

Institut Royal Colonial Belge

SECTION DES SCIENCES NATURELLES
ET MÉDICALES

Mémoires. — Collection in-8°.
Tome XX, fasc. 1.

Koninklijk Belgisch Koloniaal Instituut

SECTIE VOOR NATUUR- EN
GENEESKUNDIGE WETENSCHAPPEN

Verhandelingen.—Verzameling in-8°.
Boek XX, afl. 1.

FABRICATION DE FUMIER ARTIFICIEL ET DE TERREAU

Étude d'un procédé rapide

PAR

L. THURIAUX

DOCTEUR EN SCIENCES CHIMIQUES.



Avenue Marnix, 25
BRUXELLES

Marnixlaan, 25
BRUSSEL

1951

PRIX : Fr. 75
PRIJS :

INSTITUT ROYAL COLONIAL BELGE

MÉMOIRES

KONINKLIJK BELGISCH KOLONIAAL INSTITUUT

VERHANDELINGEN



TABLE DES MÉMOIRES
CONTENUS DANS LE TOME XIX

VERHANDELINGEN BEGREPEN IN BOEK XIX

1. Influence de la température et de l'humidité de l'air sur les possibilités d'adaptation de la race blanche au Congo belge (Mémoire couronné au concours annuel de 1949) (60 pages, 16 figures, 1950) ; par A. VANDENPLAS.
 2. La côte de l'estuaire du Congo (60 pages, 8 figures, 1950) ; par E. DARTEVELLE.
 3. De Oorzaken van de Kindersterfte in de Streek van Yangambi (1948-1950) (108 bladzijden, 1951) ; door Dr. M. DE SMET.
 4. Pathologie et mortalité de l'enfance indigène au Mayumbe (33 pages, 1951) ; par le Dr. M. KIVITS.
 5. Recherches *Malaco-Schistosomiques* aux lacs Albert, Édouard et Kivu et dans plusieurs localités voisines (74 pages, 6 figures, 16 photographies, 1951) ; par le Dr. J. SCHWETZ.
 6. Recherches sur la répartition des filaires dans la région de Coquilhatville et la transmission de *Dipetalonema streptocerca* par *Culicoïdes grahami*, Austen (83 pages, 4 figures, 1951) ; par M. CHARDOME et E. PEEL.
 7. L'anémie à Hématies falciformes chez l'enfant indigène du Bas-Congo (93 pages, 4 planches, 1951) ; par les Drs J. et C. LAMBOTTE-LEGRAND.
-



INSTITUT ROYAL COLONIAL BELGE

Section des Sciences Naturelles et Médicales

MÉMOIRES

KONINKLIJK BELGISCH KOLONIAAL INSTITUUT

Sectie
voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen

VERHANDELINGEN

In-8° — XIX — 1950-1951

Avenue Marnix, 25
BRUXELLES

Marnixlaan, 25
BRUSSEL

1951

IMPRIMERIE J. DUCULOT
S. A.
GEMBLoux

FABRICATION
DE FUMIER ARTIFICIEL
ET DE TERREAU

Étude d'un procédé rapide

PAR

L. THURIAUX

DOCTEUR EN SCIENCES CHIMIQUES.

.....

Mémoire présenté à la séance du 18 novembre 1950

.....

SOMMAIRE

PRÉAMBULE	5
PREMIÈRE PARTIE : <i>Essais d'orientation en petit : Influence des différents constituants</i>	9
A. Généralités	9
B. Influence des divers constituants sur la décomposition ..	17
C. Influence des divers constituants sur le bilan d'azote ..	25
D. Répartition de P_2O_5 et K_2O entre fumier et jus	31
DEUXIÈME PARTIE : <i>Essais d'orientation en petit : Influence de la quantité d'eau d'arrosage</i>	33
TROISIÈME PARTIE : <i>Essais en grand, à même le sol</i>	38
A. Généralités	38
B. Influence de divers facteurs sur la décomposition ..	46
I. Fumier artificiel	46
II. Terreau	54
QUATRIÈME PARTIE : <i>Essais en grand, sur dispositifs cimentés et à même le sol</i>	56
A. Généralités	56
B. Comparaison de différents types de dispositifs cimentés ..	69
C. Comparaison des tas à même le sol avec les tas sur plates-formes cimentées	62
D. L'emploi d'une plate-forme est-il justifié ?	64
RÉSUMÉ	69
ANNEXES	71

Fabrication de Fumier artificiel et de Terreau : Étude d'un procédé rapide.

PRÉAMBULE

La fertilité et la conservation du sol dépendent dans une large mesure de la teneur en humus de la couche arable. Dans les régions tropicales, la conservation de l'humus dans le sol est généralement moins bien assurée que dans les régions tempérées et la production de fumier naturel est souvent très insuffisante. Ces deux facteurs y rendent le problème de l'humus plus aigu.

La fabrication de fumier artificiel constitue une solution partielle de ce problème. Les ressources naturelles nécessaires pour réaliser cette fabrication ne manquent pas au Congo belge. En particulier au Katanga, dès le mois de février, l'herbe de brousse atteint un développement considérable à la suite de la croissance de la hampe florale. A ce stade, la matière végétale a perdu une grande partie de sa valeur fourragère, mais elle est encore susceptible d'une fermentation aisée et rapide. Cette matière première existe en différentes parties du Congo ; là où on ne la rencontre pas, il sera souvent possible d'en trouver une autre.

* * *

Les essais présentés ici et effectués au Service de Recherches du Comité Spécial du Katanga de 1941 à 1946, visent un double but :

1^o Établir un procédé de fabrication répondant aux desiderata suivants :

obtention de produits bien décomposés,
utilisation de matières premières locales,
rapidité de décomposition,
simplicité des opérations,
économie de main d'œuvre.

2^o Établir l'influence des différentes variables envisagées sur la marche de l'opération, sur son rendement et sur l'état final du produit obtenu. L'intérêt pratique de cette étude de variables est de permettre à ceux qui voudraient appliquer le procédé :

de modifier judicieusement selon les circonstances locales, les conditions recommandées,

de juger en connaissance de cause si les avantages résultant de telle recommandation en justifient l'observance.

* * *

L'état optimum de décomposition d'un fumier est une question discutée ; on admet souvent que l'enfouissement d'un produit trop pailleux et insuffisamment décomposé est préjudiciable au rendement immédiat et n'aboutit pas à une humification satisfaisante. Quoi qu'il en soit, nous nous sommes attaché à l'obtention d'un produit bien décomposé, non pailleux et non fibreux ; ce résultat n'est d'ailleurs pas malaisé à obtenir dans la pratique si l'on observe les conditions de travail résultant des données expérimentales qui vont suivre. Dans les cas où il paraîtra préférable d'enfouir un produit plus pailleux, il sera facile d'interrompre la fermentation prématurément.

Il fallait également faire un choix entre les conditions aérobies et les conditions anaérobies. Des essais prélimi-

naires nous ont fait éviter ces dernières, et les essais ont été faits dans des conditions aussi proches que possible des conditions aérobies.

