.

b) Analyse quantitative du fer

- Teneur théorique en fer du sulfate et du carbonate de fer

Le règlement (C.E.E.) N° 457/70 prescrit simplement l'emploi de sulfate ou de carbonate de fer. Aucune spécification relative à la teneur en fer des sels n'est donnée.

Le tableau 10 donne les teneurs théoriques en fer, des sulfates de fer les plus usuels. Il en ressort que la teneur en fer des sels

simples dépend du degré d'hydratation des molécules. Le sulfate de fer peut se combiner avec les sulfates de potassium ou d'ammonium pour former des sels doubles. Dans ce cas le titre en fer dépend non seulement du nombre de molécules d'eau d'hydratation mais également du poids moléculaire du sulfate combiné.

Le carbonate de fer à l'état pur titre théoriquement 48,2 % de fer. Dans les carbonates industriels la teneur en fer dépend surtout du degré d'impuretés.

- Teneur réelle en fer dans les sels industriels

Le titre en fer de 3 échantillons de sulfate et de 2 échantillons de carbonate de fer, obtenus dans le commerce et destinés au marquage du lait écrémé en poudre, a été déterminé par colorimétrie : 2 échantillons de sulfate de fer étaient du type heptahydrate, l'autre du type pentahydrate.

1. Méthode d'analyse

Réactifs

- chlorhydrate d'hydroxylamine à 10 % dans l'eau
- acétate de sodium en solution à 25 % (2 M)
- chlorhydrate de 1-10 phénanthroline 0,5 % dans l'eau.

Mode opératoire

Peser 1 g de l'échantillon dans un creuset en quartz et chauffer à 550°C pendant 6 heures, dans un four électrique. Ajouter 25 ml d'une solution d'acide chlorhydrique (HCl concentré - eau : v/v = 1/1) dans le creuset et chauffer au bain-marie bouillant pendant 30 minutes. Porter 5 ml dans un ballon jaugé de 500 ml et porter à volume au moyen d'eau distillée.

Introduire 1 ml de cette solution dans une fiole jaugée de 25 ml. Ajouter 1 ml de chlorhydrate d'hydroxylamine pour réduire Fe(III) et 10 ml d'eau distillée. Amener le pH à 3,5 par addition d'acétate de sodium. Ajouter 1 ml du réactif (1-10 phénanthroline). Attendre une heure. Porter à volume au moyen d'eau distillée. Effectuer la colorimétrie à 508 m μ .

2. Résultats

Les résultats d'analyse du tableau 11 démontrent que le titre en fer des sels examinés varie entre des limites très larges, notamment entre 10,0 et 32,5 %. Il est à noter que les chiffres extrêmes correspondent à du carbonate de fer.

Tableau 10. Composition chimique des sels de fer

Nature du sel de fer	Formule	Poids moléculaire	Titre en fer en %
sulfate de fer	FeSO_4	151,8	36,8
	$\text{FeSO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O} (x \approx 2)$	-	28,3
	$\text{FeSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	241,8	23,1
	$\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	278,0	20,1
	$\text{FeSO}_4 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	434,3	12,9
	$\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	392,1	14,2
	$\text{Fe}_2 (\text{SO}_4)_3$	399,9	27,9
	$\text{Fe}_2 (\text{SO}_4)_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$	-	-
	$\text{Fe} \cdot \text{NH}_4 (\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$	482,2	11,6
carbonate de fer	FeCO_3	115,8	48,2

Tableau 11. Titre en fer (en %) de quelques
sels de fer industriels

Sels de fer	Titre en fer (en %)
sulfate de fer (pentahydrate)	22,4
sulfate de fer (heptahydrate)	15,6
sulfate de fer (heptahydrate)	19,6
carbonate de fer	10,0
carbonate de fer	32,5

- Teneur en fer de la poudre de lait, des farines de poisson et des aliments composés selon les prescriptions du règlement

1. Méthode d'analyse

Réactifs : voir sous 2.2.1. a) 1.

Mode opératoire

2,5 g de l'échantillon sont introduits dans un erlenmeyer. 2,5 ml de HCl 4 N sont ajoutés. Après dispersion et chauffage à 90°C le contenu de l'erlenmeyer est filtré sur un filtre S.S. 589. 1 ml du filtrat est introduit dans un ballon jaugé de 25 ml. Le développement de la coloration et la mesure de l'extinction sont effectuées comme décrit ci-dessus.

2. Résultats

Afin d'examiner la possibilité d'éliminer des sels de fer des mélanges par tamisage, la teneur en fer a été déterminée dans ceux-ci ainsi que dans les diverses fractions obtenues après tamisage de ces mélanges. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 12. La teneur en fer des mélanges est **exprimée en p.p.m.** Celle des fractions est exprimée en ‰ de la teneur en fer des mélanges. Grâce à ce mode d'expression, les résultats donnent une idée directe de la quantité de sels de fer retenus par le tamis, sans devoir tenir compte de la quantité de poudre de lait et de farine de poisson présentes sur le même tamis (effet de dilution). D'autre part cela permet également de comparer directement les résultats obtenus avec les résultats du tamisage des sels de fer purs.

Les résultats des tableaux 12 et 13 ne se couvrent pas. Cela doit probablement être attribué à des phénomènes d'adhésion entre les fines particules de sels de fer et la poudre de lait et farine de poisson. D'autre part, le fait que les farines de poisson contiennent à l'origine toujours une certaine quantité de fer contribue également à désorienter le parallélisme entre les résultats des tableaux 12 et 13.

Il ressort cependant du tableau 13 qu'une fraction très importante du sulfate de fer non moulu est retenue sur le tamis de 315 μ , lors du tamisage.

Après mouture du sulfate de fer les fractions inférieures à 200 μ contiennent notablement plus de fer.

Tableau 12. Teneur en fer des mélanges et des fractions obtenues par tamisage

Nature du sel de fer dans les mélanges	Teneur en fer des mélanges en p.p.m.	Teneur en fer des fractions, exprimée en % de la quantité totale de fer dans le mélange					
		> 315 μ	> 200 μ	> 125 μ	> 80 μ	> 50 μ	< 50 μ
Sulfate de fer non moulu	517	65,3	10,3	5,5	7,7	9,1	3,3
Sulfate de fer moulu	492	10,5	3,4	11,1	23,8	42,8	8,4
Carbonate de fer	980	7,4	3,4	8,3	16,4	36,2	28,3

Tableau 13. Pourcentage des fractions obtenues par tamisage de sels de fer

Sels de fer	Fractions granulaires					
	> 315 μ	> 200 μ	> 125 μ	> 80 μ	> 50 μ	< 50 μ
$\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ (non moulu)	96,7	2,6	-	-	-	-
$\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ (moulu)	16,8	7,0	17,4	6,0	24,0	20,4
$\text{FeSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	92,4	6,1	0,8	-	-	-
FeCO_3	-	-	0,2	16,1	45,5	36,3
FeCO_3	-	-	7,4	13,3	18,0	61,8

Après tamisage des mélanges contenant le carbonate de fer on note une forte concentration en fer dans les fractions inférieures à 125 μ . Cela correspond également avec les résultats du tableau 13.

2.2.2. Fractions de tamisage des sels de fer

Les résultats du tamisage de quelques sels de fer industriels sont donnés dans le tableau 13. Les fractions obtenues sur chaque tamis sont exprimées en % de la quantité de sel de fer tamisée. En comparant ces données avec les chiffres obtenus pour le tamisage des poudres de lait (tableau 8) on peut conclure qu'une partie importante des sulfates de fer non broyés pourront être éliminés de la poudre de lait par tamisage. Ceci avait d'ailleurs été confirmé par la détermination quantitative du fer dans les fractions obtenues par tamisage de mélanges. Le carbonate de fer a une composition qui s'adapte mieux à la dénaturation des poudres de lait.

2.2.3. Conclusions

- Indépendamment de la constitution chimique des sels de fer (eau d'hydratation, sels de fer doubles) le titre en fer présente certaines variations. Ceux-ci sont surtout importants pour les carbonates de fer et doivent être imputés à des impuretés.
- Une fraction importante du sulfate de fer industriel pouvait être éliminée du mélange poudre de lait-farine de poisson-fer par tamisage.
- Après mouture du sulfate de fer dans un appareil approprié ce sel se concentre, par tamisage dans les fractions caractéristiques des poudres de lait.
- Le sulfate ou le carbonate de fer destiné à la dénaturation du lait écrémé en poudre devrait contenir une fraction de 25 % au moins passant par le tamis de 80 microns.
- Les carbonates de fer industriels examinés avaient une constitution granulométrique très fine. Pendant le tamisage ils se concentrent surtout dans les fractions inférieures à 125 μ .

3. Conclusions générales

3.1. Objet I : Mélange prêt à l'usage

Il ressort de cet examen que les céréales broyées et l'huile de poisson non désodorisée peuvent dénaturer la poudre de lait écrémé.

Cependant certaines conditions doivent être remplies :

3.1.1. Pour les céréales broyées

- Le degré de broyage des céréales broyées obtenues par une mouture intégrale doit être tel que 15 à 20 % du produit passe par un tamis de 315 microns, sous les conditions de tamisage décrites sous 1.1.1. b)
- La présence de particules d'amidon dans les poudres de lait peut facilement être démontrée par le test au lugol. Le dépistage de particules d'amidon n'a qu'un sens pratique limité dans ce cas : en effet, une usine d'aliments pour bétail fabrique généralement à côté des aliments pour porcs et volaille, des aliments pour veaux. Lorsque dans cette usine on voudrait abuser de la prime d'intervention accordée aux poudres de lait écrémé destinés aux aliments pour porcs et volaille, on prendrait soin de mélanger la fraction de poudre de lait séparée des céréales broyées immédiatement avec les autres ingrédients des aliments pour veaux. Or, ceux-ci contiennent généralement des matières amylacées.

3.1.2. Pour les huiles de poisson

- L'odeur typique des huiles de poisson doit être très prononcée. A cette fin les huiles ne pourront subir aucun traitement destiné à les désacidifier, décolorer et désodoriser. Une filtration destinée à éliminer de l'huile brute les parties de poisson entraînées pendant le dégraissage est nécessaire.
- La limite inférieure d'acidité devrait être établie à 5 %. Puisque les acides gras jouent un rôle important dans la formation de l'odeur des huiles de poisson, la limite supérieure d'acidité pourrait être établie à 10 ou même à 15 %.
- Nous estimons que les limites imposées à l'indice de coloration des huiles sont trop étroites. La limite inférieure est imposée à un niveau convenable. Une limite supérieure ne devrait pas être prescrite.

3.1.3. Matières colorantes

- Les matières colorantes peuvent être dépistées dans les aliments aux concentrations prescrites. Il est nécessaire cependant que le titre en matière active soit au moins égal à 30 % pour le rouge cochenille et à 25 % pour le bleu patenté V et pour le jaune de tartrazine.
- Les matières colorantes doivent présenter un aspect de fine poudre au moment de l'emploi. En aucun cas des granulés ne peuvent être utilisés.

3.2. Objet II : Mélange destiné à être traité ultérieurement

3.2.1. Farine de poisson

- Par incorporation en proportions prescrites de farine de poisson non désodorisée aux poudres de lait écrémé, les mélanges obtenus présentent une odeur et une couleur nettement différentes de la poudre de lait normale. Les mélanges contenant 5 g de farine de poisson non désodorisée dans 100 g de poudre de lait écrémé se distinguaient nettement, tant par l'odeur que par la couleur, des poudres de lait écrémé normales.
- Un mélange constitué de particules grossières de farine de poisson et de poudre de lait écrémé peut être séparé en ses constituants. Pour cette raison, les farines de poisson à utiliser devraient contenir un pourcentage au moins égal à 15 % de particules traversant le tamis de 80 microns.

3.2.2. Sels de fer

- Le titre en fer des sels de fer présente certaines variations. Dans le cas présent il devrait être au moins égal à 10 %.
- Le pourcentage de sels de fer, passant par le tamis de 80 microns devrait être au moins égal à 25 %.

LITERATURE

1. Diemair, W. Analytik der Lebensmittel. Nachweis und Bestimmung von Lebensmittel-Inhaltstoffe. Springer-Verlag, Berlin, Band 2 - Teil 2, 1333-1335, 1967.
2. Hendrickx, H. et De Moor, H. Bepaling van Azorubine in afgeroomde melk en afgeroomde melkpoeder. Mededelingen Rijksfakulteit Landbouwwetenschappen Gent, 34, nr 4, 1969.
3. Riemersma, J.C. et Heslinga, F.J.M. Über die Papierchromatographie wasserlöslicher Farbstoffe. Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene. 51, 94, 1960.
4. Schulz, M.E. Das grosse Molkerei - Lexikon. 1965. Band II : 769.

PARTIE B

STATION DE RECHERCHES POUR L'ALIMENTATION DU BETAIL

GONTRODE

Directeur : ir.F.BUYASSE

Essais avec des veaux à l'engrais

par

ir.M.CASTEELS, ir.W.EECKHOUT et ir.F.BUYASSE

TABLE DES MATIERES - PARTIE B

	P.
Introduction	B1
1. Influence de la dénaturation par la farine de poisson et le fer	B1
1.1. Matériel d'essai	B1
1.2. Régime alimentaire	B3
1.3. Composition des laits artificiels	B4
1.4. Résultats et commentaires	B5
1.5. Conclusions provisoires	B7
2. Influence du fer, utilisé comme dénaturant, dans le lait artificiel	B7
2.1. Influence d'une supplémentation en sulfate de fer sur les résultats d'engraissement	B9
2.1.1. Organisation de l'essai	B9
2.1.2. Résultats et commentaires	B10
2.2. Influence d'une supplémentation de carbonate de fer sur les résultats d'engraissement	B15
2.2.1. Organisation de l'essai	B15
2.2.2. Résultats et commentaires	B17
2.3. Comparaison des résultats des suppléments de sulfate de fer et carbonate de fer	B23
2.4. Influence de suppléments de sulfate ou de carbonate de fer sur les caractéristiques de qualité de la viande	B25
2.4.1. Méthodiques	B25
2.4.2. Résultats et commentaires	B27
3. Conclusions	B30
Littérature	B32

INTRODUCTION

L'objectif de la législation en question de la C.E.E. a été exposé dans l'introduction générale de ce rapport.

La mission de la Station pour l'alimentation du bétail dans le cadre des recherches prévues, était d'organiser des essais avec veaux pour étudier l'influence exercée par une technique de dénaturation déterminée, sur les résultats d'engraissement et sur la couleur de la viande des veaux à l'engrais (160 - 170 kg en 14 à 16 semaines).

La technique de dénaturation étudiée était celle prévue en § bb de l'arrêté du 12 mars 1970 (n° 257/17).

Elle prévoit l'incorporation, par 100 kg de lait écrémé en poudre :

- 40 kg de farine de poisson non désodorisée
- 300 g de carbonate de fer ou de sulfate de fer.

1. INFLUENCE DE LA DENATURATION PAR LA FARINE DE POISSON ET LE FER

1.1. Matériel d'essai - Plan de recherche

Une substitution totale du lait écrémé en poudre normal par du lait écrémé en poudre dénaturé est exclue vue l'effet néfaste des suppléments de fer sur la qualité de la viande.

Nous avons donc procédé à une substitution partielle consistant à remplacer respectivement 2,5 , 5, 10 et 20 % du lait écrémé en poudre normal par du lait écrémé en poudre dénaturé (avec de la farine de poisson et du sulfate de fer).

L'expérience s'est déroulée en deux séries .

- a. Au cours de la première, nous avons remplacé respectivement 2,5 , 5 et 10 % du lait écrémé en poudre normal dans le lait artificiel par les mêmes pourcentages du lait écrémé en poudre dénaturé (40 kg de farine de poisson et 300 g de sulfate de fer par 100 kg de lait écrémé en poudre).

Cette expérience a porté sur 40 veaux à l'engrais de la race de la Flandre Orientale, que nous avons répartis en groupes homogènes selon leur poids et selon leur élément figuré du sang (hématocrite et hémoglobine) (tableau 1).

B.2.

TABLEAU 1. - Schéma de répartition des veaux à l'engrais selon l'hémoglobine, l'hématocrite et leur poids (1e série).

GROUPES	I	II	III	IV
Formules	F70 - 8	F70 - 9	F70- 10	F70 - 11
% de poudre de lait écrémé dénaturée	témoin -lait artificiel	2,5	5	10
Nombre de veaux	10	10	10	10
Poids en kg	46,0	46,1	46,3	46,3
Valeur hématocrite	39,3	40,9	40,0	41,0
Hémoglobine Spencer (g/100 ml)	11,3	11,9	11,8	11,7

b. Considérant, d'une part, que l'effet néfaste du fer dans les laits artificiels est principalement déterminé par la teneur en fer des laits artificiels au cours de la seconde moitié de la période d'engraissement (de 7 à 15 semaines) et, d'autre part, que la pratique utilise deux types de laits artificiels (un aliment starter jusqu'à 7 semaines environ, puis un aliment de finition) on peut envisager une substitution partielle dans la farine starter, suivie d'une farine de finition normale .

Pour cette raison on a remplacé dans la seconde série de l'expérience respectivement 5, 10 et 20 % de lait écrémé en poudre normal du lait artificiel starter par des teneurs identiques de lait écrémé en poudre dénaturé, ces veaux recevant après les 7 premières semaines, pendant une période de 2 semaines, un lait artificiel normal, ne contenant pas de lait écrémé en poudre dénaturé. A partir de la 10ème semaine, ils ont reçu un aliment dénaturé uniquement au sel de fer (voir Tableau p. B.5.)

Nous avons utilisé pour cette seconde série 30 veaux à l'engrais de la race de Flandre Orientale répartie, comme dans la série précédente, en 3 groupes homogènes selon leur poids et leur élément figuré du sang.

TABLEAU 2. - Schéma de répartition des veaux à l'engrais selon l'hémoglobine, l'hématocrite et leur poids (2e série).

GROUPES	V	VI	VII
Formules	F70 - 10	F70 - 11	F70 - 14
% de poudre de lait écrémé dénaturée	5	10	20
Nombre de veaux	10	10	10
Poids en kg	44,5	44,9	44,6
Valeur hématocrite	42,8	42,9	40,3
Hémoglobine Spencer en g/100 ml	12,1	12,1	11,5

Les 70 animaux utilisés pour ces deux séries expérimentales ont été achetés dans le commerce à l'âge d'environ 10 jours. Ils ont été logés en boîtes individuels à caillebotis et sans paille (plancher à claire-voie).

1.2. Régime alimentaire

Le schéma du régime alimentaire est reproduit au tableau 3.

TABLEAU 3. - Régime alimentaire des veaux à l'engrais.

Semaine	Taux g de poudre / jour	Litres servis par jour et par veau
1	300 - 450	2,0 - 3,0
2	450 - 750	3,0 - 5,0
3	900 - 1050	6,0 - 7,0
4	1200 - 1350	8,0 - 9,0
5	1500 - 1650	10,0 - 11,0
6	1800 - 1950	12,0 - 13,0
7	1950 - 1950	13,0 - 13,0
8	1950 - 1950	13,0 - 13,0
9	1950 - 1950	13,0 - 14,0
10	1950 - 1950	14,0 - 14,0
11	2050 - 2200	14,0 - 15,0
12	2300 - 2400	14,0 - 15,0
13	2500 - 2600	15,0 - 15,0
14	2700 - 2800	15,0 - 15,0
15	2800 - 3000	15,0 - 15,0

B.4.

Les veaux ont été nourris individuellement au seau (2 repas par jour), le lait artificiel en poudre, étant dissous, dans un mixer, dans de l'eau à environ 70°C, puis allongé d'eau froide jusqu'à environ 42°C. La boisson lactée ainsi préparée (37°C) a été servie en seaux individuels aux animaux d'essai.

1.3. Composition des laits artificiels

La composition des laits artificiels est reproduite au tableau 4.

TABLEAU 4. - Composition des laits artificiels.