* * *

L'expression « fumier artificiel » (de même que l'expression « terreau ») peut désigner des produits très différents. Nous appellerons *fumier artificiel* un produit humide ayant une structure comparable à celle du fumier d'étable bien décomposé, et résultant de la décomposition rapide de déchets végétaux divers. Nous appellerons *terreau* un produit pulvérulent, dépourvu de structure végétale, obtenu par une décomposition de plus longue durée que la précédente. La dernière phase de cette décomposition se fait sans abri (en saison sèche).

Certaines des constatations faites au cours de nos essais sont en opposition avec certaines recommandations assez régulièrement trouvées dans la littérature, par exemple l'inefficacité d'une inoculation par du fumier naturel, — l'inefficacité, l'action faible ou l'action nuisible des suppléments azotés minéraux et de la cyanamide. Ces divergences entre nos résultats et des pratiques établies sont peut-être dues aux conditions d'expérience, et en particulier à l'utilisation d'herbe encore verte. Nous avons donc tenu, au risque d'alourdir l'exposé, à donner des détails assez circonstanciés sur les conditions d'expérience, et en particulier sur la composition des matières premières.

* * *

Je tiens à remercier ici ceux qui ont pris part à ce travail par leurs encouragements, leurs suggestions ou leur coopération, en particulier Monsieur G. Dubois, Représentant du Comité Spécial du Katanga, qui m'a

encouragé à poursuivre cette étude non seulement jusqu'à la réalisation d'un procédé commode mais aussi jusqu'à l'établissement de certitudes expérimentales, — Monsieur J. Lhoas qui a mobilisé les ressources de la Station Expérimentale de Keyberg pour la réalisation des essais en grand, — Monsieur G. Urbach qui a participé activement à la préparation et à l'exécution des essais en grand, — Monsieur L. Gonda qui a fait l'étude et qui a supervisé l'exécution des dispositifs maçonnés.

PREMIÈRE PARTIE

Essais d'orientation en petit : Influence des différents constituants.

A. Généralités.

1. BUT.

Ces essais en petit étaient destinés principalement :

a) à établir des formules permettant d'obtenir rapidement un fumier artificiel bien décomposé,

b) à établir l'influence des divers composants sur la décomposition, le bilan d'azote de l'opération, la répartition de N, P₂O₅ et K₂O entre le fumier et le jus.

L'expérimentation en petit présente l'avantage de permettre l'examen assez rapide d'un assez grand nombre de formules différentes, dans des conditions d'expérience uniformes.

2. CONFIRMATION ET EXTENSION DES RÉSULTATS.

Il faut toutefois remarquer que cette technique ne permet pas d'étudier les conditions réelles de mise en œuvre (dimensions, retournements...) et que d'autre part, malgré les précautions prises, les conditions sont sensiblement différentes des conditions pratiques de fabrication. Il était donc nécessaire d'effectuer, sur la base des résultats des essais d'orientation, des essais de fabrication à l'échelle de 1 t, dans ces conditions pratiques, en vue de :

- a) confirmer les principaux résultats,
- b) étudier les conditions pratiques de mise en œuvre.

C'est ce qui a été fait dès 1943. Les résultats des essais d'orientation en petit ont été bien confirmés (voir 3^e partie).

3. INSTALLATION.

Chaque essai se fait dans un bidon de 200 litres (diamètre env. 55 cm — hauteur env. 92 cm), pourvu d'un faux-fond perforé et muni d'une tubulure inférieure pour l'écoulement des jus. Cet écoulement est favorisé par une légère inclinaison en avant (voir fig. 1).

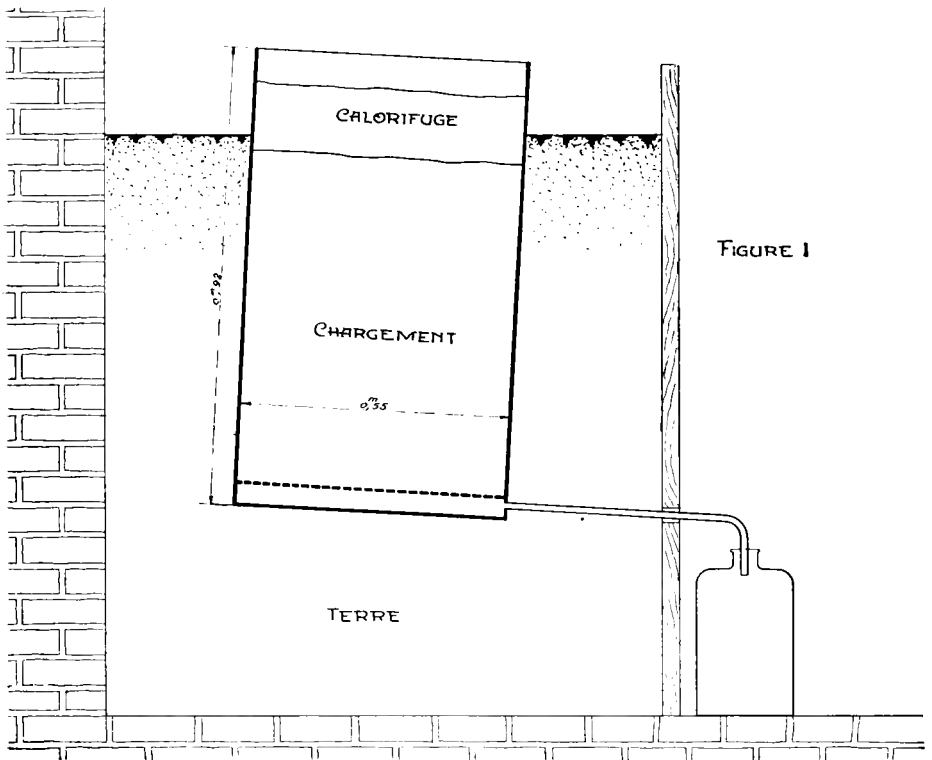


FIG. 1. — Coupe schématique d'un élément de l'installation. (essais en petit).

Les bidons sont logés dans un massif de terre, destiné à diminuer les pertes de chaleur. La surface de chaque masse en voie de décomposition est recouverte d'une couche de cosses de coton d'env. 10 cm, destinée à ralentir le dessèchement et les pertes de chaleur par la surface supérieure.

Le contenu de chaque bidon représente donc un élément cylindrique isolé d'un tas de fumier, l'effet calorifuge de la masse du tas étant remplacé par l'effet calorifuge du massif de terre.

D'autre part, à cause de la faible épaisseur de la masse en décomposition, de l'existence d'une aération inférieure (tubulure et faux-fond), du fait que la surface supérieure communique avec l'air par l'intermédiaire d'une couche perméable, les conditions de décomposition se rapprochent des conditions aérobies.

Les jus sont recueillis dans des dames-jeannes contenant suffisamment d'acide sulfurique pour fixer l'ammoniaque qu'ils contiennent. La persistance de la réaction acide est contrôlée périodiquement.