GROUPES	I	II	III -V	IV - VI	VII
Formules	F70 - 8	F70 - 9	F70 -10	F70 -11	F70 -14
% de poudre de lait écrémé dénaturée	0	2,5	5	10	20
Concentré gras à 50 p.100	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Poudre de lait écrémé Spray	37,85	35,35	32,85	27,85	17,85
Poudre de lactosérum Spray	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50
Amyjcl	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Glucose	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Poudre de lait écrémé dénaturée	<u>0,00</u>	<u>2,50</u>	<u>5,00</u>	<u>10,00</u>	<u>20,00</u>
Concentré vitaminé	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
CaHPO ₄	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
CaCl ₂	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
ZnSO ₄ 7 H ₂ O	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
CuO	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003

Du fait de l'incorporation du lait écrémé en poudre dénaturé au lait artificiel :

la formule F70-9 contient 10,75 p.p.m. de fer supplémentaire et 0,71 % de farine de poisson non désodorisée

la formule F70-10 contient 21,50 p.p.m. de fer supplémentaire et 1,42 % de farine de poisson non désodorisée

la formule F70-11 contient 43,00 p.p.m. de fer supplémentaire et 2,85 % de farine de poisson non désodorisée

la formule F70 -14 contient 86,00 p.p.m. de fer supplémentaire et 5,70 % de farine de poisson non désodorisée.

TABLEAU 5. - Schéma chronologique des essais avec veaux à l'engrais

GROUPES	1ère série				2ème série		
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Formules	F 70 - 8 aliment d'al. norm. (témoin)	F 70 - 9	F 70 - 10	F 70 - 11	F 70 - 10	F 70 - 11	F 70 - 14
% P.L.é.dén.	-	2,5 *	5 *	10 *	5 *	10 *	20 *
<u>1ère période</u> 1ère jusqu'à 7e semaine	n = 10 **	n = 10	n = 10	n = 10	n = 10	n = 10	n = 10
8e et 9e se- maine			F 70 - 8 témoin	F 70 - 8 témoin			
GROUPES	I	II	III A	IV A	V A	VI A	VII A
Formules	F 70 - 8 aliment d'al. norm. (témoin)	F 70 - 9	F 70 - 20	F 70 - 21	F 70 - 22	F 70 - 23	F 70 - 24
% P.L.é.dén.	-	2,5 *	21,5 p.p.m. Fe (FeSO ₄)	43,0 p.p.m. Fe (FeSO ₄)	33,2 p.p.m. Fe (FeCO ₃)	66,4 p.p.m. Fe (FeCO ₃)	133 p.p.m. Fe (FeCO ₃)
<u>2e période</u> 10e jusqu'à 16e semaine	n = 9	n = 7	n = 9	n = 8	n = 8	n = 8	n = 8

* Les % indiquent la quantité de poudre de lait qui a été remplacée dans l'aliment par de la poudre de lait dénaturée à l'aide de 40 kg de farine de poisson non désodorisée et 300 g de FeSO₄ par 100 kg de poudre de lait écrémé.

** n = nombre de veaux.

B.6.

La farine de poisson utilisée pour la dénaturation était conforme aux stipulations de la C.E.E. (N° L57/17). Elle était d'origine péruvienne, non désodorisée et non dégraissée. La dénaturation du lait écrémé en poudre a été effectuée en notre présence à l'usine et des échantillons de la farine de poisson du sulfate de fer et du lait écrémé en poudre utilisés ont été prélevés et emportés au laboratoire de la Station aux fins d'analyse.

1.4. Résultats et commentaires

Pratiquement aucune anomalie n'a été observée au cours des quatre premières semaines de l'essai. L'appétit des animaux était bon et leur état de santé également, si l'on excepte les quelques cas de diarrhée, phénomène normal au cours de la période initiale. La consommation aussi a été normale au cours de ces quatre premières semaines et dans tous les groupes, puisqu'il s'agissait encore de concentrations très faibles (voir le tableau 3), ce qui explique peut-être pourquoi aucun refus de nourriture auprès des veaux a été observé.

Passé le premier mois, les animaux ont de plus en plus refusé la boisson lactée. Le tableau 5 donne, par groupe, un aperçu des quantités de boisson lactée refusées.

TABLEAU 6. - Quantité d'aliment d'allaitement refusé, en litres/semaine

GROUPES	1e série				2e série		
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Formules	F70-8	F70-9	F70-10	F70-11	F70-10	F70-11	F70-14
% de poudre de lait écrémé dénaturée	0	2,5	5,0	10,0	5,0	10,0	20,0
5e semaine d'essai	9,2	56,1	22,5	4,9	9,8	9,6	17,1
6e semaine d'essai	42,3	97,5	39,5	56,4	54,2	14,0	39,0
7e semaine d'essai	48,6	125,4	94,7	92,3	81,8	88,4	111,7
8e semaine d'essai	11,3	57,0	70,2 *	75,0 *	42,0 *	48,1 *	84,2 *
9e semaine d'essai	49,9	75,0	46,2 *	60,8 *	36,7 *	44,6 *	42,8 *
10e semaine d'essai	23,5	64,9	39,9	48,7	40,0	48,2	43,1
11e semaine d'essai	12,4	42,5	6,1	40,6	41,5	40,0	39,8
12e semaine d'essai	6,5	64,5	13,5	26,5	37,5	38,2	31,0
13e semaine d'essai	2,5	65,5	12,4	14,0	22,0	21,5	29,0

* Ces groupes ont reçu pendant la 8e et 9e semaine la formule F70 -8.

Il convient de signaler qu'une infection virale s'est manifestée au cours de la 6^e semaine d'essai et a atteint à peu près tous les veaux. A cause de cette infection et, aussi, à cause de l'importance des quantités de boisson lactée refusées, nous avons cessé à partir de la 8^e semaine de servir les formules expérimentales contenant 5, 10 et 20 % de poudre de lait écrémé dénaturée et les avons remplacées par la formule témoin I (F70-8) pendant 2 semaines. Les animaux étaient d'ailleurs sérieusement affaiblis et neuf d'entre eux (12 %) sont morts. Une amélioration progressive est intervenue par après, sauf dans le groupe II (F70-9), les animaux de ce groupe continuant à recevoir un lait artificiel contenant 2,5 % de lait écrémé en poudre dénaturé. Comme on pouvait le prévoir, le refus de nourriture a eu de nettes répercussions sur les résultats de croissance des animaux. Le tableau 6 reproduit les chiffres relatif au gain de poids des animaux au cours des 12 premières semaines d'essai.

TABLEAU 7.- Croissance journalière moyenne en g. des animaux d'essai.

GROUPES	1e série				2e série		
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Formules	F70-8	F70-9	F70-10	F70-11	F70-10	F70-11	F70-14
% P.L.é.dén.	0	2,5	5	10	5	10	20
0-4 semaines	365,0	369,1	407,0	361,4	441,9	452,3	424,1
5-8 semaines	1107,1	829,0	952,2	910,0	995,5	936,5	968,7
0-8 semaines	763,9	599,2	682,5	687,5	718,8	694,4	696,4

Les veaux qui recevaient la formule témoin ont manifesté une croissance nettement meilleure que celle des animaux des autres groupes.

Il est remarquable que les plus mauvais résultats de croissance ont été observés chez les veaux des groupes II recevant la formule F70-9, contenant toujours 2,5 % de lait écrémé en poudre dénaturé. Ce fait est peut-être imputable à la farine de poisson incorporée. Un test olfactif a clairement démontré que la dilution dans de l'eau chaude d'un lait arti-

B.8.

ficiel contenant de la farine de poisson non dégraissée et non désodorisée donnait naissance à une désagréable odeur de poisson. Celle-ci explique peut-être pourquoi les animaux en viennent plus vite à refuser leur boisson lactée. D'autre part un goût (de poisson) du lait artificiel n'est peut-être pas à exclure.

1.5. Conclusions provisoires

Nous croyons pouvoir conclure qu'il est prouvé, au stade actuel de nos recherches, que le lait écrémé en poudre dénaturé (conformément aux normes N° L57/17 b.b. de la C.E.E.) est inutilisable dans les laits artificiels pour veaux à l'engrais.

Les résultats défavorables obtenus, sous le rapport de la croissance, avec des laits artificiels contenant du lait écrémé en poudre dénaturé, sont éloquents. On doit sans doute en chercher la cause dans le goût et l'odeur anormaux que la farine de poisson non désodorisée et non dégraissée confère à la boisson lactée.

2. INFLUENCE DU FER, UTILISE COMME DENATURANT, DANS LE LAIT ARTIFICIEL.

Le plan de recherches original prévoyait l'étude de l'influence de la farine de poisson et du fer sur les résultats d'engraissement et sur les caractéristiques de qualité de la viande des veaux à l'engrais.

Considérant que nos travaux avaient clairement établi l'effet néfaste de la farine de poisson incorporée au lait artificiel et voulant éviter d'autres pertes d'animaux, nous avons décidé en commun accord avec les services de la C.E.E. de procéder à l'étude de l'influence du fer dans les laits artificiels pendant la dernière période de l'engraissement (tableau 7). Nous avons utilisé à cette fin le sulfate et le carbonate de fer, les deux dénaturants dont il est question dans la réglementation.

Ces recherches ont été poursuivies avec les mêmes animaux utilisés dans les essais précédents c.a.d. à partir de la 10^e semaine.

2.1. Influence d'une supplémentation en sulfate de fer sur les résultats d'engraissement des veaux de boucherie.

2.1.1. Organisation de l'essai

Les animaux des groupes III et IV (formules F70-10 en F70-11) c.à.d. recevant dans la première période des laits artificiels contenant resp.5 et 10 % de poudre de lait écrémé dénaturée, ont été alimentés à partir de la 10e semaine avec une formule contenant les mêmes proportions de sulfate de fer, toutefois aucune farine de poisson n'étant incorporée.

Ainsi les groupes expérimentaux suivants ont été étudiés :

Groupe I Témoïn (aliment d'allaitement normal) : pas de
(F 70-8) supplément de fer, ni de farine de poisson.

Groupe II Supplément de 10,75 p.p.m. Fe sous forme de sulfate
(F 70-9) de fer ($\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) et 0,71 p.100 de farine de poisson non désodorisée (correspondant à 2,5 % p.l.é.dén.).

Groupe III_A Supplément de 21,5 p.p.m.Fe sous forme de sulfate de
(F 70-20) fer ($\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) et pas de farine de poisson.

Groupe IV_A Supplément de 43,0 p.p.m.Fe sous forme de sulfate de
(F 70-21) fer ($\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) et pas de farine de poisson.

La teneur en fer du sel de fer employé ($\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) était de 22,4 p.100. Sa composition granulométrique est reproduite au tableau 8.

TABLEAU 8. - Composition granulométrique du sulfate de fer
($\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

Distribution en p.100	Largeur des mailles des tamis, en microns				
	500	315	200	125	80
-	-	92,4 %	6,1 %	0,80 %	-

Les veaux ont été engraisés d'après un schéma d'alimentation fixe (tableau 3) pesés tous les mois et abattus à un âge moyen de 16 semaines. La viande provenant de ces animaux a fait l'objet des déterminations de qualité commentées au § 2.4.

2.1.2. Résultats des essais et commentaires

a) Période d'essai de 0 à 8 semaines (période d'étude de l'influence **de la poudre de lait écrémé dénaturée**).

Afin d'illustrer clairement le déroulement ultérieur de l'essai, nous reproduisons dans le diagramme **I l'évolution de la croissance** au cours des huit premières semaines, au cours desquelles les veaux ont reçu les formules alimentaires suivantes : F 70 - 8, F 70-9 , F 70-10 et F 10-11. Il apparaît que les veaux qui recevaient l'aliment d'allaitement normal (Groupe témoin : F 70 - 8) ont atteint à 8 semaines le poids le plus élevé. La baisse des poids correspondants des autres groupes d'essai est parallèle à l'augmentation de la teneur en poudre de lait écrémé dénaturée de l'aliment d'allaitement. Remarquable est le fait que le groupe qui a reçu un aliment d'allaitement à 2,5 p.100 de poudre de lait écrémé dénaturée (F 70 - 9) présente à 8 semaines le poids le plus faible; ceci est probablement dû à la circonstance que les autres groupes (F 70 - 10 et F 70 - 11) ont reçu l'aliment d'allaitement normal (F 70 - 8) après la septième semaine d'essai, à cause de leur refus de consommer l'aliment primitivement servi (voir tableau 5).

Pour plus de clarté, le tableau 9 ci-après donne un aperçu des gains de poids moyens et des indices de transformation moyens enregistrés pendant les huit premières semaines de l'essai.

Le gain de poids journalier moyen et l'indice de transformation sont, aussi, nettement plus défavorables dans les groupes d'essai qui recevaient une boisson lactée dans laquelle une partie de la poudre de lait écrémé normale était remplacée par la poudre de lait écrémé dénaturée (à la farine de poisson et au sulfate de fer).

Les résultats les plus défavorables, aussi en ce qui concerne l'indice de transformation, ont été obtenus avec le groupe II (F 70 - 9), (2,5 p.100 de P.L.é.dén.) du fait que ce groupe n'a pas été transféré à un aliment d'allaitement normal après la septième semaine d'essai, ce qui démontre donc encore une fois l'effet négatif de la farine de poisson incorporée à la formule.

DENATURATION AVEC FARINE DE POISSON ET $FeSO_4$

Diagr. 1 COURBE DE CROISSANCE 0 - 8 SEMAINES

1e SERIE

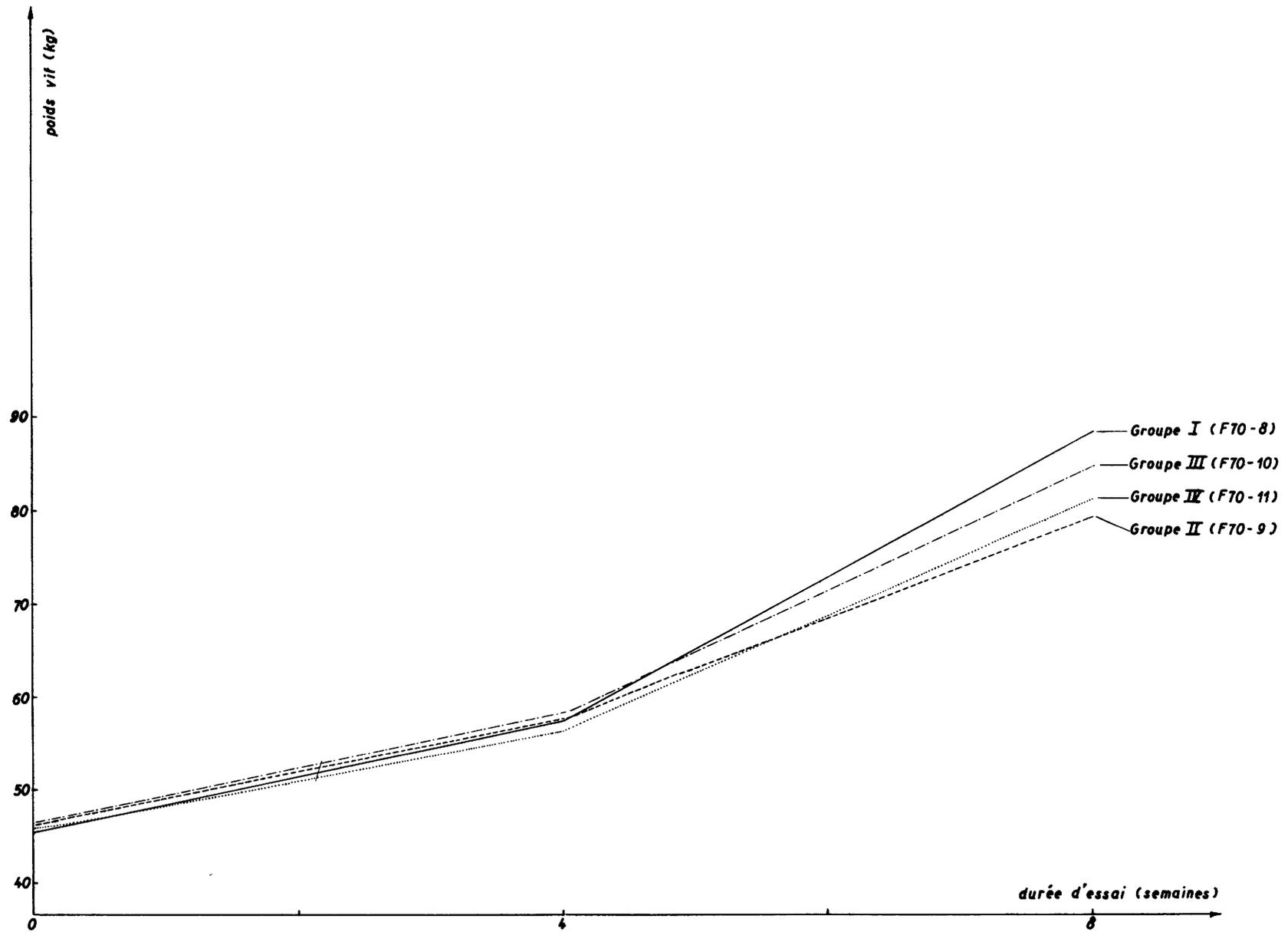


TABLEAU 9. - Gains de poids journaliers moyens (en g) et indices de transformation moyens des huit premières semaines d'essai.

GROUPES	I		II		III		IV	
Formules	F 70 - 8		F 70 - 9		F 70 - 10		F 70 - 11	
% P.L.é.dén.	(témoin)		2,5		5		10	
Période d'essai (en sem.)	Gain de poids journ. (en g)	Indice de transformat.	Gain de poids journ. (en g)	Indice de transformat.	Gain de poids journ. (en g)	Indice de transformat.	Gain de poids journ. (en g)	Indice de transformat.
0 - 4 sem.	365,0	2,118	369,1	2,009	407,0	1,871	361,4	2,130
5 - 8 sem.	1107,1	1,495	829,0	1,666	952,2	1,585	910,0	1,464
0 - 8 sem.	763,9	1,588	599,2	1,771	682,5	1,669	687,5	1,649

b) Période d'essai de 9 à 16 semaines

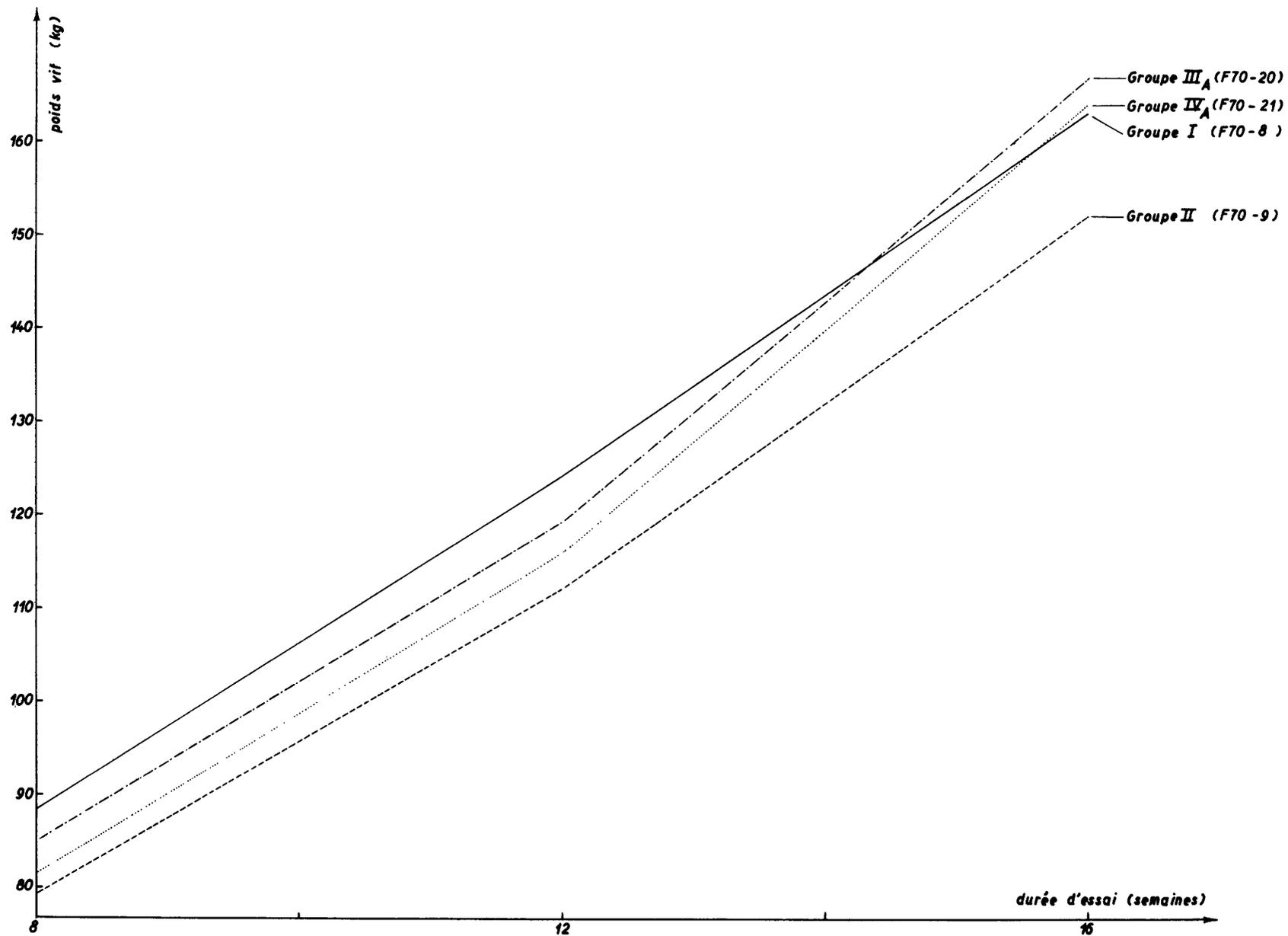
Le diagramme 2 retrace l'évolution de la croissance de la dixième à la seizième semaine d'essai incluse, période au cours de laquelle les veaux ont reçu les formules alimentaires F 70 - 8, F 70 - 9 , F 70 - 20 et F 70 - 21.

Les résultats du groupe d'essai II (F 70 - 9) sont reproduits ici parce que la formule de ce groupe, où nous avons maintenu 2,5 % de poudre de lait dénaturée, contient 10,75 p.p.m.Fe sous forme de $\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

INFLUENCE D'UNE SUPPLEMENTATION DE $FeSO_4$

Diagr. 2 COURBE DE CROISSANCE 9-16 SEMAINES

1^e SERIE



Ce graphique montre clairement l'influence défavorable de la farine de poisson sur le groupe II (F 70 - 9 c.à.d. 2,5 p.100 P. L.E.dén.), effet négatif qui s'était d'ailleurs manifesté déjà au cours des 8 premières semaines de l'essai. Le poids moyen à 16 semaines de ce groupe est inférieur de plus de 10 kg à celui du groupe témoin.

On décèle aussi l'effet positif du fer supplémenté sous forme de $\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, puisque les deux groupes d'essai III A (F 70 - 20) et IV A (F 70 - 21) avaient un poids à 8 semaines inférieur à celui du groupe témoin I (F 70 - 8), tandis que le poids atteint à 16 semaines est supérieur à celui du groupe témoin I (F 70 - 8).

Au tableau 10, à titre d'illustration, un aperçu des gains de poids moyens (en g) et des indices de transformation moyens enregistrés de la 10^e à la 16^e semaine d'essai incluse.

TABLEAU 10. - Gains de poids journaliers moyens (en g) et indices de transformation moyens des dernières semaines d'essai (10 à 16 sem.) .

GROUPES	I		II		III A		IV A	
Formules	F 70 - 8		F 70 - 9		F 70 - 20		F 70 - 21	
% de poudre de lait écrémé dénaturée p.p.m.Fe	0		10,75		21,5		43	
Période d'essai (en sem.)	Gain de poids journ. (en g)	Indice de transformat.	Gain de poids journ. (en g)	Indice de transformat.	Gain de poids journ. (en g)	Indice de transformat.	Gain de poids journ. (en g)	Indice de transformat.
10-12 sem.	1253,9	1,561	1170,6	1,652	1230,2	1,518	1246,0	1,569
13-16 sem.	1358,8	1,808	1304,2	1,844	1503,4	1,719	1456,8	1,765
0-12 sem.	927,2	1,576	789,6	1,663	865,1	1,597	873,3	1,611
0-16 sem.	1038,3	1,654	963,0	1,691	1042,4	1,649	1028,4	1,669

En ce qui concerne le gain de poids journalier, ce tableau montre que le groupe II c.à.d. des veaux nourris d'un aliment d'allaitement auquel on avait incorporé 2,5 p.100 de poudre de lait écrémé dénaturée (F 70 - 9) a donné des résultats inférieurs à ceux des autres groupes d'essai. L'indice de transformation de ce groupe II est aussi le plus défavorable et ceci pour toutes les périodes d'essai.

Par ailleurs, il convient de mentionner les résultats de croissance favorables, par rapport au groupe témoin I (F 70 - 8) qui recevait un aliment d'allaitement normal pauvre en fer, obtenus avec les animaux auxquels on donnait un aliment d'allaitement supplémenté de fer; ceci vaut surtout pour la période de 13 à 16 semaines. Nous traiterons plus loin (§ 4) de l'influence exercée sur les caractéristiques de qualité de la viande.

2.2. Influence de suppléments de carbonate de fer sur les résultats d'engraissement des veaux de boucherie (période de 9 à 16 semaines).

2.2.1. Organisation de l'essai

Le plan d'expérience original (2e série) prévoyait trois groupes d'essai (F 70 - 10, F 70 - 11, F 70 - 14), chez lesquels respectivement 5, 10 et 20 p.100 de la poudre de lait écrémé normale entrant dans l'aliment d'allaitement étaient remplacés par une même quantité de poudre de lait écrémé dénaturée (à base de farine de poisson et de sulfate de fer). L'incorporation de poudre de lait écrémé dénaturée à l'aliment a provoqué un si grave ralentissement de la croissance, que nous avons été contraints de modifier le plan original en ce sens, que nous avons décidé, après huit semaines d'essai, d'étudier l'influence que des quantités croissantes de carbonate de fer incorporées aux aliments d'allaitement exerçaient sur les résultats de croissance et les caractéristiques de qualité de la viande. L'emploi du carbonate de fer était pleinement justifié, puisque la réglementation de la C.E.E. décrit une technique de dénaturation (n° L 57/17) qui laisse le choix entre le sulfate et le carbonate de fer.

B.16.

C'est pourquoi, partant de l'aliment d'allaitement normal (F 70 - 8) distribué au groupe témoin I, nous avons additionné cet aliment de quantités croissantes de carbonate de fer.

Nous avons obtenu ainsi les groupes expérimentaux modifiés :

Groupe V_A Aliment d'allaitement normal + supplément de
(F 70 - 22) 33,2 p.p.m. Fe sous forme de carbonate de fer.

Groupe VI_A Aliment d'allaitement normal + supplément de
(F 70 - 23) 66,4 p.p.m. Fe sous forme de carbonate de fer.

Groupe VII_A Aliment d'allaitement normal + supplément de
(F 70 - 24) 132,8 p.p.m. Fe sous forme de carbonate de fer.

La teneur en fer du sel de fer employé (FeCO_3) était de 32,5 p.100. Sa composition granulométrique est reproduite au tableau 11.

TABLEAU 11. - Composition granulométrique du carbonate de fer
(FeCO_3)

Distribu - tion en %	Largeur des mailles des tamis, en microns				
	200	125	80	50	50
	0	0,20	16,65	45,5	36,25

Les veaux ont été engraisés d'après le schéma d'alimentation (tableau 3) pesés tous les mois et abattus à un âge moyen de 16 semaines.

La viande provenant de ces animaux a fait l'objet des déterminations de qualité (voir 2.4.).

2.2.2. Résultats des essais et commentaires

a) Période d'essai de 0 à 8 semaines (période d'étude de l'influence de la poudre de lait écrémé dénaturée)

Il nous semble nécessaire d'exposer sommairement l'évolution de la croissance pendant les huit premières semaines afin d'éclaircir le déroulement ultérieur de l'essai.

Le diagramme 3 ci-après retrace l'évolution de la croissance des trois groupes en cause pendant les huit premières semaines de l'essai.

Diagramme 3. Courbe de croissance de 0 à 8 semaines

Ce graphique montre clairement qu'à mesure que le pourcentage de poudre de lait écrémé dénaturée contenue dans l'aliment d'allaitement augmente, les différents groupes d'essai présentent de plus faibles moyennes de poids à 8 semaines.

Le poids à huit semaines est donc inversement proportionnel à la teneur en poudre de lait écrémé dénaturée de l'aliment d'allaitement. Par rapport au groupe témoin I (F 70 - 8) ces poids sont aussi sensiblement inférieur en fonction de la quantité de poudre de lait écrémé dénaturée présente dans l'aliment (voir le diagr.4). Le diagramme 4 reproduit les courbes de croissance de tous les groupes d'essai étudiés afin de donner un aperçu général du déroulement de l'essai pendant ses huit premières semaines.

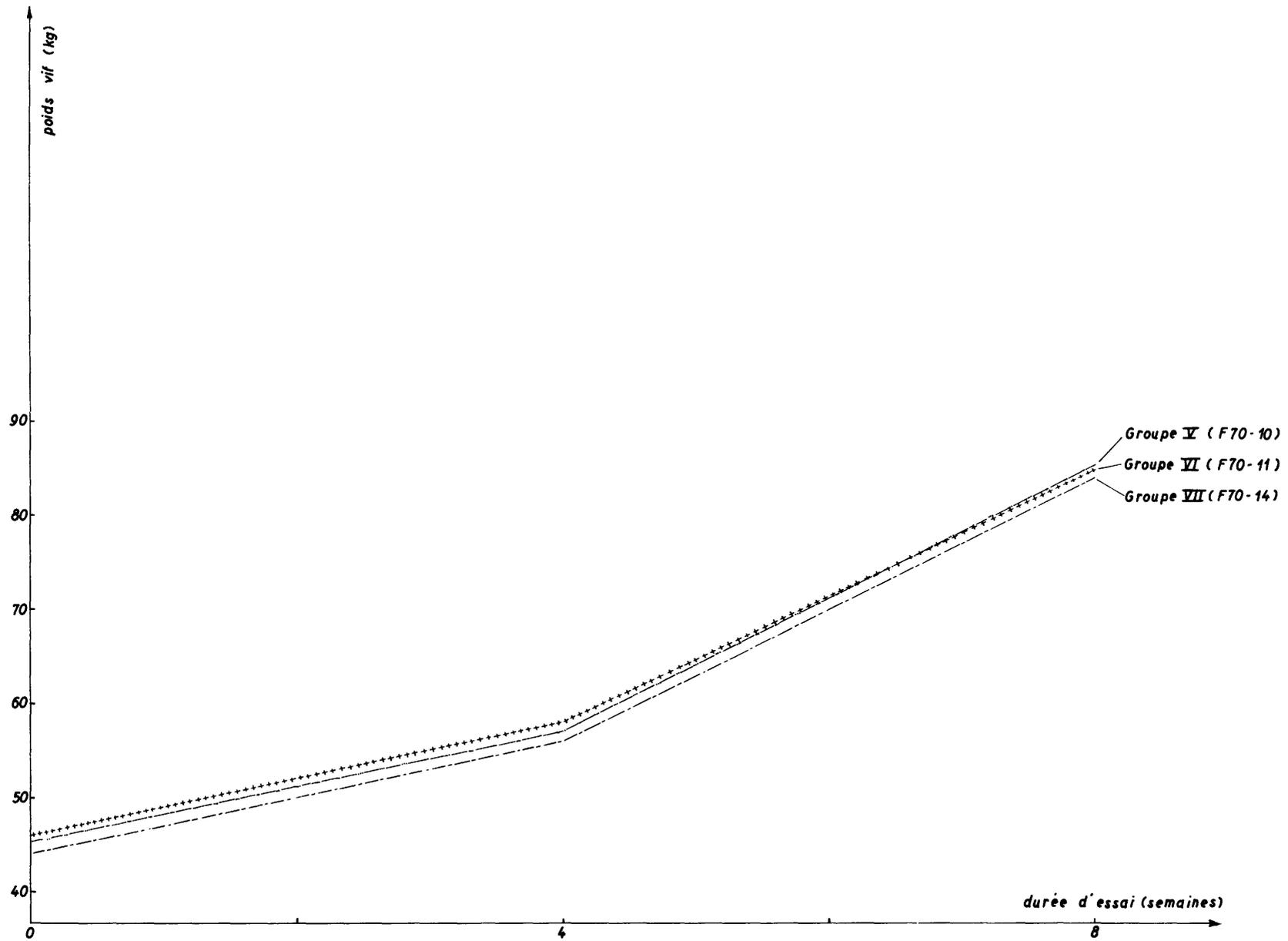
Il met en évidence l'influence défavorable exercée sur la croissance par l'incorporation de farine de poisson et de sulfate de fer et ceci dans tous les groupes d'essai II - III - IV et VII (F 70 - 9 ; F 70 - 10 ; F 70 - 11 et F 70 - 14).

Frappant est le fait que le groupe II (F 70 - 9 c.à.d. 2,5 p.100 de P.L.E.dén.) présente la plus faible valeur sous le rapport du poids comparativement à tous les groupes d'essai étudiés, probablement parce que son aliment d'allaitement n'a pas été remplacé par celui du groupe témoin, quand les animaux ont atteint l'âge de 7 semaines.

DENATURATION AVEC FARINE DE POISSON ET $FeSO_4$

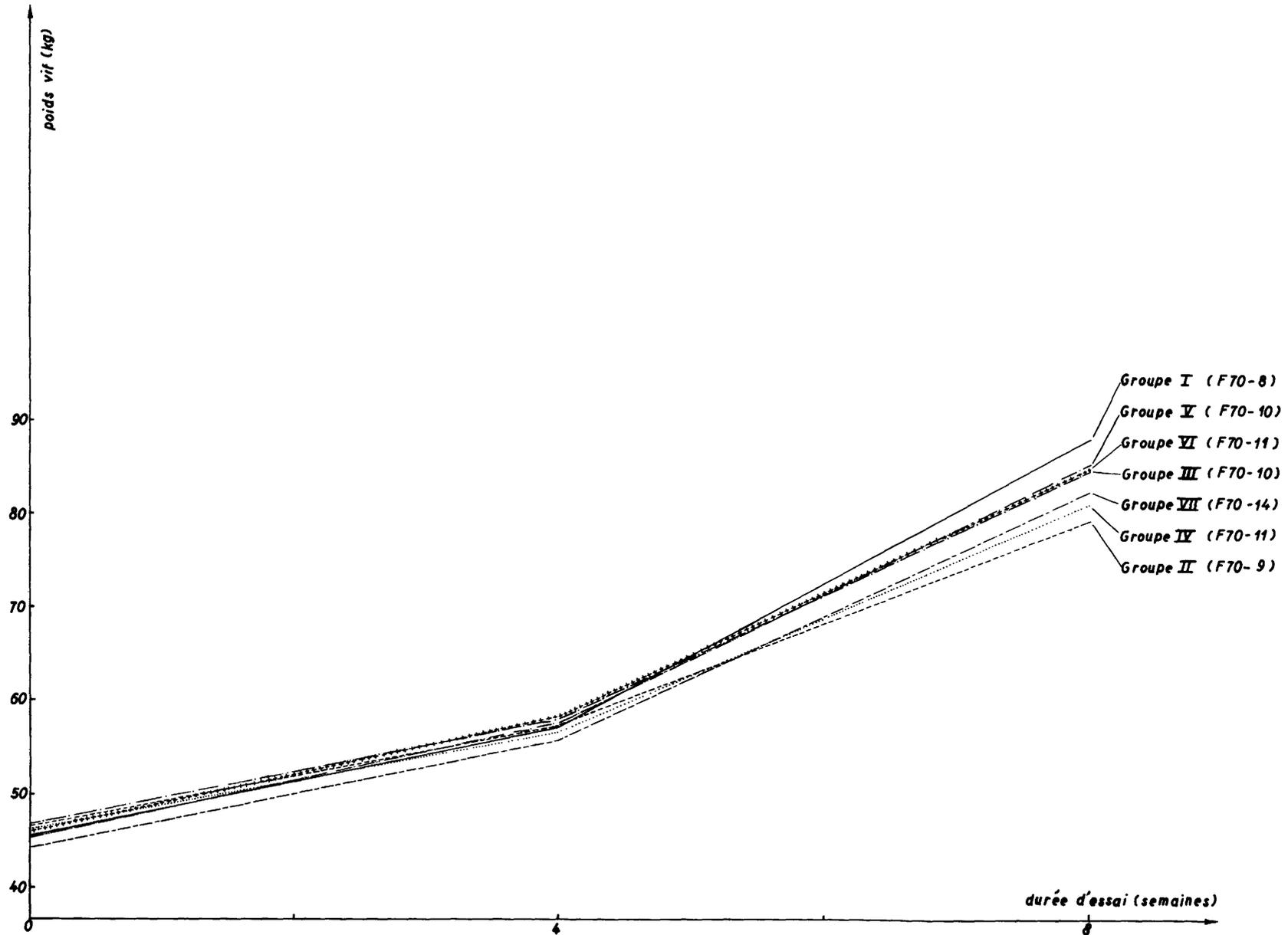
Diagr. 3 COURBE DE CROISSANCE 0 - 8 SEMAINES

2e SERIE



DENATURATION AVEC FARINE DE POISSON ET $FeSO_4$

Diagr. 4 COURBE DE CROISSANCE 0-8 SEMAINES 1e + 2e SERIE



Ceci démontre une fois de plus l'influence néfaste de la farine de poisson, non désodorisée, quand on l'incorpore aux aliments d'allaitement des veaux à l'engrais.

Le tableau 12 ci-après procure un aperçu des gains de poids journaliers moyens et des indices de transformation moyens pendant les huit premières semaines de l'essai.

TABLEAU 12. - Gain de poids journaliers moyens (en g) et indices de transformation moyens des huit premières semaines d'essai.

GROUPES	I		V		VI		VII	
Formules	F 70 - 8		F 70 - 10		F 70 - 11		F 70 - 14	
% de poudre de lait écrémé dénaturée	0 (témoin)		5		10		20	
Période de l'essai (en sem.)	Gain de poids journ. (en g)	Indice de transformat.	Gain de poids journ. (en g)	Indice de transformat.	Gain de poids journ. (en g)	Indice de transformat.	Gain de poids journ. (en g)	Indice de transformat.
0-4 sem.	365,0	2,118	441,9	1,723	452,3	1,693	424,1	1,800
5-8 sem.	1107,1	1,495	995,5	1,500	936,5	1,608	968,7	1,450
0-8 sem.	763,9	1,588	718,8	1,569	694,4	1,636	696,4	1,556

Comparée au régime témoin I (F 70 - 8), la distribution d'un aliment d'allaitement auquel on a incorporé de la poudre de lait écrémé dénaturée résulte en un gain de poids journalier plus faible et un indice de transformation plus défavorable.

Le plus grand écart a été observé entre la 5e semaine d'essai et la 8e et le gain de poids le plus faible a été obtenu avec la formule comportant 10 p.100 de poudre de lait écrémé dénaturée. L'effet défavorable de l'incorporation de farine de poisson non désodorisée et non dégraissée aux laits d'allaitement pour veaux à l'engrais se manifeste donc ici d'une manière généralisée.

b) Période d'essai de 9 à 16 semaines (période de distribution de FeCO_3)

Le diagramme 5 reproduit l'évolution de la croissance, de la neuvième à la seizième semaine d'essai incluse, des groupes d'essai auxquels on distribuait, incorporées à l'aliment d'allaitement, des quantités croissantes de carbonate de fer.

Ce graphique démontre que l'addition de différentes doses de carbonate de fer à l'aliment d'allaitement ne donne pas lieu à des modifications essentielles du cours de la croissance. Les poids à 16 semaines obtenus ne diffèrent que peu, même pour des écarts en dosage de carbonate de fer allant de 33 à environ 133 p.p.m.Fe.

Les résultats obtenus en fait de gains de poids journaliers moyens et d'indices de transformation moyens reflètent la même tendance, comme le montre le tableau 13 ci-après.