4. CHARGEMENT.

Chaque série d'essais est chargée en 1/2 jour, à partir de lots de matières premières aussi homogènes que possible. L'herbe est récoltée la veille ou l'avant-veille, découpée la veille en fragments d'environ 10 cm, remuée pour homogénéisation.

Chaque charge d'herbe (25 kg, sauf exceptions) est pesée et introduite par quarts dans l'un des bidons ; à chaque quart on ajoute le mélange des autres matières premières, en le faisant pénétrer par tapotement. Le chargement fait, on arrose (généralement 2 litres d'eau) et on recouvre.

Une semaine plus tard, on effectue un nouveau chargement comportant 10 kg d'herbe et les quantités corres-

pondantes des autres matières premières ; l'arrosage se fait par 1 litre d'eau en général.

Il est parfois nécessaire, au bout d'une quinzaine de jours, de remuer légèrement la surface du tas, pour aération, et d'effectuer un arrosage supplémentaire.

La décomposition dure environ 8 semaines.

5. RÉPÉTITIONS. SÉRIES.

Les essais sont effectués en séries, réalisées de telle manière que les conditions d'expérience soient aussi uniformes que possible. Les conclusions sont déduites des comparaisons entre essais différents d'une même série (sauf en ce qui concerne l'influence de la qualité de l'herbe).

Dans chaque série, les objets sont répétés plusieurs fois (en général 3 fois).

Presque tous les objets ont été, de plus, introduits dans 2 ou plusieurs séries différentes, de manière à confirmer les observations par des observations effectuées dans des conditions différentes (composition de l'herbe, température ambiante, etc.).

Les caractéristiques des différentes séries sont rassemblées dans le tableau I.

6. ESSAIS TÉMOINS.

De l'herbe jeune, pauvre en matière sèche et riche en azote (sur sec) se décompose d'une manière très satisfaisante, en l'absence de tout activateur. En travaillant avec une telle herbe, on pourrait être amené à conclure erronément à l'activité des suppléments azotés étudiés.

Nous avons effectué la comparaison des divers suppléments azotés en présence d'un témoin n'en comportant

TABLEAU I
CARACTÉRISTIQUES DES DIFFÉRENTES SÉRIES

Année	1941			1941-1942			1943			1944			1945		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Date du 1 ^{er} chargement	1-8,2	22,2	29,3	13,12	1,4	4,4	23,1	28,1	8,5	15,1	29,1	29,3	20,1	27,1	31,3
Composition de l'herbe (valeurs arrondies)															
1 ^{er} chargement. Matière sèche	16 et 21	22	19	21	20	20	22	14	19	18	12	32	14	15	24
Azote (sur sec)	0,6 et 0,8	0,6	1,6	1,7	1,4	1,3	1,3	1,2	2,4	1,9	2,3	1,1	1,6	1,6	0,75
2 ^e chargement Matière sèche	21 et 24	28	26	27	15	15	18	22	23	18	15	33	13	15	—
Azote (sur sec)	0,6 et 0,8	0,4	1,7	1,8	2,7	2,7	0,8	0,9	2,2	1,9	2,3	1,2	1,5	1,0	—
Fumier naturel *	20,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terre *	20,0	20,0	16,0	20,0	0 à 16,0	16,0	0 et 12,0	12,0	10,0	10,0	0 et 10,0	9,0	7,0	0 et 6,0	8,8
Cendre *	5,00	5,00	4,60	5,00	4,00	0 à 8,00	0 et 3,00	0 et 3,00	0 et 3,00	0 et 2,80	0 et 2,80	2,50	2,00	2,00 et 12,00	2,50
Supplément azoté *	d	8,00 C	0 à 8,00C	2,00 et 4,00R	d	6,00R	d	d	d	d	d	d	d	5,00 et 6,00 R	d
(Témoins a)	0	0	0	6,00 R	6,00 R	6,00 R	6,00 R	6,00 R	5,60 R	0	0	0	0	0	0
(Témoins b)	8,70R	8,6	8,6	8,6 et 25,7	10,0	10,0	7,0	7,0	11,4	8,6 et 14,3	5,7	45,0 et 55,0	8,6	8,6	20,0 et 55,0
Eau *	20,0	8,6	8,6	8,6 et 25,7	10,0	10,0	7,0	7,0	11,4	8,6 et 14,3	5,7	45,0 et 55,0	8,6	8,6	20,0 et 55,0

d = divers R = tourteau de ricin C = tourteau de coton

* Les quantités sont exprimées en kg pour 100 kg d'herbe.

pas. Si ce témoin sans activateur est aussi bien décomposé que le témoin avec activateur connu, les observations ne sont valables que si elles font conclure à une action inhibitrice des suppléments azotés étudiés.

7. CONTRÔLE.

Matières premières : pesée ; dosage de matière sèche ; dosage d'azote.

Relevé des températures.

Produits finis : pesée du fumier ; jaugeage des jus ; dosage des matières sèches dans les fumiers ; dosage d'azote total, P_2O_5 , K_2O dans les fumiers et dans les jus.

Examen comparatif des fumiers : Après pesée, le produit des répétitions de chaque essai est homogénéisé à la main, puis examiné ; on observe principalement la couleur, la structure, la consistance, la résistance à la traction des fétus apparemment intacts.

8. REMARQUES SUR LES DÉTERMINATIONS ANALYTIQUES.

Les échantillons sont prélevés et pesés au moment de la pesée globale des matières premières ou des produits finis.

Comme les fumiers contiennent une fraction de leur azote sous forme ammoniacale, en milieu alcalin, nous avons dû, pour éviter les pertes d'azote au cours de la dessiccation, opérer cette dessiccation après addition d'acide citrique. De ce fait, les teneurs en matière sèche sont un peu surévaluées, les teneurs en éléments-engrais sur sec sont un peu sous-évaluées. Par contre, les teneurs en

éléments-engrais sur tel quel sont aussi proches que possible de la teneur réelle au moment du déchargement.

Les jus (recueillis en milieu acide, voir § 3) sont évaporés en présence d'acide salicylique.

Par la méthode adoptée pour le dosage de l'azote dans les produits finis, on détermine simultanément l'azote organique, l'azote ammoniacal et l'azote nitrique (traitement préalable par l'acide salicylique et l'hyposulfite de sodium).

9. OBJETS.

TABLEAU II.

OBJET	Série	Répétitions
<i>Inoculation</i>		
Fumier naturel (2 quantités différentes) (en présence de tourteau de coton)	B	3
Purin, ex fumier artificiel (en l'absence de supplément azoté)	L	2
<i>Supplément azoté organique</i>		
<i>Présence</i>		
(3 suppléments différents)	A	4
(2 quantités différentes)	C	3
	I	3
(2 suppléments différents)	J	3
(2 suppléments différents)	K	3
(4 suppléments différents)	L	2
(2 suppléments différents)	M	3
(2 suppléments différents)	O	2
<i>Nature (comparaisons avec tourteau de ricin)</i>		
Tourteau de coton		
	A	4
	K	3
	L	2
Graines de coton, broyées		
	A	4
	L	2
Graines de coton, non broyées		
	E	3
	J	3
	L	2
Déchets de poisson, broyés		
	M	3
	O	2
<i>Quantité</i>		
(2 quantités différentes)	C	3
(2 quantités différentes)	D	3

TABLEAU II (suite).