Le groupe VII A (F 70 - 24) recevant un aliment d'allaitement contenant 133 p.p.m.Fe sous forme de carbonate de fer, a donné pendant les huit dernières semaines d'essai les meilleurs résultats sous les rapports du gain de poids journalier et de l'indice de transformation; les résultats finals de toute la période d'engraissement ne diffèrent cependant que fort peu et sont inférieurs à ceux du groupe témoin I (F 70 - 8).

Ceci est imputable aux gains de poids plus faibles réalisés pendant les huit premières semaines d'essai du fait de l'incorporation de farine de poisson aux trois aliments d'allaitement.

INFLUENCE D'UNE SUPPLEMENTATION DE $FeCO_3$

Diagr. 5 COURBE DE CROISSANCE 9 - 16 SEMAINES 2^e SERIE

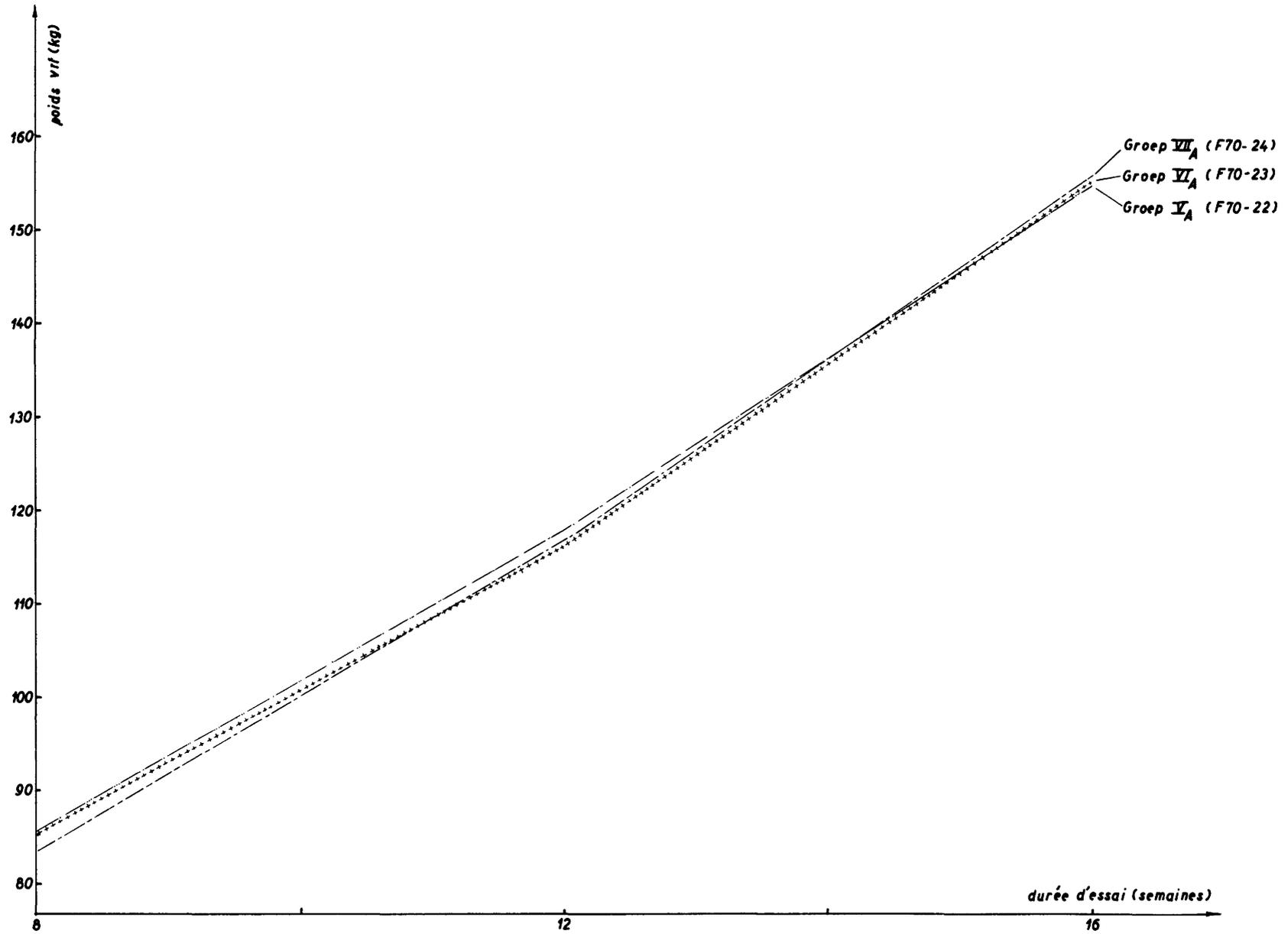


TABLEAU 13. - Gains de poids journaliers moyens (g) et indices de transformation moyens des huit dernières semaines d'essai.

GROUPES	I		V A		VI A		VII A	
Formules	F 70-8		F 70- 22		F 70-23		F 70-24	
p.p.m. Fe	0		33		66		133	
Période de l'essai (en sem.)	Gain de poids journ. (en g)	Indice de trans-format.	Gain de poids journ. (en g)	Indice de trans-format.	Gain de poids journ. (en g)	Indice de trans-format.	Gain de poids journ. (en g)	Indice de trans-format.
9-12 s.	1253,9	1,561	1156,2	1,613	1055,5	1,747	1174,1	1,575
13-16 s.	1358,8	1,808	1166,6	1,838	1222,2	1,780	1250,0	1,752
0-12 s.	927,2	1,576	864,6	1,589	814,8	1,636	855,6	1,565
0-16 s.	1038,3	1,654	976,5	1,672	970,9	1,702	993,3	1,631

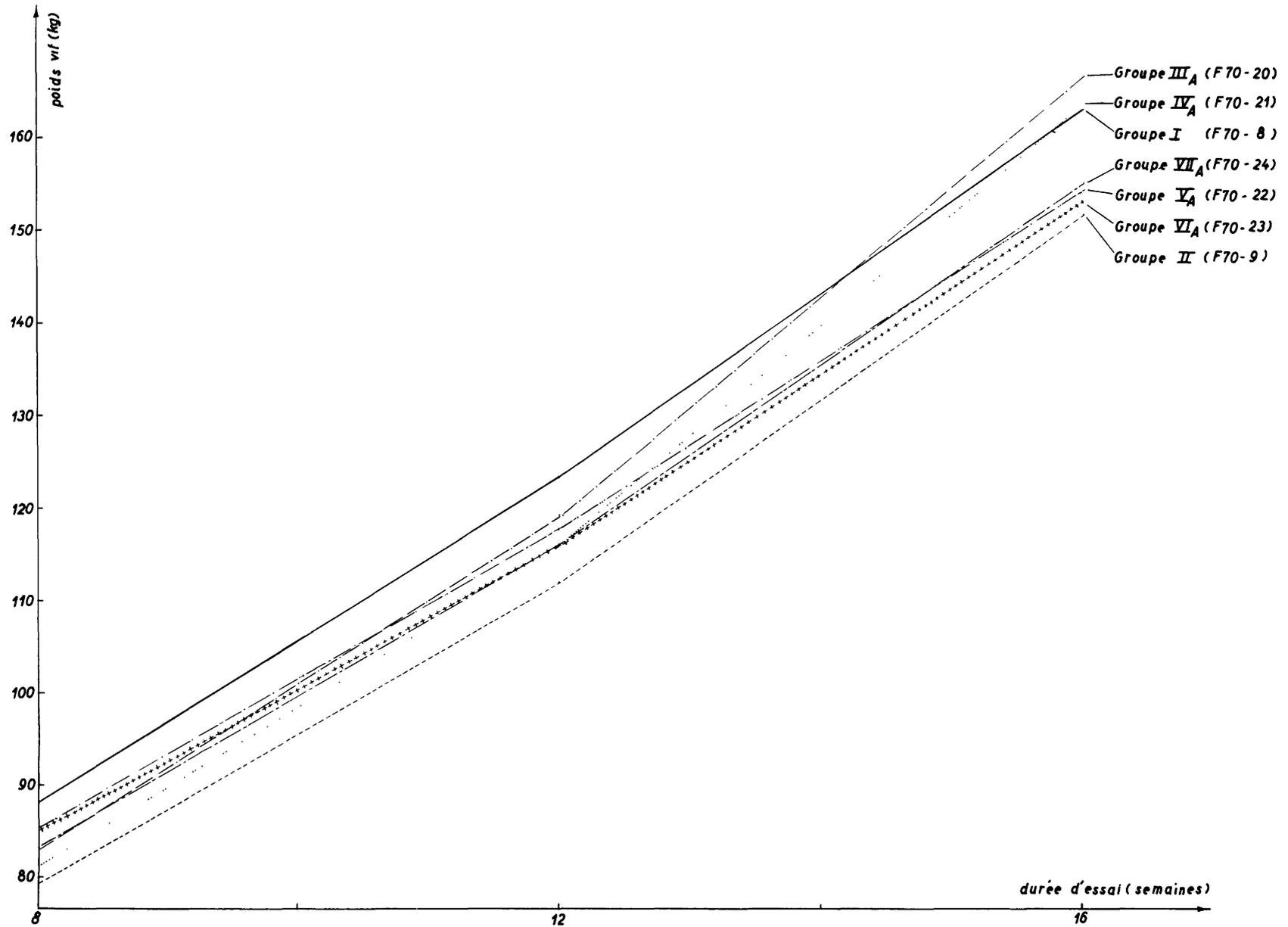
2.3. Comparaison des résultats en gain de poids obtenus avec des suppléments de sulfate de fer et avec des suppléments de carbonate de fer.

Les courbes de croissance des différents groupes ont été reproduites dans le diagramme 6 afin de situer plus clairement les différences en gain de poids relevées pendant les huit dernières semaines de l'essai et imputables aux suppléments de sulfate ou de carbonate de fer.

Si l'on tient compte du fait que le poids moyen à 8 semaines n'est pas le même pour les différents groupes d'essai, il apparaît tout de même de ce graphique que le gain de poids a évolué plus favorablement pendant les huit dernières semaines de l'essai dans les groupes III A et IV A qui recevaient des suppléments de 21,5 p.p.p. Fe (F 70-20) et de 43 p.p.m. Fe (F 70-21) sous forme de $\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ que dans le groupe témoin I (F 70-8); alors que les poids moyens à 8 semaines étaient sensiblement inférieurs, ces groupes atteignent à 16 semaines un poids moyen plus élevé que celui de groupe témoin.

INFLUENCE DUNE SUPPLEMENTATION DE FeSO_4 ET FeCO_3

Diagr. 6 COURBE DE CROISSANCE 9 - 16 SEMAINES 1e + 2e SERIE



Les additions de carbonate de fer aux aliments d'allaitement groupe V A (F 70 - 22) groupe VI A (F 70 - 23) et groupe VII A (F 70 - 24) n'ont pas une influence aussi favorable, ce qui semble indiquer une moindre résorption de ce sel de fer.

Le fait que les courbes de croissance précitées se situent plus bas est imputable aux niveaux respectifs des poids moyens à 8 semaines, qui étaient sensiblement inférieurs à celui du groupe témoin I (F 70-8).

Le diagramme montre aussi que le groupe II (F 70 - 9) qui recevait un aliment d'allaitement auquel on avait incorporé de la farine de poisson et du sulfate de fer (2,5 p.100) a tout de même donné les résultats de croissance les plus médiocres et ceci tout au long de la période d'engraissement.

2.4. Influence de suppléments de sulfate ou de carbonate de fer, incorporés aux aliments d'allaitement, sur les caractéristiques de qualité de la viande des veaux d'engrais.

2.4.1. Méthodes de détermination

a) Examen de sang

1. Valeur hématocrite

On détermine cette valeur en centrifugeant à 3500 tours par minute et pendant une demi-heure du sang héparinisé dans des tubes à hématocrite de Wintrobe. La hauteur de la masse d'érythrocytes exprimée en pourcentage de la hauteur totale des cellules et du plasma donne la valeur hématocrite (De Vries, 1955).

2. Hémoglobine

La détermination de l'hémoglobine est effectuée par la méthode de l'oxyhémoglobine. Cette méthode fait usage de l'hémoglobinomètre de Spencer, qui mesure à l'aide d'un filtre vert l'absorption de la lumière par l'oxyhémoglobine (Schalm, 1967). Toutes ces déterminations ont été effectuées aussi bien au début qu'à la fin des essais.

En effet, des recherches antérieures ont démontré que la teneur en hémoglobine initiale et la valeur hématocrite initiale influent sur la couleur de la viande (Verbeke et Martin, 1967), Charpentier, 1966, Eeckhout et Casteels, 1969).

Nous basant sur ces données, nous avons réparti les veaux en groupes homogènes selon la formule sanguine avant d'entreprendre chaque série d'essais.

b) Examen de la viande

1. Colorimétrie physique

Cette mesure de la couleur est prise à l'aide d'un photomètre tristimulus (Hunterlab color and color difference meter) sur les différentes coupes du muscle Longissimus dorsi pratiquées à hauteur de la 6^e côte. La valeur lue sur l'appareil est une mesure de la "pâleur" de l'échantillon de viande. Plus cette valeur est élevée, plus la viande est pâle. Inversement, plus cette valeur est basse, plus la viande est foncée.

2. Détermination chimique des pigments

2.1. La myoglobine et l'hémoglobine résiduelle sont déterminées comme hématine après extraction à l'acétone et au HCL.

Une plus forte teneur en hématine correspond à une viande plus foncée et vice versa (Hornsey, 1956).

2.2. L'extraction aqueuse de 10 g de viande donne après filtration un extrait rouge clair contenant de la myoglobine et de l'hémoglobine. Celles-ci sont mesurées à une longueur d'ondes de 540 m μ et le résultat est exprimé comme valeur d'extinction, mesurée en cuvettes à 1 cm d'épaisseur de couche.

La valeur finale est appelée "valeur d'extraction".

Une valeur d'extraction plus élevée correspond à une viande plus foncée.

2.4.2. Résultats et commentaire

Les veaux ont été abattus à l'âge moyen de 16 semaines dans un abattoir proche. Un échantillon de sang avait été prélevé le matin en vue de la détermination de la valeur hématocrite et de l'hémoglobine. Un échantillon du muscle Longissimus dorsi a été prélevé environ 24 heures après l'abattage et porté au laboratoire pour analyse.

Le tableau 14 ci-après donne les résultats de l'essai en ce qui concerne la formule sanguine et les caractéristiques de la viande.

Les résultats les plus favorables c.à.d. la couleur plus pâle de la viande, ont été obtenus avec les veaux nourris pendant toute la période d'engraissement selon un régime à base d'aliment d'allaitement normal, (Groupe I-F 70-8). Tous les critères étudiés convergent vers cette situation favorable.

En ce qui concerne les veaux du groupe II, nourris d'un aliment d'allaitement où l'on avait remplacé 2,5 p.100 de la poudre de lait écrémé normale par 2,5 p. 100 de poudre de lait écrémé dénaturée (F 70-9), il apparaît qu'à l'influence négative de la farine de poisson sur les résultats de l'engraissement (voir le § 1) s'ajoute une couleur plus foncée de la viande, comparativement à la couleur de la viande des veaux de groupe témoin I (F 70-8); ceci est une conséquence de l'addition de sulfate de fer, en l'occurrence 300 g par 100 kg de lait écrémé en poudre, ce qui revient à une addition de 10,75 p.p.m. de fer.

Les suppléments de sulfate de fer ont un effet négatif sur la couleur de la viande, plus précisément en ce sens qu'un effet plus défavorable sur la couleur de la viande se manifeste à mesure qu'augmente la teneur en sulfate de fer des aliments d'allaitement.

L'addition de fer sous forme de carbonate de fer a aussi une influence défavorable sur la couleur de la viande, moins marqué que pour le sulfate de fer. On constate que la viande prend une couleur plus foncée à mesure que les doses de carbonate de fer augmentent. L'effet du carbonate de fer est toutefois moins prononcé que celui du sulfate de fer, malgré le fait que les quantités de carbonate de fer sont beaucoup plus importantes.

TABLEAU 14. - Résultats sous le rapport de la formule sanguine et de la couleur de la viande.

GROUPES	I	II	III A	IV A	V A	VI A	VII A
FORMULES	F 70-8 (témoin)	F 70-9 (2,5 p.100 P.L.E. dén.)	F 70-20 + 21,5 p.p.m. Fe (FeSO ₄)	F 70-21 + 43 p.p.m. Fe (FeSO ₄)	F 70-22 + 33,2 p.p.m. Fe (FeCO ₃)	F 70-23 + 66,4 p.p.m. Fe (FeCO ₃)	F 70-24 + 133 p.p.m. Fe (FeCO ₃)
<u>A. Formule sanguine</u>							
Hématocrite final	26,64	35,50	37,06	44,16	33,97	32,00	36,00
Spencer final (g hémog./100 ml)	7,3	9,7	10,2	12,0	9,2	8,8	9,9
<u>B. Examen de la viande</u>							
Hunter (valeur L)	51,77	47,15	47,78	43,47	48,19	47,34	47,74
Hématine, p.p.m.	59,84	72,08	89,76	109,28	92,48	97,92	100,64
Valeur d'extraction	0,114	0,160	0,157	0,211	0,150	0,175	0,175

3 CONCLUSIONS

Nos recherches étant limitées dans le sens indiqué dans l'introduction, les conclusions se réfèrent seulement aux techniques de dénaturation étudiées.

Il s'agit :

- de l'influence exercée par l'incorporation dans les aliments d'allaitement de quantités croissantes de poudre de lait écrémé dénaturée (à raison de 40 kg farine de poisson non désodorisée et de 300 gr de sulfate de fer par 100 kg de poudre de lait écrémé).
- de l'influence des quantités croissantes de sulfate de fer et de carbonate de fer, utilisés comme moyen de dénaturation.

Cette influence a été étudiée sous l'angle de la répercussion sur les résultats d'engraissement et sur les caractéristiques de la viande des veaux de boucherie.

3.1. Le remplacement partiel de la poudre de lait écrémé normale utilisée dans les aliments d'allaitement pour veaux de boucherie, par de la poudre de lait écrémé dénaturée (à raison de 40 kg de farine de poisson non désodorisée et de 300 g de sulfate de fer par 100 kg de P.L.E.) a une influence défavorable sur les résultats de croissance des animaux.

Ceci est vrai pour toutes les proportions étudiées, c.à.d. un remplacement de 2,5 %, 5 %, 10 % et 20 %.

3.2. Le remplacement de 5 % (F 70-10), 10 % (F 70-11) et 20 % (F 70-14) nous a même obligé, après sept semaines d'essai, de revenir à un aliment d'allaitement normal, sous peine de voir l'essai se terminer en catastrophe (mortalité).

3.3. Le remplacement de 2,5 % (F 70-9), maintenu pendant toute la période d'engraissement, et comparé avec le témoin a été caractérisé par :

- un gain de poids sensiblement inférieur;
- un indice de transformation moins favorable et
- une viande plus foncée.

3.4. L'addition de quantités croissantes (21,5 p.p.m. Fe et 43 p.p.m. Fe) de sulfate de fer ($\text{Fe SO}_4 - 5\text{H}_2\text{O}$) aux aliments d'allaitement pour veaux à l'engrais pendant les huit dernières semaines de la période

d'engraissement améliore la croissance et l'indice de transformation, mais a une influence défavorable sur la couleur de la viande, ce qui peut provoquer de sérieuses **diminution du prix obtenu lors de la vente des veaux pour l'abattage.**

3.5. L'addition de quantités croissantes (notamment 33, 66 et 133 p.p.m. Fe) de carbonate de fer (Fe CO_3) aux aliments d'allaitement pour veaux à l'engrais pendant les huit dernières semaines de la période d'engraissement entraîne une amélioration moins prononcée des résultats de croissance, comparativement à celle de sulfate de fer. L'influence sur la couleur de la viande est aussi défavorable, quoique moins prononcée que celle du sulfate de fer. Elle est toutefois telle, que l'on doit aussi s'attendre à des mécomptes sur le plan commercial.

3.6. Le mode de dénaturation de la poudre de lait écrémé normale prévu par les règlements de la C.E.E. (12.12.69 et 12.3.70), c'est-à-dire celui décrit au § b.b. du règlement du 12.3.70 n° 57/17, (à raison de 40 kg de farine de poisson non désodorisée et 300 gr de sulfate de fer par 100 kg de P.L.E.) nous semble efficace, étant données les conséquences défavorables d'une substitution, même partielle (2,5 p. 100), sur la croissance et sur l'indice de transformation des veaux de boucherie et sur les caractéristiques de qualité de leur viande.

L I T E R A T U R E

- Charpentier, J. 1966. Pigmentation musculaire du veau de boucherie.
II. Influence d'une supplémentation alimentaire en fer sur
la teneur en fer hémérique de quelques muscles.
Ann. Zootech. 15, 361.
- De Vries, J. 1955. Haematologisch onderzoek, 85.
Wetenschappelijke uitgeverij - Amsterdam.
- Eeckhout, W. en M. Casteels. 1969. Het aanvankelijk bloedbeeld, naast het
ijzergehalte van de kunstmelk, als invloedsfactoren op de
vleeskleur van mestkalveren.
Mededeling R.V.V. nr. 181.
- Hornsey, H. 1956. The colour of coked cured pork.
J. Sci. Food Agric., 7, 354.
- Schalm, O. 1967. Veterinary hematology, 94.
Lea and Febiger - Philadelphia.
- Verbeke, R. en J. Martin. 1967. Een bijdrage tot de studie van de vlees-
kleur bij mestkalveren.
Mededeling nr. 8 van het Studiecentrum voor Rundvleesproduk-
tie, Coupure. 235, Gent.
-

PARTIE C

STATION DE PETIT ELEVAGE A MERELBEKE

Directeur : ir.N.REYNTENS

Essais avec des poules pondeuses et poulets de chair

par

ir.L.KEPPENS

TABLE DES MATIERES - PARTIE C

	p.
<u>Introduction</u>	C. 1.
1. <u>Poulets de chair. Dénaturation par de l'huile de poisson non désodorisée et par des colorants.</u>	C. 2.
1.1. Conditions expérimentales	C. 2.
1.2. Logement	C. 2.
1.3. Traitements contre les maladies	C. 2.
1.4. Aliments	C. 2.
1.5. Les résultats, augmentations en poids, consommation de nourriture et l'indice de consommation	C. 5.
1.6. Discussion	C. 9.
2. <u>Poulets de chair. Dénaturation par de la farine de poisson désodorisée + sels de fer.</u>	C.10.
2.1. Conditions expérimentales	C.10.
2.2. Logement	C.10.
2.3. Traitements contre les maladies	C.10.
2.4. Aliments	C.10.
2.5. Les résultats, augmentations en poids, consommation de nourriture et l'indice de consommation	C.13.
2.6. Discussion	C.20.
3. <u>Pondeuses. Dénaturation par de la farine de poisson non désodorisée + sels de fer.</u>	C.21.
3.1. Conditions expérimentales	C.21.
3.2. Logement	C.21.
3.3. Traitements contre les maladies	C.21.
3.4. Aliments	C.21.
3.5. Les résultats, consommation de nourriture g/jour, consommation g/oeuf, kg nourriture par kg oeufs, ponte %, poids de l'oeuf, la qualité des oeufs, l'épaisseur de la coquille	C.22.
3.6. Discussion	C.27.

	p.
4. <u>Pondeuses. Dénaturation par de l'huile de poisson non désodorisée et par des colorants</u>	C.28.
4.1. Conditions expérimentales	C.28.
4.2. Logement	C.28.
4.3. Traitements contre les maladies	C.28.
4.4. Aliments	C.28.
4.5. Les résultats, consommation de nourriture g/jour, consommation g/oeuf, kg nourriture par kg oeufs, ponte %, poids de l'oeuf, la qualité des oeufs, l'épaisseur de la coquille et coquilles colorées	C.30.
4.6. Discussion	C.35.
5. <u>Conclusions</u>	C.36.
5.1. Poulets de chair - La dénaturation de lait écrémé en poudre par de l'huile de poisson non désodorisée et par des colorants	C.36.
5.2. Poulets de chair - Dénaturation de lait écrémé en poudre avec de la farine de poisson non désodorisée et des sels de fer	C.36.
5.3. Poules pondeuses - La dénaturation de lait écrémé en poudre par de la farine de poisson non désodorisée + sels de fer (carbonate et sulfate).	C.37.
5.4. Poules pondeuses - La dénaturation par de l'huile de poisson non désodorisée et de lait écrémé en poudre par des colorants.	C.38.
<u>Littérature</u>	C.39.

Introduction

La dénaturation du lait écrémé en poudre par de la farine de poisson non désodorisée et les sels de fer (par 100 kg de lait écrémé en poudre, 40 kg de farine de poisson et 300 g de sulfate de fer ou carbonate de fer) peut être un facteur limitatif pour l'emploi dans les rations pour volaille.

W.RAY EWING (1) prévoit au maximum 20 p.p.m. de fer par kg de nourriture pour des poussins de 0-8 semaines tandis que la quantité de fer par kg de nourriture pour les pondeuses n'est pas encore très bien connue.

Un manque de fer dans les aliments pour volaille peut déclencher une hémorragie tandis qu'un surplus de fer provoque du rachitisme du fait que le fer et les phosphates donnent des phosphates de fer insolubles qui se précipitent dans les intestins, ce qui donne une diminution des phosphates du sang, qui à son tour est la cause du rachitisme.

La forme sous laquelle les sels de fer sont distribués est de grande importance, parce-que la résorption biologique est très différente.

Ainsi, J.C. FRITS (2) trouve les valeurs de résorption relative des sels de fer pour la volaille suivantes : Ferro-sulfate : 100 ; Ferri-sulfate : 83 ; carbonate de fer : 2 ; Ferro-oxyde : 4 . JC.FRITS et aussi H.E.WILLIGHAM (4) de l'université de North Carolina constatèrent que le carbonate de fer est sans valeur pour empêcher l'hémorragie chez la volaille.

La mission de notre Station, dans le cadre des recherches prévues, était d'organiser des essais avec poulets de chair et poules pondeuses, pour étudier l'influence de certaines formules de dénaturation sur un nombre de paramètres importants pour la volaille.

Dans ce but nous avons organisé deux essais sur poulets de chair:

Le premier essai étudie le mode de dénaturation suivant : huile de poisson non désodorisée et colorants,

Le deuxième essai, la dénaturation avec de la farine de poisson non désodorisée + les sels de fer.

Pour les pondeuses le même schéma d'essai a été suivi.

Les constatations suivantes ont été enregistrées ou calculées : la consommation, l'indice de consommation, l'augmentation de poids, la vitalité, les influences sur la couleur et la quantité des carcasses. Pour les pondeuses en plus : le pourcentage de ponte, la qualité de l'oeuf, l'épaisseur de la coquille et le poids de l'oeuf.

C.2.

1. Poulets de chair. Dénaturation par des colorants

1.1. Conditions expérimentales

Le 21 décembre 1970 l'essai a commencé avec 1120 poussins mâles (Hybro) et a terminé le 15 février 1971.

1.2. Logement

Les 1120 poussins sont divisés en 56 groupes de 20 poussins. Les poussins sont élevés dans un poulailler sur litière profonde. La litière était composée d'un mélange de tourbe et de copeaux de bois. Ce poulailler est composé de 60 sections égales (+ 3 m x 1 m) spécialement construites en vue des répétitions. Au moyen d'un chauffage central à eau chaude, la température du poulailler était maintenue constamment à 22°C durant les trois premières semaines. Dans la suite cette température pouvait être ramenée à 18°C. Chaque groupe de poussins disposait en outre, d'une lampe à filament de carbone (60 Watts) pourvue d'un abat-jour. Les lampes étaient enlevées dès que les poussins avaient atteint l'âge de 3 à 4 semaines.

Les poussins ont été pesés par groupes au début de l'essai et à l'âge de 2 à 4 semaines. A l'âge de 6 et 8 semaines ils ont été pesés individuellement. A chaque pesée la consommation de nourriture au cours de la période écoulée était entre autre contrôlée.

1.3. Traitements contre les maladies

A l'âge de trois semaines les poussins étaient vaccinés contre la bronchite infectieuse au moyen d'une demi-dose de vaccin H.120.

1.4. Aliments

Les poussins ont reçu pendant l'essai (0-8 semaines) la même nourriture , c'est à dire le starter et la ration d'engraissement étaient de la même composition.

Sept rations différentes ont été distribuées. Un aliment a été donné à 8 x 20 poussins , mais sous deux formes, c'est à dire 4 groupes de 20 poussins ont reçu de la farine et 4 groupes de 20 poussins ont reçu leur nourriture sous forme de granulé.

Le tableau 1 donne la composition des différentes rations en matière première.

TABLEAU 1 Essai avec poulets de chair.
Composition des rations expérimentales en %.

Groupes Matières premières	Controle 1	Rations expérimentales Dénaturation colorants + Huile de poisson non désodorisée					
		2	3	4	5	6	7
Millet	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55
lait écrémé en poudre (non dénaturé)	10 -	0	0	0	0	0	0
lait écrémé en poudre (dénaturé) voir tableau 2	0	10 - (A)	10,- (B)	10,- (C)	10 - (D)	10,- (E)	10,- (F)
Froment	10,-	10 -	10 -	10 -	10 -	10 -	10 -
Farine de soja	20,9	20 9	20,9	20 9	20,9	20 9	20 9
Farine de viande et d os	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
Farine de poisson	3,-	3,-	3,-	3 -	3,-	3 -	3,-
Graisse (x)	3 6	3,6	3,6	3 6	3,6	3,6	3 6
dl-méthionine	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0 2
Supplément de vitamines et minéraux (xx)	1,-	1 -	1 -	1 -	1 -	1 -	1 -
Amprol (xxx)	0 05	0 05	0,05	0 05	0,05	0 05	0 05

(x) Graisse de porc

(xx) Contient par g : 780 UI de vit.A 150 UI de vit.D₃ ; 0 36 mg de vit. E ;
0 18 mg de vit.K ; 0,06 mg de vit.B₁ ; 0 48 mg de vit.B₂ ;
0,3 mg de vit.B₃ ; 0 03 mg de vit.B₆ ; 0 0006 mg de vit.B₁₂ ;
0 3 mg de vit.PP et 51 mg de chlorure de choline.

Contient en % : Ethoxyquin : 1 ; iode : 0,012 ; cobalt : 0 024 ; cuivre: 0,06 ;
manganèse : 0,675 ; zinc : 0,528 ; fer : 0,324 ; magnésium :
1,2 ; calcium : 1,44 .

(xxx) Amprol mix (x) 25 % .

Au tableau 3 figure la composition chimique calculée, de la ration " controle " basée sur les données du Dr.C.H.HUBELL (3) .

TABLEAU 3.-Composition chimique calculée de la ration " controle "

Energie métabolisable (Kcal/kg)	2941
Protéines brutes %	23,2
Graisse %	5,9
Arginine %	1,44
Lysine %	1,37
Tryptophane %	0,27
Méthionine %	0,60
Méthionine + cystine %	0,93
Cellulose brute %	3,11
Ca %	0,84
P totale %	0,73

1.5. Résultats

Les tableaux 4a et 4b donnent les résultats de l'augmentation en poids des poussins à l'âge 14, 28, 42 et 56 jours qui ont reçu de la farine (4a) pendant la période expérimentale et 4b pour les groupes qui ont reçu des granulés.

Les tableaux 5a (farine) et 5b (granulés) donnent les résultats pour l'indice de consommation des poussins à l'âge de 14, 28, 42 et 56 jours.

Les tableaux 6a (farine) et 6b (granulés) donnent les résultats pour la consommation de nourriture en g par jour.

TABLEAU 4 a - Essai avec Poulets de chair. Dénaturation par des colorants.
Aliment sous forme de farine. Augmentations en poids

groupe à l'âge	Controle		Rations expérimentales											
	1		2		3		4		5		6		7	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
de 14 jours	231,7	100	233,2	100,6	234,1	101,-	225,2	97,2	225,4	97,3	229,7	99,1	233,8	100,9
de 28 jours	672,-	100	680,4	101,2	676,7	100,7	678,7	101,-	678,8	101,-	684,3	101,8	692,-	103,-
de 42 jours	1.202,9	100	1.222,7	101,6	1.228,7	102,1	1.202,6	100,-	1.169,9	97,3	1.190,3	99,-	1.213,2	100,9
de 56 jours	1.801,1	100	1.748,1	97,1	1.783,4	99,-	1.806,9	100,3	1.732,2	96,2	1.728,1	96,-	1.796,4	99,7

TABLEAU 4 b - idem - Aliment sous forme de granules.
Augmentations en poids

groupe à l'âge	Controle		Rations expérimentales											
	1		2		3		4		5		6		7	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
de 14 jours	232,5	100	233,4	100,4	238,3	102,5	233,1	100,3	237,3	102,1	233,8	100,6	243,5	104,7
de 28 jours	697,4	100	711,-	101,9	722,2	103,6	713,4	102,3	723,7	103,8	693,3	99,4	729,9	104,7
de 42 jours	1.221,3	100	1.270,3	104,-	1.256,9	102,9	1.251,4	102,5	1.269,5	103,9	1.212,4	99,3	1.298,7	106,3
de 56 jours	1.897,2	100	1.922,7	101,3	1.881,3	99,2	1.916,-	101,-	1.869,4	98,5	1.847,2	97,4	1.956,4	103,1

TABLEAU 5a - Essai avec poulets de chair . Dénaturation par des colorants.

Aliment sous forme de farine . L'indice de consommation

groupe à l'âge	Controle		Rations expérimentales											
	1		2		3		4		5		6		7	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
14 jours	1,39	100	1,37	98,6	1,38	99,3	1,43	102,9	1,43	102,9	1,41	101,4	1,41	101,4
28 jours	1,70	100	1,70	100,-	1,72	101,2	1,70	100,-	1,71	100,6	1,68	98,8	1,66	97,6
42 jours	1,96	100	1,98	101,-	2,00	102,-	2,00	102,-	2,02	103,1	1,99	101,5	1,96	100,-
56 jours	2,23	100	2,33	104,5	2,33	104,5	2,29	102,7	2,32	104,-	2,31	103,6	2,27	101,8

TABLEAU 5b - idem . Aliment sous forme de granules

L'indice de consommation.

groupe à l'âge	Controle		Rations expérimentales											
	1		2		3		4		5		6		7	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
14 jours	1,38	100	1,34	97,1	1,32	95,7	1,35	97,8	1,33	96,4	1,36	98,8	1,37	99,3
28 jours	1,70	100	1,63	95,9	1,61	94,7	1,61	94,7	1,62	95,3	1,63	95,9	1,65	97,1
42 jours	1,98	100	1,93	97,5	1,96	99,-	1,94	98,-	1,91	96,5	1,96	99,-	1,94	98,-
56 jours	2,21	100	2,22	100,4	2,28	103,2	2,22	100,4	2,25	101,8	2,26	102,3	2,23	100,9

TABLEAU 6a.- Essai avec poulets de chair. Dénaturation par des colorants.

Aliment sous forme de farine. Consommation de nourriture en g/jour.

groupe à l'âge	Controle		Rations expérimentales											
	1		2		3		4		5		6		7	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
14 jours	22,9	100	22,9	100	23,-	100,4	23,-	100,4	23,-	100,4	23,1	100,9	23,6	103,1
28 jours	40,7	100	41,1	101,-	41,6	102,2	41,2	100,2	41,4	101,7	41,1	101,-	41,1	101,-
42 jours	56,-	100	57,7	103,-	58,4	104,3	57,2	102,1	56,3	100,5	56,5	100,9	56,5	100,9
56 jours	71,8	100	72,7	101,3	74,3	103,5	73,9	102,9	71,9	100,1	71,3	99,3	72,9	101,5

TABLEAU 6b.- idem. Aliment sous forme de granules

Consommation de nourriture en g/jour.

groupe à l'âge	Controle		Rations expérimentales											
	1		2		3		4		5		6		7	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
14 jours	23,-	100	22,3	97,-	22,5	97,8	22,4	97,4	22,5	97,8	22,6	98,3	23,8	103,5
28 jours	40,6	100	41,5	102,2	41,5	102,2	41,-	101,-	41,7	102,7	40,3	99,3	42,9	105,7
42 jours	57,5	100	58,3	101,4	58,7	102,1	57,9	100,7	57,9	100,7	56,6	98,4	60,1	104,5
56 jours	75,-	100	76,2	101,6	76,5	102,-	76,-	101,3	75,-	100,-	74,5	99,3	77,9	103,9

1.6. Discussion

Pris dans son ensemble l'essai connut une évolution normale. Les groupes qui ont reçu les granules ont en moyenne une croissance améliorée de 7,9 % et un indice de consommation de 2,2 % plus favorable que les groupes qui ont reçu la farine (voir tableau 4a et 4b). A partir de l'analyse de la variance et du test t , exécuté avec les poids individuels à l'âge de 42 et 56 jours on n'a pas constaté une différence significative entre les groupes qui ont reçu leurs rations sous forme de la farine.

Pour les rations sous forme de granules il y a une différence à 42 jours en faveur du groupe 7 (qui est meilleur que le témoin et le groupe 5) mais à 56 jours ou fin de l'essai il n'y a plus de différence entre les groupes.

Pour l'indice de consommation il n'y a pas des différences entre les groupes ni pour la farine ni pour les granules (voir tableau 5a et 5b).

En ce qui concerne la consommation de nourriture en g par jour les colorants employés n'ont pas d'influence sur la consommation (voir tableau 6a et 6b) .

En ce qui concerne la mortalité on peut dire que celle-ci est restée dans les limites admissibles dans tous les groupes. La plus forte mortalité a été observée entre la 2e et 4e semaine. Les poulets morts semblaient tous en bonne condition et avant leur mort, aucun symptôme de maladie n'avait été observé.

La dissection a révélé que la mortalité était exclusivement due à l'infarctus ainsi qu'à la congestion pulmonaire.

En ce qui concerne la coloration des plumes il fut constaté que toutes les formules qui contenaient le bleu patenté V seul ou en combinaison avec le jaune tartrazine, et cela pour la farine ou les granules, donnaient des plumes colorées. Les groupes qui avaient le rouge cochenille dans la formule n'avaient pas cette inconvénient et les plumes restaient blanches.

Après l'abattage des poulets on ne pouvait constater aucune tache de coloration sur la peau des poulets ou sur la viande, c'est-à-dire que la coloration des plumes est due à une coloration mécanique.

C.10.

On a constaté que la muqueuse du gésier était colorée. Dans le cas du bleu patenté V la muqueuse est bleue, pour la combinaison bleu patenté V jaune + tartrazine la muqueuse est verte et pour le cochinille elle est rouge. Les autres organes restaient intacts.

2. Poulets de chair. Dénaturation par de la farine de poisson non désodorisée + sels de fer

2.1. Conditions expérimentales

Le 2 mai 1971 l'essai fut commencé avec 1200 poussins mâles (Hytro) d'un jour et fut terminé le 27 avril 1971.

2.2. Logement

Les 1200 poussins sont divisés en 60 groupes de 20 poussins :voir 3-2.

2.3. Traitements contre les maladies

A l'âge de 19 jours les poussins étaient vaccinés contre la maladie de Newcastle (Hitchner) et la bronchite infectieuse (H.120) avec un vaccin combiné.

2.4. Aliments

Les poussins ont reçu pendant toute la durée de l'essai (0-8 semaines) la même nourriture, c'est-à-dire le starter et la ration d'engraissement étaient de la même composition. Dix rations différentes ont été distribuées. Par ration 6 x 20 poussins ont reçu le même aliment mais sous deux formes différentes.

3 groupes de 20 poussins ont reçu l'aliment sous forme de farine .

3 groupes de 20 poussins ont reçu des granules

Le tableau 7 donne la composition des différentes rations en matière première, tandis que le tableau 8 indique la méthode de dénaturation de lait écrémé en poudre utilisé.

TABLEAU 7.- Essai avec poulets de chair. Composition des rations expérimentales en %.