OBJET	Série	Répétitions
<i>Supplément azoté minéral et cyanamide calcique</i>		
Nitrate de sodium	G	3
	M	1
	O	2
	H	3
	J	3
Sulfate d'Ammonium	L	1
	I	3
	J	3
Cyanamide calcique (avec cendre)	I	3
	J	3
Cyanamide calcique (sans cendre)	I	3
	J	3
<i>Supplément hydrocarboné</i>		
Mélasse (en présence de tourteau de ricin)	L	2
Amidon (en l'absence de tourteau de ricin)	M	3
	O	2
<i>Cendre de bois ou chaux</i>		
Comparaison cendre-chaux	H	3
	K	2
Présence (avec terre)	F	3
	G	3
	K	3
	G	3
	K	3
	K	3
(sans terre)	G	3
	K	3
Quantité (4 quantités différentes)	F	3
	N	2
(2 quantités différentes)	F	3
	N	2
<i>Terre</i>		
Présence (avec cendre)	E	3
	G	3
	K	3
	G	3
	K	3
(sans cendre)	G	3
	K	3
	K	3
Nature (noire ou arable jaune)	E	3
Quantité (3 quantités différentes)	E	3
<i>Plâtre*</i>		
	I	3
	L	2
<i>Superphosphate 19%*</i>		
	I	3
<i>Sciure de bois</i>		
En l'absence de terre	N	2
En présence de terre, avec excès de tourteau de ricin	N	2
En l'absence de terre, avec excès de tourteau de ricin	N	2
<i>Présence d'une couche sous-jacente de graines de coton**</i>		
	H	3

*Ces produits sont préconisés en vue de réduire les pertes d'azote.

**En vue de tenter d'absorber les jus.

B. Influence des divers constituants sur la décomposition.

10. INOCULATION.

L'inoculation par du fumier naturel (15 kg pour 100 kg d'herbe verte) ou par du jus (20 l pour 100 kg d'herbe verte) provenant d'un tas de fumier artificiel en pleine décomposition, n'a eu aucune action constatable sur la courbe de température ni sur l'état final du fumier artificiel obtenu.

Cette observation a été faite, pour le fumier, en présence de tourteau de coton ; pour le jus, en l'absence de tout supplément azoté. Le jus utilisé tenait 0,25 g/litre N.

Confirmation.

L'inefficacité du fumier naturel (10 kg pour 100 kg d'herbe verte) a été confirmée en grand (1 t) :

- 1° en présence de tourteau de ricin,
- 2° en l'absence de tout supplément azoté (voir 3^e partie).

11. SUPPLÉMENT AZOTÉ ORGANIQUE.

Présence.

En présence de tourteau de ricin, de tourteau de coton, de graines de coton (broyées ou non broyées), ou de farine de déchets de poisson, le fumier artificiel obtenu est très bien décomposé.

En l'absence d'un tel supplément, les températures atteintes au cours de la fermentation sont systématiquement moins élevées (voir fig. 2) ; l'état final de décomposition est nettement insuffisant (sauf exceptions explicables par la qualité de l'herbe (voir §§ 6 et 14).

Nature.

Le tourteau de ricin, le tourteau de coton et les graines de coton (broyées ou non broyées) ont à peu près la même action sur l'état final du produit, lorsqu'on les emploie de manière à fournir des quantités d'azote pratiquement identiques pour une quantité donnée d'herbe verte.

La présence de farine de déchets de poisson a eu, dans une série d'essais (O), une action aussi favorable que la présence de tourteau ; dans une autre série d'essais (M), l'action a été moins marquée.

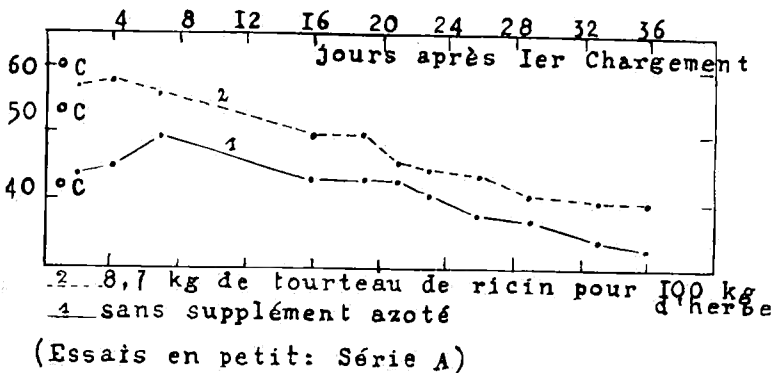


Fig. 2

Remarques sur l'emploi de graines de coton.

Remarquons toutefois que, dans une série, les essais avec graines de coton non broyées ont donné un produit moins bien décomposé que les essais avec tourteau. Il s'agissait de graines assez vieilles. Dans une autre série, nous avons dû procéder à une aération des lots en fermentation (Dans les essais en grand, les tas avec graines de coton non broyées ont dû subir deux ou trois retournements alors qu'un ou deux suffisaient pour les tas avec tourteau de ricin).

Les courbes de température des essais avec graines de coton non broyées sont plus basses au début de la fer-

mentation, plus élevées à la fin, que les courbes de température des essais avec tourteau.

Confirmation.

L'influence du tourteau de ricin et des graines de coton non broyées sur la température et sur l'état final du produit a été confirmé lors des essais en grand, (voir 3^e partie).

Quantité.

L'influence du tourteau de ricin et du tourteau de coton sur l'allure de la décomposition et sur l'état final est d'autant plus marquée que la quantité est plus élevée, entre 2 kg et 8 kg de tourteau pour 100 kg d'herbe (voir fig. 3).

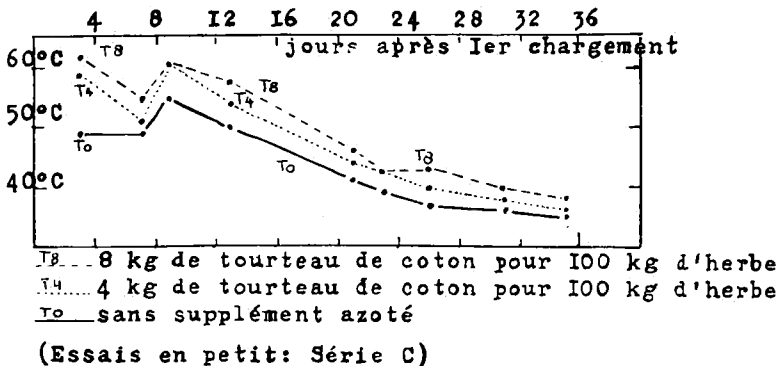


Fig. 3

Cause de cette action.