	Controle	Rations expérimentales Dénaturation farine de poisson + sels de fer				Controle	Rations expérimentales Dénaturation farine de poisson + sels de fer			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lait écrémé en poudre (non dénaturé)	5,35	-	-	-	-	10,7	-	-	-	-
lait écrémé en poudre (dénaturé) (voir tableau 8)	-	7,5 (A)	7,5 (B)	7,5 (C)	7,5 (D)	-	15,- (A)	15,- (B)	15,- (C)	15,- (D)
Millet	45,88	45,88	45,88	45,88	45,88	43,21	43,21	43,21	43,21	43,21
Froment	10,-	10,-	10,-	10,-	10,-	10,-	10,-	10,-	10,-	10,-
Farine de soja (44 %)	20,90	20,90	20,90	20,90	20,90	20,90	20,90	20,90	20,90	20,90
Farine de viande et d'os (50 %)	7,02	7,02	7,02	7,02	7,02	4,34	4,34	4,34	4,34	4,34
Farine de poisson (64 %)	5,-	2,86	2,86	2,86	2,86	5,-	0,72	0,72	0,72	0,72
Graisse (+)	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
dl - méthionine	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Phosphate alimentaire	1,-	1,-	1,-	1,-	1,-	1,-	1,-	1,-	1,-	1,-
Supplément de vitamines et minéraux (++)	1,-	1,-	1,-	1,-	1,-	1,-	1,-	1,-	1,-	1,-
Amprol (+++)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

(+) - graisse = huile de soja.

(++) contient par gramme : 780 UI de vit.A ; 150 UI de vit.D₃ ; 0,36 mg de vit.E ; 0,18 mg de vit.K ; 0,06 mg de vit.B₁ ;
0,48 mg de vit.B₂ ; 0,8 mg de vit.B₃ ; 0,03 mg de vit.B₆ ; 0,0006 mg de vit.B₁₂ ; 0,3 mg de vit.PP et 51 mg chlorure de choline.
contient en % : ethoxyquin : 1 ; iode : 0,012 ; cobalt : 0,024 ; cuivre : 0,06 ; manganèse : 0,675 ; zinc : 0,528 ; Fer : 0,342
magnésium : 1,2 ; calcium : 1,44 .

+++ Amprol (+) 25 %.

TABLEAU 8. - Essai avec poulets de chair

Composition de lait écrémé en poudre dénaturé.

Indice	Composition
A.	100 kg de lait écrémé en poudre 40 kg farine de poisson 300 g carbonate de fer
B.	100 kg de lait écrémé en poudre 40 kg farine de poisson 300 g sulfate de fer
C.	100 kg de lait écrémé en poudre 40 kg farine de poisson 200 g carbonate de fer
D.	100 kg de lait écrémé en poudre 40 kg farine de poisson 200 g sulfate de fer

Au tableau 9 figure la composition chimique calculée des formules 1 et 6.
(les deux controles).

TABLEAU 9. - Composition chimique calculée des rations " controle "

	1	6
Energie métabolisable (Kcal/kg)	2982	2978
Protéines brutes %	23,23	23,41
Graisse %	6,13	5,86
Arginine %	1,47	1,44
Lysine %	1,35	1,41
Tryptophane %	0,27	0,29
Cystine %	0,32	0,33
Méthionine %	0,61	0,63
Cellulose brute %	3,19	3,04
Calcium %	1,10	0,95
P totale %	0,93	0,87

2.5. Les résultats

Les tableaux 10a - 10b - 11a - 11b - 12a - 12b - 13a - 13b - 14a -
14b - 15a - 15b donnent un aperçu des différentes constatations et calculs
qui ont été faits.

+

TABLEAU 10 a. - Essai avec poulets de chair. Dénaturation avec farine de poisson non désodorisée
+ sels de fer. Aliment sous forme de farine. Augmentations en poids en g.

C. 14.

groupe à l'âge	Controle	groupe expérimental				Controle	groupe expérimental			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
de 14 jours	250,4	238,7	251,1	250,1	246,7	246,2	252,7	256,5	255,8	258,3
de 28 jours	741,4	724,4	721,3	729,5	736,9	729,9	717,6	736,3	733,7	741,3
de 42 jours	1326,3	1294,6	1275,1	1330,2	1350,6	1335,6	1301,-	1344,3	1327,4	1349,1
de 56 jours	1907,1	1926,1	1853,1	1911,7	1971,8	1926,-	1902,7	1927,2	1888,4	1931,8

TABLEAU 10 b.- idem. Augmentations en poids en % du controle.

groupe à l'âge	Controle	groupe expérimental				Controle	groupe expérimental			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
de 14 jours	100	95,3	100,3	99,8	98,5	100	102,7	104,2	103,9	104,9
de 28 jours	100	97,7	97,3	98,4	99,4	100	98,3	100,9	100,5	101,6
de 42 jours	100	97,6	96,1	100,3	101,8	100	97,4	100,7	99,4	101,-
de 56 jours	100	101,-	97,1	100,2	101,8	100	98,8	100,1	98,-	100,3

TABLEAU 11 a. - Essai avec poulets de chair. Dénaturation avec farine de poisson non désodorisée
+ sels de fer. Aliment sous forme de granules. Augmentations en poids en g.

groupe à l'âge	Controle	groupe expérimental.				Controle	groupe expérimental			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
de 14 jours	255,2	257,9	263,4	270,8	264,7	253,8	265,2	243,2	264,2	212,1
de 28 jours	737,1	753,4	770,5	780,3	780,9	764,8	784,2	745,8	772,1	768,2
de 42 jours	1352,7	1420,9	1370,-	1426,5	1417,-	1405,3	1423,4	1379,-	1373,9	1439,4
de 56 jours	1988,8	2046,8	2029,4	2077,1	2048,5	1997,4	2037,2	1984,1	1959,5	2068,1

TABLEAU 11 b. - idem. Augmentations en poids en % du controle.

groupe à l'âge	Controle	groupe expérimental.				Controle	groupe expérimental			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
de 14 jours	100,-	101,-	103,2	106,1	103,7	100,-	104,5	95,9	104,1	103,2
de 28 jours	100,-	102,2	104,6	105,9	106,-	100,-	102,5	97,5	100,9	100,4
de 42 jours	100,-	105,-	101,3	105,4	104,7	100,-	101,3	98,1	97,8	102,4
de 56 jours	100,-	102,9	102,-	104,4	103,-	100,-	102,-	99,3	98,1	103,5

TABLEAU 12 a. - Essai avec poulets de chair. Dénaturation avec farine de poisson non désodorisée + sels de fer.

Aliment sous forme de farine. L'indice de consommation en g.

groupe à l'âge	Controle	groupe. expérimental				Controle	groupe. expérimental			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
de 14 jours	1,42	1,48	1,42	1,41	1,49	1,39	1,45	1,40	1,40	1,40
de 28 jours	1,66	1,69	1,70	1,69	1,69	1,65	1,73	1,68	1,68	1,70
de 42 jours	1,89	1,93	1,97	1,89	1,90	1,90	1,95	1,91	1,94	1,91
de 56 jours	2,21	2,19	2,28	2,18	2,21	2,21	2,22	2,21	2,25	2,22

TABLEAU 12 b.- idem. L'indice de consommation en % du controle.

groupe à l'âge	Controle	groupe. expérimental.				Controle	groupes expérimental.			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
de 14 jours	100,-	104,2	100,-	99,3	104,9	100,-	104,3	100,7	100,7	100,7
de 28 jours	100,-	101,8	102,4	101,8	101,8	100,-	104,8	101,8	101,8	103,-
de 42 jours	100,-	102,1	104,2	100,-	100,5	100,-	102,6	100,5	102,1	100,5
de 56 jours	100,-	97,2	103,2	98,6	100,-	100,-	100,4	100,-	101,8	100,4

TABLEAU 13 a. - Essai avec poulets de chair. Dénaturation avec farine de poisson non désodorisée + sels de fer.

Aliment sous forme de granules. L'indice de consommation en g.

groupe à l'âge de	Controle	groupe. expérimental.				Controle	groupe expérimental			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
de 14 jours	1,40	1,43	1,43	1,40	1,43	1,40	1,43	1,43	1,42	1,41
de 28 jours	1,68	1,68	1,70	1,68	1,69	1,68	1,68	1,66	1,67	1,68
de 42 jours	1,95	1,87	2,02	1,94	1,98	1,94	1,97	1,91	1,96	1,92
de 56 jours	2,16	2,15	2,24	2,19	2,25	2,23	2,23	2,18	2,24	2,20

TABLEAU 13 b. - idem. L'indice de consommation en % du controle.

groupe à l'âge	Controle	groupe expérimental				Controle	groupe expérimental.			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
de 14 jours	100,-	102,1	102,1	100,-	102,1	100,-	102,1	102,1	101,4	100,7
de 28 jours	100,-	99,4	100,6	99,4	100,-	100,-	100,-	98,8	99,4	100,-
de 42 jours	100,-	95,9	103,6	99,5	101,5	100,-	101,5	98,4	101,-	99,-
de 56 jours	100,-	99,5	103,7	101,4	104,2	100,-	100,-	97,8	100,4	98,7

TABLEAU 14 a. - Essai avec poulets de chair. Dénaturation avec farine de poisson non désodorisée + sels de fer.

Aliment sous forme de farine. La consommation de nourriture en g par jour.

groupe à l'âge	Controle	groupe expérimental				Controle	groupe expérimental			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14 jours	26,4	25,2	25,4	25,1	26,3	24,4	26,1	25,6	25,7	25,8
28 jours	43,9	43,6	43,8	44,1	44,6	43,1	44,3	44,1	44,-	45,-
42 jours	59,8	59,4	59,9	59,7	61,2	60,4	60,4	61,1	61,2	61,3
56 jours	75,1	75,2	75,4	74,4	76,7	76,1	75,6	76,-	75,7	76,7

TABLEAU 14 b. - idem. La consommation de nourriture en % du controle.

groupe à l'âge	Controle	groupe expérimental				Controle	groupe expérimental			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14 jours	100,-	99,3	100,1	99,-	103,8	100,-	106,9	104,8	105,-	105,7
28 jours	100,-	99,3	99,9	100,4	101,5	100,-	102,7	102,2	102,1	104,4
42 jours	100,-	99,4	100,2	99,9	102,5	100,-	100,-	102,1	101,3	101,4
56 jours	100,-	100,1	100,3	99,-	102,2	100,-	94,4	99,9	99,5	100,9

TABLEAU 15 a. - Essai avec poulets de chair. Dénaturation avec farine de poisson non désodorisée + sels de fer .

Aliment sous forme de granules. La consommation de nourriture en g par jour.

groupe à l'âge de	Controle	groupe expérimental				Controle	groupe expérimental			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14 jours	25,5	26,3	26,8	27,1	27,-	25,4	27,-	24,8	26,7	26,5
28 jours	44,6	45,3	46,7	46,9	47,3	45,8	47,2	44,1	46,-	46,2
42 jours	62,7	63,2	65,9	65,8	66,9	64,8	66,6	62,8	64,2	65,9
56 jours	76,8	78,6	81,-	81,4	82,4	79,5	81,1	77,4	78,3	81,2

TABLEAU 15 b.- idem. La consommation de nourriture en % du controle.

groupe à l'âge de	Controle	groupe expérimental				Controle	groupe expérimental			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14 jours	100,-	102,9	105,2	106,2	105,9	100,-	106,6	97,9	105,4	104,4
28 jours	100,-	101,6	104,8	105,4	106,1	100,-	103,1	96,4	100,5	100,9
42 jours	100,-	100,9	105,1	104,9	106,8	100,-	102,8	96,8	99,1	101,7
56 jours	100,-	102,4	105,5	106,-	107,3	100,-	102,-	97,3	98,5	102,1

2.6. Discussion

Pris dans son ensemble l'essai connut une évolution normale.

A partir de l'analyse de la variance et du test t, exécuté avec les poids individuels à l'âge de 42 et 56 jours on n'a pas constaté une différence significative entre les groupes. Ni pour les groupes qui ont reçu l'aliment sous forme de farine ni pour ceux qui ont reçu des granules.

Pour l'indice de consommation et la consommation de nourriture en g par jour il y avait peu de différence entre les groupes qui ont reçu de la farine; c'était aussi le cas avec les groupes qui ont reçu les granules.

La mortalité est restée dans les limites admissibles dans tous les groupes. La plus forte mortalité a été observée entre la 2^e et 4^e semaine. La dissection a révélé que la mortalité était exclusivement due à l'infarctus ainsi qu'à la congestion pulmonaire. On peut conclure que le lait écrémé en poudre dénaturé par de la farine de poisson + sels de fer (carbonate et sulfate) ne donne pas des inconvénients pour les poulets de chair.

3. Pondeuses. Dénaturation par de la farine de poisson non désodorisée
+ sels de fer.

3.1. Conditions expérimentales

Après que la ponte avait atteint 60 %, l'essai fut commencé le 3 novembre 1970 avec 135 pondeuses et fut terminé le 20 avril 1971.

3.2. Logement

Les cent trente-cinq pondeuses, logées dans une même batterie, furent réparties au hasard en 15 groupes de 9 pondeuses (3 animaux par cage de 38 x 40 x 45 cm) au moment que la ponte avait atteint 60 %. Par formule nous avons étudié 3 parallèles de 9 pondeuses ou 27 pondeuses. L'essai a duré 24 semaines, sub-divisé en 6 périodes de 4 semaines.

3.3. Traitements contre les maladies

Avant la ponte les poules furent vaccinées contre la peste **aviare**, la **bronchite** infectieuse et la variole. Pendant la période de ponte aucun traitement fut donné et on n'a pas constaté des maladies.

3.4. Aliments

Cinq rations différentes ont été distribuées sous forme de farine. Le tableau 16 donne la composition des différentes rations en matières premières. Le tableau 17 donne la composition du lait écrémé en poudre dénaturé employé dans les différentes formules et le tableau 18 donne la composition chimique des rations.

TABLEAU 16.- Essai avec pondeuses. Composition des rations expérimentales en %.

Matière %	Controle 1	groupe expérimental			
		2	3	4	5
Maïs jaune	57,89	57,86	57,86	54,87	54,87
Farine de viande et d os	5,67	5,67	5,67	3,31	3,31
Lait écrémé en poudre (non dénaturé)	5,35	-	-	-	-
Lait écrémé en poudre (dénaturé)(voir tabl.18)	-	7,50 (A)	7,50 (B)	15,- (A)	15,- (B)
Farine de poisson	4,27	2,15	2,15	-	-
Supplément (x)	26,82	26,82	26,82	26,82	26,82

(x) Huile de soja : 2,53 % ; Farine de soja : 15 % ; craie alimentaire : 7,28 % phosphate alimentaire : 0,60 % ; NaCl : 0,41 % ; concentré de vitamines et de minéraux : 1 % ; carophyle jaune : 0,001085 % ; carophyle rouge: 0,002435 %.

TABLEAU 17.- Essai avec pondeuses .Composition des formules de lait
écrémé en poudre dénaturé utilisé dans les rations
expérimentales

Indice	Composition
A	100 kg de lait écrémé en poudre 40 kg de farine de poisson non désodorisée 300 g de sulfate de fer ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
B	100 kg de lait écrémé en poudre 40 kg de farine de poisson non désodorisée 300 g de carbonate de fer

TABLEAU 18.- Essai avec pondeuses . Composition chimique calculée
des rations " controle "

Energie métabolisable (Kcal/kg)	2890
Protéines brutes %	19
Graisse %	5,78
Arginine %	1,20
Lysine %	1,10
Tryptophane %	0,21
Méthionine %	0,36
Méthionine + Cystine %	0,61
Cellulose brute %	2,70
Ca %	3,62
P total %	0,73

3.5. Les résultats

Les tableaux 19 , 20, 21, 22 et 23 donnent un aperçu des différents paramètres étudiés.

TABLEAU 19.- Essai avec pondeuses. Consommation par pondeuse par jour en g.

Groupe période	Controle 1	Groupe. expérimental				Moyenne
		2	3	4	5	
1e période	113,2	111,2	107,4	112,-	112,6	111,3
2e période	120,6	123,7	119,2	124,-	119,6	121,4
3e période	128,1	125,3	119,9	126,7	125,5	125,1
4e période	121,-	126,4	117,7	123,1	124,2	122,5
5e période	129,4	119,5	124,9	122,9	125,1	123,6
6e période	126,8	123,3	118,8	121,1	125,6	123,1
Moyenne	123,2	121,5	117,9	121,6	122,1	
%	100,-	98,6	95,7	98,7	99,1	

TABLEAU 20.- Essai avec pondeuses.
Nourriture par oeuf en g.

Groupe période	Controle 1	Groupe expérimental				Moyenne
		2	3	4	5	
1e période	137,4	133,3	138,8	143,3	137,7	138,1
2e période	148,3	138,9	141,7	147,6	144,6	144,2
3e période	148,8	147,4	141,7	154,-	142,7	146,9
4e période	148,4	149,9	134,2	171,-	144,9	149,6
5e période	157,6	152,1	142,4	165,5	146,8	152,8
6e période	152,3	154,9	140,2	162,8	157,5	153,5
Moyenne	148,8	146,-	139,8	157,3	145,7	
%	100,-	98,1	93,9	105,7	97,9	

C.24.

TABLEAU 21. - Essai avec pondeuses.

Kg de nourriture par kg oeufs.

Groupe période	Controle 1	Groupe expérimental				Moyenne
		2	3	4	5	
1e période	2,51	2,39	2,50	2,66	2,50	2,51
2e période	2,56	2,34	2,41	2,69	2,48	2,50
3e période	2,52	2,44	2,36	2,65	2,41	2,48
4e période	2,53	2,43	2,20	2,90	2,40	2,49
5e période	2,63	2,45	2,31	2,79	2,39	2,51
6e période	2,53	2,49	2,25	2,70	2,57	2,51
Moyenne	2,54	2,42	2,34	2,73	2,46	
%	100	95,3	92,1	107,5	96,9	

Le tableau 22 donne un aperçu de la ponte exprimée en % (nombre d'oeufs pondus par jour par 100 pondeuses)

TABLEAU 22. - Essai avec pondeuses.

Ponte en %.

Groupe période	Controle 1	Groupe expérimental				Moyenne
		2	3	4	5	
1e période	81,4	83,5	77,4	78,2	81,7	80,4
2e période	81,3	89,-	84,1	84,-	82,7	84,2
3e période	86,1	85,1	84,6	82,3	88,-	85,2
4e période	81,5	84,7	87,7	72,-	85,7	82,3
5e période	82,1	78,6	87,7	74,2	85,2	81,5
6e période	83,3	79,6	84,7	74,4	79,8	80,3
Moyenne	82,6	83,4	84,5	77,5	83,8	
%	100,-	100,9	102,3	93,8	101,4	

TABLEAU 23.- Essai avec pondeuses.
Poids des oeufs en g.

Groupe période	Controle 1	Groupe expérimental				Moyenne
		2	3	4	5	
1e période	54,8	55,7	55,5	53,8	55,1	55,-
2e période	58,-	59,4	58,9	56,7	58,4	58,3
3e période	58,9	60,3	60,1	58,1	59,3	59,3
4e période	58,7	61,5	61,1	59,-	60,3	60,1
5e période	59,8	62,1	61,7	59,4	61,4	60,8
6e période	60,3	62,2	62,4	60,3	61,3	61,1
Moyenne	58,4	60,2	59,9	58,1	59,3	
%	100,-	103,-	102,6	99,5	101,5	

C.26.

Pour déterminer la qualité des oeufs, 20 oeufs par groupe ont été pris à 6, 12, 18 et 24 semaines.

Les tableaux 24 et 25 donnent un aperçu de la qualité du blanc et de l'épaisseur de la coquille. Il n'y a pas des différences statistiques ni pour la qualité du blanc ni pour l'épaisseur de la coquille.

TABLEAU 24.- Essai avec pondeuses.

Qualité du blanc (unités Haugh).

Groupe période	Controle 1	Groupe expérimental				Moyenne
		2	3	4	5	
à 6 semaines	91,1	92,6	93,8	92,1	92,4	92,4
à 12 semaines	89,-	91,3	91,9	90,5	90,5	90,6
à 18 semaines	89,1	90,7	88,4	89,2	88,7	89,2
à 24 semaines	86,7	90,6	90,9	89,-	87,1	88,7
Moyenne	88,9	91,3	91,2	90,2	89,7	90,2
%	100,-	102,8	102,6	101,4	100,9	

TABLEAU 25.- Essai avec pondeuses.