Ces activateurs sont riches en protéines et en hydrates de carbone solubles.

D'autre part :

1° L'addition d'amidon a une action inhibitrice sur la décomposition (voir § 15).

2° De l'herbe jeune, riche en azote (sur sec) se décompose d'une manière très satisfaisante en l'absence de ces activateurs (voir §§ 6 et 14).

On peut donc attribuer l'action des produits considérés à l'azote qu'ils renferment. L'action favorable de l'introduction d'un supplément azoté sur la fermentation a déjà été signalée.

Mais comme on le verra au paragraphe suivant, d'autres types de produits azotés ont une action différente, et même opposée. Dans nos conditions d'expérience nous ne pouvons donc attribuer d'influence activante qu'aux *substances azotées organiques*.

Utilisation de légumineuses.

Au cours d'essais préliminaires, nous avons tenté de remplacer les tourteaux par une quantité de *Mucuna utilis* (parties aériennes) calculée de manière que la teneur en azote (sur sec) de la masse en décomposition soit analogue à celle d'une masse comportant une dose normale de tourteau. La décomposition n'a pas été bonne. On constate, à l'examen de la masse, que les feuilles de *Mucuna* ont colmaté les interstices entre les brins d'herbe, créant ainsi des conditions défavorables à la fermentation aérobie. Ces essais n'ont pas été poursuivis, ni confirmés à l'échelle d'une tonne.

12. SUPPLÉMENTS AZOTÉS MINÉRAUX, CYANAMIDE.

Ces suppléments ont été comparés aux suppléments azotés organiques, en prenant soin d'introduire des quantités d'azote identiques ou presque identiques

Nitrate de sodium. Dans la série G, ce produit s'est comporté comme un agent de conservation : la température n'a pas dépassé 35°, le produit final était d'un vert jaunâtre, les fibres végétales n'avaient presque rien perdu de leur solidité.

Dans la série O, l'action inhibitrice du nitrate de sodium a été moins marquée ; le produit obtenu en présence de nitrate était toutefois moins bien décomposé que le produit obtenu en l'absence de tout supplément azoté.

Dans la série M, le produit obtenu en présence de nitrate est nettement moins bon que le produit obtenu en présence de tourteau de ricin ou de farine de poisson. Il est pratiquement identique au produit obtenu en l'absence de supplément azoté.

(Dans les essais en grand (1 t), le produit obtenu en présence de nitrate est nettement moins bien décomposé que le produit obtenu en présence de tourteau de ricin ou de graines de coton ; il est un peu meilleur que le produit obtenu en l'absence de tout supplément azoté).

Le sulfate d'ammonium a eu, dans la série H, un effet aussi favorable que le tourteau de ricin. Comme il s'agissait d'herbe jeune et que la série ne comportait pas de témoin sans supplément azoté, ce résultat prêtait à critique.

Dans deux séries ultérieures, l'emploi de sulfate d'ammonium a conduit à des produits beaucoup moins bien décomposés que l'emploi de tourteau de ricin, tourteau de coton, graines de coton broyées ou non broyées.

La cyanamide calcique a été essayée en présence et en l'absence de cendre, étant donné que son alcalinité propre pouvait provoquer un excès défavorable d'alcalinité.

Dans les deux cas, l'emploi de cyanamide a conduit à un produit nettement moins bien décomposé que l'emploi de tourteau de ricin.

Dans certains essais, l'état de décomposition final était moins bon dans les lots avec cyanamide que dans les lots sans aucun supplément azoté.

13. Précisons dans quelles conditions le sulfate d'am-

monium, le nitrate de sodium et la cyanamide calcique nous ont donné des résultats désavantageux ou peu avantageux (voir Tab. III).

TABLEAU III.

N°	Herbe			Terre	Cendre	Supplément azoté		
	% M. S.	% N s/sec	kg N	kg	kg	kg	% N	kg N
<i>Nitrate de sodium</i>								
G 30	22	1,3	0,24	12,0	3,00	2,40	15,5	0,37
	18	0,8						
M 70	14	1,6	0,22	7,0	2,00	1,60	15,5	0,25
	13	1,5						
O 83	24	0,75	0,18	8,8	2,50	3,10	15,5	0,48
<i>Sulfate d'ammonium</i>								
J 47	18	1,9	0,34	10,0	2,80	2,00	20,5	0,41
L 65	32,5	1,15	0,37	9,0	2,50	2,20	20,5	0,45
<i>Cyanamide calcique</i>								
I 42	19	2,4	0,48	10,0	3,00	2,70	13,0	0,35
	23	2,2						
I 43	19	2,4	0,48	10,0	—	2,70	13,0	0,35
	23	2,2						
J 49	18	1,9	0,34	10,0	—	2,70	13,0	0,35
J 50	18	1,9	0,34	10,0	2,80	2,70	13,0	0,35

N. B. Les quantités sont exprimées en kg pour 100 kg d'herbe.

14. NATURE DE L'HERBE.

En comparant les résultats obtenus dans des séries différentes, on constate que l'herbe se décompose plus aisément lorsqu'elle est jeune, pauvre en matière sèche et riche en azote (sur sec).

15. SUPPLÉMENT HYDROCARBONÉ (EN L'ABSENCE DE SUPPLÉMENT AZOTÉ).

En présence de 4 kg d'amidon pour 100 kg d'herbe, l'état final de décomposition est mauvais (série M) ; en présence de 6 kg d'amidon pour 100 kg d'herbe, l'état final est très mauvais : le produit est très fibreux, les fibres ont gardé toute leur résistance à la traction (série O).

16. SUPPLÉMENT HYDROCARBONÉ (EN PRÉSENCE DE TOURTEAU DE RICIN).

L'addition de 5 litres de mélasse (= 7,2 kg) pour 100 kg d'herbe, en présence de tourteau de ricin, n'a pas eu d'influence sur l'état final de décomposition.

17. CENDRE DE BOIS OU CHAUX.

Ces deux corps ont le même effet. Ils ont été comparés en quantités correspondant à des alcalinités équivalentes. Dans la série H, la chaux était très carbonatée ; dans la série K, elle l'était peu.

Présence (en présence ou en l'absence de terre).

Les essais sans cendre ont parfois conduit à des produits légèrement moins bien décomposés.

Quantité.

Si l'on atteint ou si l'on dépasse 8 kg de cendre pour 100 kg d'herbe verte, l'état final de décomposition est nettement moins bon que pour des quantités moindres.

Si l'on fait varier la quantité de cendre de 1 à 4 kg pour 100 kg d'herbe verte, il n'y a guère de changement dans l'état de décomposition final ni dans la courbe de température.

18. TERRE.

Présence (en présence ou en l'absence de cendre).

La présence de terre a un effet un peu plus marqué que la présence de cendre et dans le même sens.

Cet effet ne se constate d'ailleurs pas très régulièrement.

Nature.

L'emploi de terre noire et l'emploi de terre arable jaunâtre conduisent à des résultats identiques.

Quantité.

Un essai préliminaire a montré que si l'on atteint 40 kg de terre pour 100 kg d'herbe verte, on obtient un produit lourd et terreux n'ayant pas la structure d'un fumier. Cet essai était motivé par certaines indications trouvées dans la littérature

Si l'on fait varier la quantité de terre de 4 à 16 kg pour 100 kg d'herbe, il n'y a guère de changement dans l'état de décomposition final ni dans la courbe de température. Dans trois séries, la quantité de terre a été de 20 kg pour 100 kg d'herbe ; les produits obtenus étaient satisfaisants.

19. PLÂTRE.

Ce produit, de même que le superphosphate, est recommandé pour diminuer les pertes d'azote. Son emploi a conduit systématiquement à un produit nettement moins bien décomposé (2,5 et 4 kg pour 100 kg d'herbe).

20. SUPERPHOSPHATE 19 %.

L'emploi de superphosphate a conduit au même résultat que l'emploi du plâtre (4 kg pour 100 kg d'herbe).

21. SCIURE DE BOIS.

Si l'on introduit 3 kg de sciure de bois pour 100 kg d'herbe, on obtient un produit hétérogène, présentant des poches mal décomposées ; la sciure reste généralement dure et granuleuse.

Ces constatations ont été faites :

- a) en présence de 6 kg de terre et 6 kg de tourteau de ricin pour 100 kg d'herbe ;
- b) en l'absence de terre et en présence de 6 et 5 kg de tourteau de ricin.

22. QUANTITÉ D'EAU D'ARROSAGE.

L'influence de ce facteur sera discutée dans la deuxième partie de ce travail.

23. Les facteurs envisagés dans les §§ 16 à 21 ont été étudiés en présence de 5 à 7,5 kg de tourteau de ricin pour 100 kg d'herbe.

L'influence d'une inoculation par du fumier naturel a été étudiée en présence de 8 kg de tourteau de coton pour 100 kg d'herbe.

Sauf indications contraires, les constituants envisagés dans les §§ 10 à 21 ont été essayés en présence de 2 à 5 kg de cendres de bois et de 7 à 20 kg de terre pour 100 kg d'herbe.

* * *

C. Influence des divers constituants sur le bilan d'azote.

24. Dans les paragraphes suivants, nous ne parlerons pas des facteurs qui ont une mauvaise influence sur l'état de décomposition du produit fini. En règle générale,

lorsque le produit obtenu est mal décomposé, les pertes d'azote à l'air sont faibles. On peut considérer que, dans nos conditions d'expérience, des pertes d'azote à l'air relativement élevées sont la contre-partie d'une décomposition rapide et satisfaisante.

Sauf indication contraire, les §§ 25 à 31 s'appliquent à des tas comportant des suppléments azotés organiques.

25. SUPPLÉMENT AZOTÉ ORGANIQUE.

Présence.

La présence de tourteau de ricin, de tourteau de coton, de graines de coton (broyées ou non broyées) diminue la proportion d'azote retrouvée dans le fumier (pour 100 parties d'azote mis en œuvre) et augmente les pertes d'azote à l'air.

La présence de ces suppléments azotés n'a pas eu d'effet sur la proportion d'azote retrouvée dans les jus.

Nature.

L'action des graines de coton non broyées sur la conservation de l'azote dans le fumier a été systématiquement moins marquée que l'action des tourteaux. L'action des graines de coton broyées a été tantôt identique à celle des tourteaux, tantôt un peu moins marquée.

Quantité.

Lorsqu'on fait passer la quantité de tourteau de 2 à 8 kg pour 100 kg d'herbe verte, la proportion d'azote retrouvée dans le fumier (pour 100 parties d'azote mis en œuvre) diminue ; la proportion d'azote perdue à l'air augmente.

Exemples : voir tableau IV.

TABLEAU IV. — INFLUENCE D'UN SUPPLÉMENT AZOTÉ ORGANIQUE SUR LE BILAN D'AZOTÉ.

N°	Pour 100 kg d'herbe				Herbe				Pour 100 kg d'azote mis en œuvre							
	Nature	Supplément azoté			Terre kg	Cendre kg	Eau l.	(Chiffres arrondis)			kg azote retrouvé					
		N %	Suppl. kg	N kg				M. S. %	N s/sec %	N + kg	Fumier	Jus	F + J	kg N perdus à l'air		
A					20,0	5,00	20,0	16-24	0,6-0,8	0,14						
1	Tourteau de coton	—	—	—								84-92	2	86-94	14-6	
2	Tourteau de coton	7,0	8,00	0,56								45-49	2-10	47-56	53-44	
3	Tourteau de ricin	6,4	8,70	0,56								44-56	1-4	45-59	55-41	
4	Graines de coton broyées	3,1	18,00	0,56								49-51	4-10	53-61	47-39	
C					16,0	4,60	8,6	19-26	1,6-1,7	0,34						
T0		—	—	—								71-81	3-5	76-85	24-15	
T4	Tourteau de coton	7,0	4,00	0,28								53-57	5-6	58-63	42-37	
T8	Tourteau de coton	7,0	8,00	0,56								43-51	4-6	47-56	53-44	
D					20,0	5,00	8,6	21-27	1,7-1,8	0,39						
6	Tourteau de ricin	6,3	2,00	0,13								57-64	6	63-70	37-30	
5	Tourteau de ricin	6,3	4,00	0,26								50-53	5	55-58	45-42	
E					16,0	4,00	10,0	20-15	1,4-2,7	0,31						
14	Tourteau de ricin	6,3	6,00	0,38								45-46	4-7	49-53	51-47	
20	Graines de coton, non broyées	3,2	12,00	0,38								53-55	5-6	58-61	42-39	
K					10,0		5,7	12-15	2,3	0,30						
52		—	—	—		2,80						58-66				
51	Tourteau de ricin	6,0	6,00	0,36		2,80*						37-44				
57	Tourteau de coton	8,3	6,00	0,50		2,80						38				
L					9,0	2,50		32-33	1,1-1,2	0,37						
58	Tourteau de ricin	6,0	7,50	0,45			45,0					56-61	2	58-63	42-37	
63	Graines de coton, broyées	3,3	15,00	0,50			45,0					59-62	1	60-63	40-37	
64	Graines de coton, non broyées	3,3	15,00	0,50			55,0					66	2	68	32	

N + : Quantité d'azote contenu dans 100 kg d'herbe.

* : ou 0,4 chaux (n° 53).

M. S. : Matière sèche.

Les essais de la série A comportent, outre les matières indiquées, 20 kg de fumier naturel contenant 0,08 kg N (pour 100 kg d'herbe).

Dans les essais repris au tableau IV, l'état de décomposition du fumier obtenu en présence d'un supplément azoté organique est excellent ; cet état est pratiquement le même pour les essais d'une même série.