Epaisseur de la coquille en mm.

Groupe période	Controle 1	Groupe expérimental				Moyenne
		2	3	4	5	
à 6 semaines	0,320	0,332	0,327	0,326	0,335	0,328
à 12 semaines	0,330	0,326	0,315	0,320	0,322	0,323
à 18 semaines	0,340	0,339	0,344	0,337	0,332	0,338
à 24 semaines	0,330	0,345	0,339	0,329	0,341	0,336
Moyenne	0,330	0,335	0,331	0,328	0,332	0,331
%	100,-	101,5	100,3	99,4	100,6	

3.6. Discussion

Pris dans son ensemble l'essai connut une évolution normale.

En ce qui concerne la mortalité pendant la période de ponte, elle est restée dans les limites admissibles dans tous les groupes. Dans deux groupes (2 - 5) il n'y a pas de mortalité, dans deux groupes (1 - 3) il y a deux pondeuses qui sont mortes et dans le groupe 4 il y a trois pondeuses qui sont mortes. La dissection a révélé que la mortalité était due à la leucose.

La consommation de nourriture par jour était normale pour tous les groupes et on peut dire que la dénaturation n'a pas d'influence sur la consommation de nourriture pour les pondeuses.

La ponte était très bonne pendant toute la période de l'essai sauf pour le groupe 4 (dénaturation par le sulfate de fer et niveau de lait écrémé dénaturé de 15 %) qui pendant la quatrième période donne une chute remarquable pour la ponte de 10 % . Ce groupe de pondeuses est resté sur un bas niveau pour le reste de l'essai. C'est difficile à expliquer d'où vient cette baisse parce-que les pondeuses n'ont pas eu de maladies et elles ont mangé autant que les autres groupes.

Le poids moyen des oeufs est le même pour tous les groupes.

En ce qui concerne la qualité de l'oeuf et l'épaisseur de la coquille il n'y a pas de différences entre les groupes.

4. Pondeuses. Dénaturation par des colorants.4.1. Conditions expérimentales.

Au moment où la ponte des pondeuses avait atteint 60 %, l'essai fut commencé le 3 novembre 1970 avec 189 pondeuses et fut terminé le 20 avril 1971.

4.2. Logement

Les cent quatre-vingt-neuf pondeuses, logées dans une même batterie, furent réparties au hasard en 21 groupes de 9 pondeuses (3 animaux par cage de 38 x 40 x 45 cm) au moment que la ponte avait atteint 60 %. Par formule nous avons étudié 3 parallèles de 9 pondeuses ou 27 pondeuses. L'essai a duré 24 semaines, subdivisé en 6 périodes de 4 semaines.

4.3. Traitements contre les maladies

Avant la ponte les poules furent vaccinées contre la peste aviaire, la bronchite infectieuse et la difterie. Pendant la période de ponte aucun traitement fut exécuté et il n'y avait pas des maladies.

4.4. Aliments

Sept rations différentes ont été distribuées sous forme de farine. Le tableau 26 donne la composition des différentes rations en matière première. Le tableau 27 donne la composition de lait écrémé en poudre dénaturé employé dans les différentes formules et le tableau 28 donne la composition chimique calculée des rations.

TABLEAU 26.- Essai avec pondeuses. Composition des rations expérimentales en %.

Matière en %	Contrôle 1	Groupe expérimental					
		2	3	4	5	6	7
Maïs jaune	54,90	55,60	55,60	55,60	55,60	55,60	55,60
Farine de viande et d'os	3,31	3,31	3,31	3,31	3,31	3,31	3,31
Lait écrémé en poudre (non dénaturé)	10,7	-	-	-	-	-	-
Lait écrémé en poudre (dénaturé)(voir tabl.27)	-	10,- (A)	10,- (B)	10,- (C)	10,- (D)	10,- (E)	10,- (F)
Farine de poisson	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27	4,27
Supplément (x)	26,82	26,82	26,82	26,82	26,82	26,82	26,82

(x) Huile de soja : 2,53 %; Farine de soja : 15 %; craie alimentaire: 7,28 %; phosphate alimentaire : 0,60 %; NaCl : 0,41 %; concentré de vitamines et de minéraux : 1 %; carophyle jaune : 0,001085 %; carophyle rouge : 0,002435 %.

TABLEAU 27. - Essai avec pondeuses.

Composition des formules de lait écrémé en poudre
dénaturé utilisé dans les rations expérimentales.

Indice	Composition
A	100 kg de lait écrémé en poudre 400 g de l'huile de poisson non désodorisée 0,05 % d'un mélange de 4/5 de jaune tartrazine (E.102) et 1/5 de bleu patenté V (E.131)
B	100 kg de lait écrémé en poudre 800 g de l'huile de poisson non désodorisée 0,1 % d'un mélange de 4/5 de jaune tartrazine (E.102) et 1/5 de bleu patenté V (E.131)
C	100 kg de lait écrémé en poudre 400 g de l'huile de poisson non désodorisée 0,01 % de rouge cochenille A (E.124)
D	100 kg de lait écrémé en poudre 800 g de l'huile de poisson non désodorisée 0,02 % de rouge cochenille A (E.124)
E	100 kg de lait écrémé en poudre 400 g de l'huile de poisson non désodorisée 0,02 % de bleu patenté V (E.131)
F	100 kg de lait écrémé en poudre 800 g de l'huile de poisson non désodorisée 0,04 g de bleu patenté V (E.131)

TABLEAU 28.- Composition chimique calculée des rations " controle ".

Energie métabolisable (KCal/kg)	288 ³
Protéines brutes ‰	19,16
Graisse ‰	5,48
Cellulose brute ‰	2,57
Arginine ‰	1,17
Lysine ‰	1,16
Tryptophane ‰	0,22
Méthionine ‰	0,38
Méthionine + Cyst. ‰	0,64
Ca ‰	3,49
P totale ‰	0,68

4.5. Les résultats

Les tableaux 29 - 30 -31 - 32 et 33 donnent un aperçu des différents paramètres étudiés.

TABLEAU 29.- Essai avec pondeuses.

Consommation par poule par jour en g

Groupe période	Controle 1	Groupe: expérimental						Moyenne
		2	3	4	5	6	7	
1e période	113,2	114,9	107,7	109,6	112,9	116,-	115,5	112,5
2e période	128,-	120,2	119,2	121,-	126,6	122,2	120,9	122,6
3e période	126,-	125,1	125,3	121,-	131,2	122,7	126,1	125,3
4e période	122,-	123,7	122,4	123,7	122,4	130,2	126,2	124,4
5e période	124,3	129,-	121,4	121,8	121,3	127,9	123,7	124,2
6e période	125,3	124,5	121,8	117,9	120,7	127,8	121,8	122,8
Moyenne	127,1	122,9	119,6	119,1	122,5	124,5	122,3	
‰	100,-	99,8	97,1	96,8	99,5	101,1	99,3	

TABLEAU 30.- Essai avec pondeuses.
Nourriture par oeuf en g.

Groupe période	Controle 1	Groupes expérimental						Moyenne
		2	3	4	5	6	7	
1e période	149,4	135,6	130,6	133,-	142,2	141,7	129,3	137,4
2e période	150,1	135,9	135,9	133,8	145,2	142,4	131,9	139,3
3e période	148,8	143,1	143,-	134,8	151,3	151,9	139,1	144,6
4e période	138,9	141,3	140,5	197,7	150,9	155,-	146,1	144,3
5e période	149,9	150,7	145,6	134,6	161,7	147,5	147,5	148,2
6e période	148,2	148,7	149,6	134,8	167,2	151,1	146,9	149,5
Moyenne	147,6	142,5	140,8	134,8	153,1	149,9	140,1	
%	100	96,5	95,4	91,3	103,7	101,-	94,9	

TABLEAU 31.- Essai avec pondeuses.
Kg de nourriture par kg d'oeufs.

Groupe période	Controle 1	Groupes expérimental						Moyenne
		2	3	4	5	6	7	
1e période	2,55	2,48	2,42	2,46	2,57	2,56	2,38	2,49
2e période	2,58	2,34	2,36	2,32	2,51	2,46	2,31	2,43
3e période	2,52	2,39	2,47	2,27	2,56	2,57	2,38	2,45
4e période	2,31	2,32	2,39	2,28	2,48	2,59	2,46	2,40
5e période	2,47	2,45	2,44	2,22	2,69	2,45	2,46	2,45
6e période	2,44	2,41	2,48	2,20	2,73	2,47	2,42	2,45
Moyenne	2,48	2,39	2,43	2,29	2,59	2,52	2,41	
%	100	96,4	97,9	92,3	104,4	101,6	97,1	

C.32.

TABLEAU 32. - Essai avec pondeuses.

Ponte en %.

Groupe période	Controle 1	Groupe expérimental:						Moyenne
		2	3	4	5	6	7	
1e période	75,8	84,8	82,4	82,4	79,4	81,9	89,1	82,2
2e période	85,3	88,5	87,7	90,5	87,1	85,8	91,9	88,-
3e période	84,7	87,4	87,6	89,8	86,7	80,8	90,6	86,8
4e période	88,1	87,6	87,1	89,8	81,1	84,-	86,4	86,2
5e période	82,9	85,6	83,4	90,5	75,-	86,9	83,1	83,9
6e période	84,5	83,7	81,5	87,4	72,2	84,6	82,9	82,4
Moyenne	83,5	86,3	85,1	88,4	80,3	84,-	87,3	
%	100	103,3	101,9	105,8	96,2	100,6	104,5	

TABLEAU 33. - Essai avec pondeuses.

Poids des oeufs en g.

Groupe période	Controle 1	Groupe expérimental						Moyenne
		2	3	4	5	6	7	
1e période	54,3	54,8	54,-	54,1	55,4	55,3	54,3	54,6
2e période	58,2	58,-	57,6	57,8	57,9	58,-	57,2	57,8
3e période	58,9	59,8	57,9	59,3	59,1	59,-	58,6	58,9
4e période	60,1	60,9	59,9	60,3	60,9	59,9	59,4	60,1
5e période	60,8	61,4	59,7	60,6	60,-	60,3	60,-	60,4
6e période	60,8	60,8	60,4	61,4	61,2	61,1	60,7	61,1
Moyenne	58,8	59,4	58,3	58,9	59,1	58,9	58,4	
%	100,-	101,-	99,1	100,1	100,5	100,1	99,3	

Pour déterminer la qualité des oeufs, 20 oeufs par groupe ont été pris à 6, 12, 18 et 24 semaines.

Les tableaux 34 et 35 donnent un aperçu de la qualité du blanc et de l'épaisseur de la coquille.

Il n'y a pas des différences statistiques ni pour la qualité du blanc ni pour l'épaisseur de la coquille.

TABLEAU 34. - Essai avec pondeuses.

Qualité du blanc (unités Haugh).

Groupe période	Controle 1	Groupe expérimental						Moyenne
		2	3	4	5	6	7	
à 6 semaines	92,6	93,2	94,3	92,8	93,-	92,5	92,7	93,-
à 12 semaines	91,3	91,6	93,2	90,4	89,6	90,4	90,9	91,5
à 18 semaines	90,3	92,-	92,-	90,8	88,7	89,9	90,8	90,5
à 24 semaines	89,1	91,-	92,9	86,6	89,3	88,9	89,6	89,6
Moyenne	90,8	91,9	93,1	90,1	90,1	90,4	91,-	91,1
%	100	101,2	102,5	99,2	99,2	99,6	100,2	

TABLEAU 35. - Essai avec pondeuses.

Epaisseur de la coquille en mm.

Groupe période	Controle 1	Groupe expérimental						Moyenne
		2	3	4	5	6	7	
à 6 semaines	0,342	0,339	0,332	0,327	0,340	0,339	0,335	0,336
à 12 semaines	0,331	0,331	0,325	0,320	0,317	0,320	0,330	0,325
à 18 semaines	0,340	0,344	0,332	0,320	0,340	0,334	0,351	0,338
à 24 semaines	0,340	0,343	0,327	0,326	0,340	0,332	0,341	0,336
Moyenne	0,338	0,339	0,329	0,324	0,334	0,331	0,339	0,334
%	100,-	100,3	97,3	95,8	99,2	97,9	100,3	

C.34.

Le tableau 36 indique le pourcentage des oeufs colorés superficiellement.

TABLEAU 36. - Essai avec pondeuses.
Oeufs colorés %.

Groupe période	Controle	Groupes expérimental					
	1	2	3	4	5	6	7
1e période	-	0,2	1,-	-	-	1,3	1,9
2e période	-	0,1	0,9	-	-	0,8	3,3
3e période	-	0,3	0,9	-	-	1,-	1,6
4e période	-	0,5	0,8	-	-	1,4	2,5
5e période	-	1,6	1,6	-	-	3,-	6,1
6e période	-	1,6	1,8	-	-	3,9	5,6
Moyenne	-	0,7	1,2	-	-	1,6	3,5

4.6. Discussion

Pris dans son ensemble l'essai connut une évolution normale.

La mortalité pendant la période de ponte était normale. Seul chez le groupe 5 on a constaté une mortalité plus élevée; 7 sujets étaient morts. La cause de mortalité était la leucose.

La consommation de nourriture par jour était pour tous les groupes presque la même et se situait autour de 120 g par jour.

La nourriture nécessaire par oeuf et le nombre de kgs de nourriture par kg d'oeufs étaient un peu différents parce que cela était aussi lié à la ponte qui est la plus importante pour les groupes 4 et 7. Ce sont ces deux groupes qui ont mangé moins que les autres groupes.

Pour le poids de l'oeuf il n'y avait pas de différence entre les groupes.

En ce qui concerne la qualité de l'oeuf, le blanc de l'oeuf et l'épaisseur de la coquille il n'y avait pas des différences entre les groupes.

En ce qui concerne la coloration des plumes, tous les groupes expérimentaux avaient des plumes colorées. Les pondeuses ayant reçu l'aliment avec du lait écrémé en poudre dénaturé par le jaune tartrazine + le bleu patenté V avaient des plumes vertes, celles qui avaient reçu les aliments contenant le bleu patenté V avaient des plumes bleues. Et les pondeuses qui avaient reçu le rouge cochenille A avaient les plumes rouges.

La coloration des plumes est due d'une part au contact direct avec l'aliment et de l'eau, parce-que les colorants employés sont solubles dans l'eau et d'autre part par le contact avec les excréments qui restent parfois sur le grillage.

A la fin de l'essai trois pondeuses par groupe étaient abattues pour vérifier si il y avait du colorant sur la peau ou dans la viande mais ce n'était pas le cas, seul la muqueuse du gésier était colorée chez tous les groupes qui avaient reçu les colorants. La muqueuse était bleue pour celles qui avaient reçu le bleu patenté V, elle était verte pour celles qui avaient reçu la combinaison bleu patenté V + jaune tartrazine et elle était jaune-rouge pour celles qui avaient reçu le rouge cochenille A.

Dans le cas de l'emploi de bleu patenté V et la combinaison bleu patenté V et jaune tartrazine, quelques pourcentages d'oeufs sont colorés. Cette coloration est due d'une part au contact direct des oeufs avec les excréments qui sont restés sur le grillage et d'autre part à la saleté de l'eau provoquée par les pondeuses.

5. Conclusions

Préalablement, on peut signaler, que dans aucune des rations étudiées, une influence défavorable a été constatée, ni de l'huile de poisson, ni de la farine de poisson, utilisé comme moyen de dénaturation.

Ceci est vrai pour tous les facteurs étudiés, même pour les propriétés organoleptiques, odeur et goût, de la viande des poulets de chair.

5.1. Poulets de chair.- La dénaturation de lait écrémé en poudre par de l'huile de poisson non désodorisée et par des colorants.

Après un essai avec 1120 poussins mâles, de 0-8 semaines sur litière profonde et avec un aliment qui contient 10 % de lait écrémé en poudre dénaturé on peut conclure que :

- a. Le jaune tartrazine, le bleu patenté V et le rouge cochenille n'ont pas d'influence défavorable sur la consommation de nourriture, l'augmentation de poids, l'indice de consommation et la mortalité.
- b. L'emploi de rouge cochenille A (en quantité de 10 et 20 g pour 100 kg de lait écrémé en poudre) n'a aucune influence sur la coloration des plumes chez les poulets de chair.
- c. L'emploi de bleu patenté V (20 g et 40 g par 100 kg de lait écrémé en poudre) et la combinaison jaune tartrazine + bleu patenté V (40 g de jaune tartrazine + 10 g de bleu patenté V et 80 g de jaune tartrazine + 20 g de bleu patenté V par 100 kg de lait écrémé en poudre) donnent une coloration mécanique des plumes qui est néfaste quand on vend les poulets.
- d. Après l'abattage on ne peut pas constater des résidus des colorants ni sur la peau ni sur la viande des poulets.
- e. La muqueuse du gésier était colorée. Elle était bleue quand on employait le bleu patenté V, bleu-verte dans le cas de la combinaison jaune-tartrazine-bleu patenté V et jaune dans le cas de rouge cochenille A.
- f. L'emploi de bleu patenté V pour la dénaturation de lait écrémé en poudre en quantité prévue par les réglementations de la C.E.E. est à éviter à cause de la coloration des plumes qui en résulte et qui entraîne des problèmes lors de la vente du poulet.

5.2. Poulets de chair.- Dénaturation de lait écrémé en poudre avec de la farine de poisson non désodorisée et des sels de fer.

Un essai alimentaire a été fait avec 1200 poussins mâles de 0-8 semaines sur litière profonde, afin de déterminer l'influence du lait écrémé en poudre dénaturé par de la farine de poisson + sels de fer (carbonate

et sulfate) sur la croissance et l'indice de consommation des poussins. Dans les circonstances d'essai données, les résultats suivants ont été obtenus :

- a. La dénaturation de lait écrémé en poudre par de la farine de poisson + sels de fer employé en quantités de 7,5 et 15 % dans un aliment pour poussins à l'engrais ne donne pas des inconvénients.
- b. L'augmentation de poids, l'indice de consommation, la consommation de nourriture par jour sont les mêmes pour tous les groupes (pas de différences statistiques).
- c. La mortalité est la même dans tous les groupes.

5.3. Poules pondeuses .- La dénaturation de lait écrémé en poudre par de la farine de poisson non désodorisée + sels de fer (carbonate et sulfate).

Un essai avec 135 pondeuses, de type léger appartenant toutes à la même souche, en batteries pendant 6 périodes de quatre semaines et avec des aliments qui contiennent 7,5 ou 15 % de lait écrémé en poudre a donné les résultats suivants:

1. Un aliment avec 10,7 % de lait écrémé en poudre donne des résultats satisfaisants chez les pondeuses.
2. L'emploi de lait écrémé en poudre dénaturé par de la farine de poisson non désodorisée + sel de fer n'a aucune influence défavorable sur la consommation de nourriture, la vitalité, la mortalité, la qualité de l'oeuf et l'épaisseur de la coquille.
3. La dénaturation par de la farine de poisson non désodorisée + carbonate de fer n'a pas d'influence sur la production des oeufs.
4. La dénaturation par de la farine de poisson non désodorisée + sulfate de fer et employé en quantité de 15 % dans un aliment a donné une chute de ponte après trois mois. A ce moment la ponte est diminuée de 10 %

On ne peut expliquer la cause de cette chute du fait que les pondeuses de ce groupe se sont nourries autant que les autres tandis que les autres facteurs sont restés les mêmes.