Dans les séries B et C, l'état de décomposition du fumier obtenu sans supplément azoté est nettement insuffisant.

Dans la série K (herbe jeune), l'état de décomposition du fumier obtenu sans supplément azoté se rapproche de l'état du fumier obtenu en présence d'un supplément azoté organique.

26. QUALITÉ DE L'HERBE.

On a souvent pu constater que, pour de l'herbe jeune, pauvre en matière sèche et riche en azote (sur sec) la proportion d'azote retrouvée dans le fumier était plus faible et la proportion d'azote perdue à l'air plus élevée. La comparaison des chiffres relatifs à la série K avec les chiffres relatifs aux autres séries (tableaux IV et V) permet de s'en rendre compte.

27. CENDRE DE BOIS ET CHAUX.

Nous n'avons pas pu constater une action marquée et régulière de ces substances sur le bilan d'azote, lorsqu'elles sont employées dans des proportions qui ne gênent pas la décomposition (§ 17), (voir Tableau V).

28. TERRE.

La présence de terre augmente la proportion d'azote

retrouvée dans le fumier (pour 100 parties d'azote mis en œuvre) et diminue la proportion d'azote perdu à l'air (voir Tab. V).

TABLEAU V

INFLUENCE DE LA PRÉSENCE DE TERRE ET DE CENDRE SUR LE BILAN D'AZOTE.

N. B. Pour tous ces essais : 6 kg de tourteau de ricin pour 100 kg d'herbe.

N°	Terre kg/100 kg d'herbe	Cendres	Pour 100 kg d'azote mis en œuvre			N perdu à l'air
			Azote retrouvé			
			Fumier	Jus	F + J	
E	Herbe à 20-15 % M. S. et 1,4-2,7 % N s/sec. — Eau : 10,0 +					
14	16,0	4,00	45 à 46	4 à 7	49 à 53	51 à 47
19	—	4,00	39 à 42	4 à 5	43 à 47	57 à 53
G	Herbe à 22-18 % M. S. et 1,3-0,8 % N s/sec. — Eau : 7,0 +					
26	12,0	3,00	52 à 54			
27	—	3,00	42 à 43			
28	12,0	—	49 à 50			
29	—	—	37 à 42			
K	Herbe à 12-15% M. S. et 2,3% N s/sec. — Eau : 5,7 +					
51	10,0	2,80*	37 à 44			
55	—	2,80	27 à 31			
54	10,0	—	34 à 38			
56	—	—	26 à 30			

+ = litres pour 100 kg. d'herbe
M. S. = Matière sèche

* = ou 0,40 chaux (n° 53)

29. MÉLASSE.

La présence de 5 litres (= 7,2 kg) de mélasse pour 100 kg d'herbe n'a pas eu d'influence sur le bilan d'azote.

30. QUANTITÉ D'EAU D'ARROSAGE.

L'influence de ce facteur sera discutée dans la deuxième partie de ce travail.

TABLEAU VI. — RÉPARTITION DE P₂O₅ ET K₂O ENTRE FUMIER ET JUS.

Séries		E-F	H	I	J	L	M	N	O
Date du 1 ^{er} chargement		1-4/42	28/1/43	8/5/43	15/1/44	29/3/44	20/1/45	27/1/45	31/3/45
Composition de l'herbe									
+ 1 ^{er} chargement	Matière sèche %	20	14	19	18	32	14	15	24
	N sur sec %	1.4-1.3	1.2	2.4	1.9	1.1	1.6	1.6	0.75
+ 2 ^e chargement	Matière sèche %	15	22	23	18	33	13	15	—
	N sur sec %	2.7	0.9	2.2	1.9	1.2	1.5	1.0	—
Eau, litres pour 100 kg d'herbe		10,0	7,0	11,4	8,6	45,0	8,6	8,6	20,0
N ^o		14	31	33	45	58	67	69	79
		16,0	12,0	12,0	10,0	9,0	7,0	6,0	8,8
		4,00	3,00	—	3,00	2,50	2,00	2,00	2,50
		—	—	2,70	—	—	—	—	—
		6,00	6,00	6,00	6,00	7,50	—	5,00	7,50
		—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	15,00	15,00	—	—
P ₂ O ₅ dans les jus		0,2	0,2	0,2	0,2	0,05	0,15	0,2	0,3
	g/litre	7	10	10	4	2	6	7	15
+ quantité, g pour 100 kg d'herbe		2	3	3	1	<1	1	2	6
+ g/100 g P ₂ O ₅ dans le fumier		5,0	8,1	7,4	5,1	1,3	2,0	2,1	7,2
K ₂ O dans les jus		178	405	360	204	43	80	77	370
	g/litre	23	66	66	35	6	11	11	71
+ quantité, g pour 100 kg d'herbe		23	66	66	35	6	11	11	71
+ g/100 g K ₂ O dans le fumier		23	66	66	35	6	11	11	71
Dans les jus, pour 100 g recueillis au total dans les jus et dans le fumier		2	3	3	1	<1	1	2	6
+ g P ₂ O ₅		19	40	40	31	6	10	10	41
+ g K ₂ O		2	3	3	1	<1	1	2	6
		19	40	40	31	6	10	10	41
		73	79	82	79	82	79	82	82

× 63 : graines broyées

× 64 : graines non broyées

+ = valeurs arrondies à l'unité.

31. ABSORPTION DES JUS PAR UNE COUCHE DE GRAINES DE COTON.

Nous avons tenté, sans succès, d'absorber les jus par une couche de graines de coton d'environ 10 cm placée sous la masse en décomposition. Une faible partie seulement de ces graines s'imprègne de jus, la presque totalité restant inaltérée.

32. CONFIRMATION.

Lors des essais en grand, le bilan d'azote se traduit par des chiffres du même ordre de grandeur que lors des essais d'orientation résumés ici (herbe tenant de 20 à 30 % de matière sèche, voir 3^e partie).

* * *

D. Répartition de P_2O_5 et K_2O entre fumier et jus.

33. Les déterminations n'ont été faites que pour 14 essais comportant des suppléments azotés organiques (tourteau de ricin, graines de coton, déchets de poisson broyés) et un essai sans supplément azoté (herbe jeune). Les résultats complets sont présentés dans le tableau VI, résumés dans le tableau VII.

34. ORDRE DE GRANDEUR DES QUANTITÉS DE P_2O_5 ET K_2O RETROUVÉES DANS LES JUS. INFLUENCE DE LA NATURE DE L'HERBE.

Si l'on fait abstraction de la répartition du P_2O_5 dans l'essai M69 (activateur = déchets de poisson broyés) on peut résumer les constatations dans le tableau suivant.

TABLEAU VII.

INFLUENCE DE LA TENEUR EN MATIÈRE SÈCHE SUR LA RÉPARTITION DE P_2O_5 ET K_2O .