5.4. Poules pondeuses - La dénaturation par de l'huile de poisson non désodorisée et de lait écrémé en poudre par des colorants

Un essai avec 189 pondeuses, de type léger appartenant toutes à la même souche, en batterie pendant 6 périodes de quatre semaines et avec des aliments qui contiennent 10 % de lait écrémé en poudre dénaturé a donné les résultats suivants :

- a. L'emploi des colorants n'a aucune influence sur la consommation de nourriture, la ponte, le poids de l'oeufs, la mortalité et la qualité des oeufs.
- b. Un aliment avec 10 % de lait écrémé en poudre dénaturé par les colorants bleu patenté V, bleu patenté V + jaune tartrazine et le rouge cochenille A donne des plumes colorées extérieurement suite aux contacts avec l'aliment ou les excréments.
- c. Le colorant bleu patenté V n'est pas métabolisé par les pondeuses parce que tout le colorant est retrouvé dans les excréments.
- d. Le bleu patenté V et aussi la combinaison bleu patenté V + jaune tartrazine donnent des coquilles colorées (0,7 à 3,5 %) extérieurement suite aux contacts avec les excréments et l'eau.
- e. Après l'abattage aucune trace de colorants n'est retrouvée sur la peau ou dans la viande. Seulement la muqueuse du gésier est colorée. Quand la pondeuse avait reçu du bleu patenté V la muqueuse était bleue, pour la combinaison bleu patenté V + jaune tartrazine elle était bleu-verte et pour le rouge cochenille A elle était jaune.
- f. Le bleu patenté V et la combinaison bleu patenté V - jaune tartrazine est à déconseiller comme dénaturant à cause de l'effet de coloration du plumage et des coquilles.

LITERATURE

-
1. EWING W. Ray. Poultry Nutrient. Fifth Edition p.650 - 652.
 2. FRITS J.C. Frontiers in Nutrition supplement n° 227 page 878-879 april 1970.
 3. HUBBELL C-H. Feedstuffs Mai 30 1970 p. 18-19.
 4. WILLINGHAM HE. Frontiers in Nutrition supplement n° 227 page 878 -879
april 1970.
-

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Les recherches sur lesquelles nous rapportons dans le présent document, ont été entamées en septembre 1970, à la demande de la Direction Générale de l'Agriculture de la Commission des Communautés Européennes.

Elles comprennent dans le cadre du problème posé, les aspects suivants :

- une étude de la littérature scientifique disponible dans le domaine en question
- le planning et la poursuite d'études de laboratoire
- le planning et l'exécution d'essais scientifiques d'alimentation avec veaux et avec de la volaille.

1. Tout d'abord il convient de signaler que la littérature scientifique concernant l'objet spécifique de ces recherches, est rare.
2. Etant donné que les études de laboratoire se rapportant à l'efficacité de certains révélateurs prescrits, sont très complexes, on y a procédé graduellement, dans ce sens qu'on a étudié de nouveaux paramètres , à fur et à mesure que les études avançaient.
De cette façon on a taché d'être aussi complet que possible.

Les conclusions de ces études menées par la Station Laitière de l'Etat à Melle, sont reprises p.A.46 et A.47 et comprennent des propositions d'exigences auxquelles doivent satisfaire les " révélateurs " (céréales broyées, colorants, farine de poisson, huile de poisson, sels de fer) dans le but de pouvoir jouer, à tout moment, leur rôle de révélateur, en d'autres termes afin qu'ils permettent à tout moment de détecter des fraudes éventuelles.

3. Les essais scientifiques d'alimentation furent confiés à la Station pour l'Alimentation du Bétail à Gontrode en ce qui concerne les veaux et à la Station de Petit Elevage à Merelbeke en ce qui concerne la volaille.

L'exécution de pareils essais n'est pas une chose simple et les risques sont parfois relativement élevés, par suite de maladies ou des effets nuisibles de certains objets de recherche.

D.2.

3.1. Les recherches avec veaux, entreprises par la Station pour l'Alimentation du Bétail à Gontrode, étaient limitées aux études suivantes :

- l'étude de l'influence exercée par l'incorporation dans les aliments d'allaitement de quantités croissantes de poudre de lait écrémé dénaturée (à raison de 40 kg de farine de poisson non désodorisée et de 300 gr de sulfate de fer par 100 kg de poudre de lait écrémé).
- l'étude de l'influence des quantités croissantes de sulfate de fer et de carbonate de fer, utilisés comme moyen de dénaturation.

Cette influence a été étudiée sous l'angle de la répercussion sur les résultats d'engraissement et sur les caractéristiques de la viande des veaux de boucherie.

Les conclusions sont formulées à la page B.30.

De la première série d'essais il résulte que le mode de dénaturation étudié, peut être considéré comme efficace, étant donné que même une substitution partielle légère (2,5 %) de lait écrémé en poudre normal par du lait écrémé en poudre dénaturé, exerce une influence défavorable sur les résultats de croissance, sur l'indice de transformation et sur la couleur de la viande.

Des substitutions plus importantes, notamment 5, 10 et 20 % ont même provoqué un refus de consommation par les veaux, ce qui nous a obligé de changer le schéma d'essai au cours de la période d'expérimentation afin d'éviter de lourdes pertes.

La farine de poisson non désodorisée, utilisée comme dénaturant et révélateur, était probablement le facteur responsable.

Afin que ce rôle de dénaturant soit pleinement efficace il est indispensable qu'aucun traitement frauduleux du lait écrémé en poudre dénaturé pourrait se faire, traitement par lequel la farine de poisson en partie, serait éloignée.

En effet, les études de laboratoire de la Station Laitière à Melle, ont démontré que cette séparation est possible, pourvu que la farine de poisson soit composée de particules grossières.

Pour cette raison, une des conclusions de la Station Laitière. dit que les farines de poisson destinées à dénaturer la poudre de lait écrémé, devraient contenir un pourcentage au moins égal à 15 %, de particules traversant le tamis de 80 microns.

Une condition parallèle a été d'ailleurs posée pour les sels de fer, mais sur un niveau plus élevé, c.à.d. 25 %.

Cette conclusion étant formulée à la suite des études de laboratoire, on peut cependant se demander dans quelle mesure ces constatations seraient confirmées par des essais avec animaux, c.à.d. dans quelle mesure la poudre de lait écrémé dénaturée - après séparation d'une partie de la farine de poisson - aurait encore une influence sur les veaux.

Cela ne peut être résolu que par des essais " in vivo ".

Cette constatation fournit l'occasion d'attirer l'attention sur le fait que ce n'est par le seul aspect dans le cadre du problème en question qui n'a pas été étudié dans le cadre limité de cette recherche.

La deuxième série d'essais, avec veaux, dans laquelle des doses croissantes de sels de fer utilisés dans l'aliment des huit dernières semaines de la période d'engraissement, ont été comparées, a démontré nettement que d'une part les résultats de croissance et l'indice de transformation ont été influencés favorablement par une augmentation de fer, mais que d'autre part la couleur de la viande devient plus foncée, ce qui est défavorable et même décisif.

Par conséquent, on peut dire que les sels de fer constituent un moyen de dénaturation efficace. Toutefois le sulfate de fer s'est avéré plus efficace que le carbonate de fer.

D.4.

3.2. Les essais scientifiques d'alimentation, entrepris par la Station de Petit Elevage, ont été faits d'une part avec poulets à chair et d'autre part avec poules pondeuses.

Dans les deux cas, on a étudié l'influence des modes de dénaturation suivants :

- addition de l'huile de poisson non désodorisée + colorants
- addition de la farine de poisson non désodorisée + sels de fer.

Les conclusions ont été formulées à la page C.36 - 37 et 38.

Il en résulte que l'emploi du colorant " bleu patenté V " dans les doses prescrites, pour la dénaturation du lait écrémé en poudre, en vue de l'utilisation pour la volaille, est à éviter.

La raison est simple : le " bleu patenté V " étant très soluble dans l'eau, par une voie mécanique, c.à.d. par de l'eau et par les excréments - colore les plumes et parfois les oeufs, il en résulte une perte financière lors de la vente.

Des recherches futures devraient confirmer si des doses inférieures auraient le même inconvénient.

Dans l'essai avec poules pondeuses et notamment dans le cas où on a utilisé des quantités importantes de lait écrémé dénaturé (15 %) avec de la farine de poisson non désodorisée et du sulfate de fer, on a constaté une chute remarquable de la ponte.

Ceci nous incite à supposer que des quantités élevées de fer (in casu \pm 100 p.p.m.Fe) peuvent avoir une influence négative sur la productivité, p.ex. par la formation dans les intestins de phosphates de fer non solubles, suivi par des teneurs faibles de phosphor dans le sang.

Informations internes sur L'AGRICULTURE

	Date	Langues
N° 1 Le boisement des terres marginales	juin 1964	F ⁽¹⁾ D ⁽¹⁾
N° 2 Répercussions à court terme d'un alignement du prix des céréales dans la CEE en ce qui concerne l'évolution de la production de viande de porc, d'œufs et de viande de volaille	juillet 1964	F ⁽¹⁾ D ⁽¹⁾
N° 3 Le marché de poissons frais en république fédérale d'Allemagne et aux Pays-Bas et les facteurs qui interviennent dans la formation du prix du hareng frais	mars 1965	F ⁽¹⁾ D ⁽¹⁾
N° 4 Organisation de la production et de la commercialisation du poulet de chair dans les pays de la CEE	mai 1965	F ⁽¹⁾ D ⁽¹⁾
N° 5 Problèmes de la stabilisation du marché du beurre à l'aide de mesures de l'Etat dans les pays de la CEE	juillet 1965	F D
N° 6 Méthode d'échantillonnage appliquée en vue de l'établissement de la statistique belge de la main-d'œuvre agricole	août 1965	F ⁽¹⁾ D ⁽²⁾
N° 7 Comparaison entre les «trends» actuels de production et de consommation et ceux prévus dans l'étude des perspectives «1970» 1. Produits laitiers 2. Viande bovine 3. Céréales	juin 1966	F ⁽¹⁾ D
N° 8 Mesures et problèmes relatifs à la suppression du morcellement de la propriété rurale dans les Etats membres de la CEE	novembre 1965	F ⁽¹⁾ D
N° 9 La limitation de l'offre des produits agricoles au moyen des mesures administratives	janvier 1966	F D
N° 10 Le marché des produits d'œufs dans la CEE	avril 1966	F ⁽¹⁾ D ⁽¹⁾
N° 11 Incidence du développement de l'intégration verticale et horizontale sur les structures de production agricole – Contributions monographiques	avril 1966	F ⁽¹⁾ D
N° 12 Problèmes méthodologiques posés par l'établissement de comparaisons en matière de productivité et de revenu entre exploitations agricoles dans les pays membres de la CEE	août 1966	F ⁽¹⁾ D
N° 13 Les conditions de productivité et la situation des revenus d'exploitations agricoles familiales dans les Etats membres de la CEE	août 1966	F D
N° 14 Situation et tendances des marchés mondiaux des principaux produits agricoles – «bovins – viande bovine»	août 1966	F D
N° 15 Situation et tendances des marchés mondiaux des principaux produits agricoles – «sucre»	février 1967	F D ⁽¹⁾
N° 16 Détermination des erreurs lors des recensements du bétail au moyen de sondages	mars 1967	F ⁽¹⁾ D ⁽³⁾

(1) Epuisé.

(2) La version allemande est parue sous le n° 4/1963 de la série «Informations statistiques» de l'Office statistique des Communautés européennes.

(3) La version allemande est parue sous le n° 2/1966 de la série «Informations statistiques» de l'Office statistique des Communautés européennes.

		Date	Langues
N° 17	Les abattoirs dans la CEE I. Analyse de la situation	juin 1967	F D
N° 18	Les abattoirs dans la CEE II. Contribution à l'analyse des principales conditions de fonctionnement	octobre 1967	F D
N° 19	Situation et tendances des marchés mondiaux des principaux produits agricoles – « produits laitiers »	octobre 1967	F D ⁽¹⁾
N° 20	Les tendances d'évolution des structures des exploitations agricoles – Causes et motifs d'abandon et de restructuration	décembre 1967	F D
N° 21	Accès à l'exploitation agricole	décembre 1967	F D
N° 22	L'agrumiculture dans les pays du bassin méditerranéen – Production, commerce, débouchés	décembre 1967	F D
N° 23	La production de produits animaux dans des entreprises à grande capacité de la CEE – Partie I	février 1968	F D
N° 24	Situation et tendances des marchés mondiaux des principaux produits agricoles – « céréales »	mars 1968	F D
N° 25	Possibilités d'un service de nouvelles de marchés pour les produits horticoles non-comestibles dans la CEE	avril 1968	F D
N° 26	Données objectives concernant la composition des carcasses de porcs en vue de l'élaboration de coefficients de valeur	mai 1968	F D
N° 27	Régime fiscal des exploitations agricoles et imposition de l'exploitant agricole dans les pays de la CEE	juin 1968	F D
N° 28	Les établissements de stockage de céréales dans la CEE – Partie I	septembre 1968	F D
N° 29	Les établissements de stockage de céréales dans la CEE – Partie II	septembre 1968	F D
N° 30	Incidence du rapport des prix de l'huile de graines et de l'huile d'olive sur la consommation de ces huiles	septembre 1968	F D
N° 31	Points de départ pour une politique agricole internationale	octobre 1968	F D
N° 32	Volume et degré de l'emploi dans la pêche maritime	octobre 1968	F D
N° 33	Concepts et méthodes de comparaison du revenu de la population agricole avec celui d'autres groupes de professions comparables	octobre 1968	F D
N° 34	Structure et évolution de l'industrie de transformation du lait dans la CEE	novembre 1968	F D
N° 35	Possibilités d'introduire un système de gradation pour le blé et l'orge produits dans la CEE	décembre 1968	F D
N° 36	L'utilisation du sucre dans l'alimentation des animaux – Aspects physiologiques, technologiques et économiques	décembre 1968	F D

(¹) Épuisé.

		Date	Langues
N° 37	La production de produits animaux dans des entreprises à grande capacité de la CEE – Partie II	février 1969	F D
N° 38	Examen des possibilités de simplification et d'accélération de certaines opérations administratives de remembrement	mars 1969	F D
N° 39	Evolution régionale de la population active agricole – I : Synthèse	mars 1969	F D
N° 40	Evolution régionale de la population active agricole – II : R.F. d'Allemagne	mars 1969	F D
N° 41	Evolution régionale de la population active agricole – III : Bénélux	avril 1969	F D
N° 42	Evolution régionale de la population active agricole – IV : France	mai 1969	F
N° 43	Evolution régionale de la population active agricole – V : Italie	mai 1969	F D
N° 44	Evolution de la productivité de l'agriculture dans la CEE	juin 1969	F D en prép.
N° 45	Situation socio-économique et perspectives de développement d'une région agricole déshéritée et à déficiences structurelles – Etude méthodologique de trois localités siciliennes de montagne	juin 1969	F I ⁽¹⁾
N° 46	La consommation du vin et les facteurs qui la déterminent – R.F. d'Allemagne	juin 1969	F D
N° 47	La formation de prix du hareng frais dans la Communauté économique européenne	août 1969	F D
N° 48	Prévisions agricoles – I : Méthodes, techniques et modèles	septembre 1969	F D
N° 49	L'industrie de conservation et de transformation de fruits et légumes dans la CEE	octobre 1969	F D
N° 50	Le lin textile dans la CEE	novembre 1969	F D
N° 51	Conditions de commercialisation et de formation des prix des vins de consommation courante au niveau de la première vente – Synthèse, R.F. d'Allemagne, G.D. de Luxembourg	décembre 1969	F en prép. D
N° 52	Conditions de commercialisation et de formation des prix des vins de consommation courante au niveau de la première vente – France, Italie	décembre 1969	F D en prép.
N° 53	Incidences économiques de certains types d'investissements structurels en agriculture – Remembrement, irrigation	décembre 1969	F
N° 54	Les équipements pour la commercialisation des fruits et légumes frais dans la CEE – Synthèse, Belgique et G.D. de Luxembourg, Pays-Bas, France	janvier 1970	F

(¹) Cette étude n'est pas disponible en langue allemande.

		Date	Langues
N° 55	Les équipements pour la commercialisation des fruits et légumes frais dans la CEE – R.F. d'Allemagne, Italie	janvier 1970	F
N° 56	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale I. Autriche	mars 1970	F D
N° 57	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale II. Danemark	avril 1970	F D
N° 58	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale III. Norvège	avril 1970	F D
N° 59	Constatation des cours des vins de table à la production I. France et R.F. d'Allemagne	mai 1970	F D en prép.
N° 60	Orientation de la production communautaire de viande bovine	juin 1970	F D en prép.
N° 61	Evolution et prévisions de la population active agricole	septembre 1970	F D
N° 62	Enseignements à tirer en agriculture d'expérience des «Revolving funds»	octobre 1970	F D
N° 63	Prévisions agricoles II. Possibilités d'utilisations de certains modèles, méthodes et techniques dans la Communauté	octobre 1970	F D
N° 64	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale IV. Suède	novembre 1970	F D
N° 65	Les besoins en cadres dans les activités agricoles et connexes à l'agriculture	décembre 1970	F D
N° 66	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale V. Royaume-Uni	décembre 1970	F D
N° 67	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale VI. Suisse	décembre 1970	F D
N° 68	Formes de coopération dans le secteur de la pêche I. Synthèse, R.F. d'Allemagne, Italie	décembre 1970	F D en prép.
N° 69	Formes de coopération dans le secteur de la pêche II. France, Belgique, Pays-Bas	décembre 1970	F D en prép.
N° 70	Comparaison entre le soutien accordé à l'agriculture aux Etats-Unis et dans la Communauté	janvier 1971	F D
N° 71	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale VII. Portugal	février 1971	F D
N° 72	Possibilités et conditions de développement des systèmes de production agricole extensifs dans la CEE	avril 1971	F D
N° 73	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale VIII. Irlande	mai 1971	F en prép. D

		Date	Langues
N° 74	Recherche sur les additifs pouvant être utilisés comme révélateurs pour la matière grasse butyrique – Partie I	mai 1971	F ⁽¹⁾ D en prép. ⁽¹⁾
N° 75	Constatation de cours des vins de table II. Italie, G.D. de Luxembourg	mai 1971	F D en prép.
N° 76	Enquête auprès des consommateurs sur les qualités de riz consommées dans la Communauté	juin 1971	F D I
N° 77	Surfaces agricoles pouvant être mobilisées pour une réforme de structure	août 1971	F D
N° 78	Problèmes des huileries d'olive Contribution à l'étude de leur rationalisation	octobre 1971	F I en prép.
N° 79	Gestion économique des bateaux pour la pêche à la sardine – Recherche des conditions optimales – Italie, Côte Méditerranéenne française I. Synthèse	décembre 1971	F I
N° 80	Gestion économique des bateaux pour la pêche à la sardine – Recherche des conditions optimales – Italie, Côte Méditerranéenne française II. Résultats des enquêtes dans les zones de pêche	décembre 1971	F I
N° 81	Le marché foncier et les baux ruraux – Effets des mesures de réforme des structures agricoles I. Italie	janvier 1972	F D en prép.
N° 82	Le marché foncier et les baux ruraux – Effets des mesures de réforme des structures agricoles II. R.F. d'Allemagne, France	janvier 1972	F D en prép.
N° 83	Dispositions fiscales en matière de coopération et de fusion d'exploitations agricoles I. Belgique, France, G.D. de Luxembourg	février 1972	F
N° 84	Dispositions fiscales en matière de coopération et de fusion d'exploitations agricoles II. R.F. d'Allemagne	février 1972	D
N° 85	Dispositions fiscales en matière de coopération et de fusion d'exploitations agricoles III. Pays-Bas	février 1972	N
N° 86	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale IX. Finlande	avril 1972	F en prép. D
N° 87	Recherche sur les incidences du poids du tubercule sur la floraison du dahlia	mai 1972	F D en prép.
N° 88	Le marché foncier et les baux ruraux – Effets des mesures de réforme des structures agricoles III. Pays-Bas	juin 1972	F
N° 89	Agriculture et politique agricole de quelques pays de l'Europe occidentale X. Aperçu synoptique	septembre 1972	F en prép. D

⁽¹⁾ Etude adressée uniquement sur demande.

		Date	Langues
N°90	La spéculation ovine	Septembre 1972	F D en prép.
N°91	Méthodes pour la détermination du taux d'humidité du tabac	Octobre 1972	F D en prép.
N°92	Recherches sur les révélateurs pouvant être additionnés au lait écrémé en poudre	Octobre 1972	F ⁽¹⁾ D en prép. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Etude adressée uniquement sur demande.