Séries	M-N	I-J	L-O
<i>Herbe</i>			
% matière sèche (ordre de grandeur)	15	20	24 à 32
<i>Dans les jus</i>			
Pour 100 parties retrouvées au total dans les jus et dans le fumier			
P_2O_5	5 à 7	1 à 3	<1 à 2
K_2O	41 à 48	26 à 31	6 à 10

N. B. Les séries H, E, F, n'ont pas été prises en considération dans ce tableau abrégé parce que chacune d'elles comportait deux chargements d'herbe accusant des teneurs en matières sèches nettement différentes.

La proportion de P_2O_5 et K_2O passant dans les jus augmente donc lorsque la teneur en matière sèche de l'herbe diminue.

La quantité de P_2O_5 passant dans les jus est minimale.

35. INFLUENCE DE LA NATURE DU SUPPLÉMENT AZOTÉ.

En présence de graines de coton, la proportion de P_2O_5 et K_2O passant dans les jus a été plus élevée (essais 63 et 64) qu'en présence de tourteau de ricin (essai 58).

En présence de déchets de poisson broyés, la proportion de P_2O_5 passant dans les jus a été moins élevée (essais 69 et 82) qu'en présence de tourteau de ricin (essais 67 et 79).

36. CONFIRMATION.

Les proportions de P_2O_5 et K_2O retrouvées dans les jus au cours des essais en grand (1 t) ont été du même ordre de grandeur qu'au cours des essais en petit (herbe tenant de 20 à 30 % de matière sèche, voir 3^e partie).

DEUXIÈME PARTIE

Essais d'orientation en petit : Influence de la quantité d'eau d'arrosage.

37. CARACTÉRISTIQUES DES ESSAIS.

TABLEAU VIII

Séries	D		O		P		
Date du 1 ^{er} chargement	13/12/41		31/3/45		9/2/46		
<i>Composition de l'herbe</i> (valeurs arrondies)							
1 ^{er} chargement :							
Matière sèche %	21,		24,		20,		
Azote, sur sec %	1,7		0,75		1,6		
P ₂ O ₅ , sur sec %	—		—		0,47		
K ₂ O, sur sec %	—		—		3,9		
2 ^{me} chargement :							
Matière sèche %	27,		—		23,		
Azote, sur sec %	1,8		—		1,2		
P ₂ O ₅ , sur sec %	—		—		0,47		
K ₂ O, sur sec %	—		—		3,4		
Terre, kg pour 100 kg d'herbe	20,0		8,8		7,0		
Cendre, » »	5,00		2,50		2,00		
Tourteau de ricin, » »	4,00		7,50		5,00		
Essai N°	5	9	79	80	91	92	93
Eau, litres pour 100 kg d'herbe							
au 1 ^{er} chargement	5,7	5,7	10,0	10,0	5,7	5,7	5,7
au 2 ^{me} chargement	2,9	2,9	—	—	2,9	2,9	2,9
... jours après 1 ^{er} charg ^t							
16, 31, 45	—	5,7	—	—	—	—	—
5	—	—	5,0	10,0	—	—	—
7, 12, 25	—	—	—	10,0	—	—	—
13	—	—	5,0	5,0	—	—	—
11, 19, 38, 47	—	—	—	—	—	2,9	5,7
27	—	—	—	—	2,9	2,9	2,9
52	—	—	—	—	—	—	8,6
Total	8,6	25,7	20,0	55,0	11,5	23,1	42,9

38. INFLUENCE SUR L'ÉTAT DE DÉCOMPOSITION.

Dans les séries D et P, la quantité d'eau employée n'a pas eu d'influence sur l'état final de décomposition.

Dans la série O, l'herbe était assez âgée, assez riche en matière sèche, pauvre en azote (sur sec), et par conséquent difficile à décomposer. Le produit des essais 80, plus abondamment arrosés que les essais 79, était manifestement mieux décomposé.

39. INFLUENCE SUR LA RÉPARTITION DES MATIÈRES-ENGRAIS.

Les données complètes sont présentées dans le tableau IX et commentées dans les paragraphes suivants.

40. PERTES D'AZOTE A L'AIR.

On ne constate pas d'influence régulière de la quantité d'eau d'arrosage.

41. PASSAGE DES MATIÈRES-ENGRAIS DANS LES JUS.

D'une manière générale, la proportion de matières-engrais passant dans les jus augmente plus lentement que la quantité d'eau d'arrosage. Les essais 92 et 93 font exception à cette règle en ce qui concerne le P_2O_5 .

Dans la série P, nous avons vérifié que les quantités de P_2O_5 et K_2O retrouvées dans le fumier et les jus étaient pratiquement égales (94 et 102 %) aux quantités de P_2O_5 et de K_2O mises en œuvre. On peut donc considérer les « Quantités P_2O_5 et K_2O présentes dans les jus pour 100 parties présentes dans le fumier et les jus » comme une bonne approximation des « Quantités de P_2O_5 et K_2O présentes dans les jus pour 100 parties mises en œuvre ».

TABLEAU IX — COMPOSITION DES JUS. RÉPARTITION DE N, P₂O₅, K₂O ENTRE JUS ET FUMIER

Séries	D			O			P		
	5	9	80	79	80	91	92	93	
Eau (litres pour 100 kg d'herbe)	8.6	25.7	55.0	20.0	55.0	11.5	23.1	42.9	
Composition des jus, g/litre									
Azote	1.1	1.0	0.2	0.2	0.3	1.05	0.91	0.92	
P ₂ O ₅			0.1	0.1	0.1	0.14	0.12	0.15	
K ₂ O			2.3	2.3	2.5	4.9	5.6	5.1	
+ Quantités présentes (g) dans les jus pour 100 kg d'herbe mis en œuvre									
Azote	36	45	5.5	5.5	12	33	38	56	
P ₂ O ₅			3	3	4	4	5	8	
K ₂ O			63	63	97	152	234	308	
+ Azote retrouvé pour 100 parties mises en œuvre									
Fumier	52	51	61	61	58	50	45	45	
Jus	5	6	1	1	2	5	6	8	
Total	57	60	65	65	60	55	51	53	
+ Azote perdu à l'air pour 100 parties mises en œuvre	43	40	35	35	40	45	49	47	
+ Quantités présentes dans les jus pour 100 parties présentes dans le fumier									
P ₂ O ₅			1	1	1	2	2	3.5	
K ₂ O			9	9	14	22	38	56	
+ Quantités présentes dans les jus pour 100 parties présentes dans le fumier et les jus									
P ₂ O ₅			1	1	1	2	2	3.5	
K ₂ O			8	8	12	18	27	36	

+ = valeurs arrondies à l'unité ou à la demi-unité.

Dans les remarques qui suivent, les quantités d'eau sont exprimées en litres pour 100 kg d'herbe.

Azote : Dans les séries où l'on a comparé l'arrosage par env. 10 litres d'eau à l'arrosage par env. 25 litres d'eau, l'augmentation de la quantité d'eau n'a pas fait varier ou n'a fait que légèrement augmenter la proportion d'azote passant dans les jus.

L'augmentation de cette proportion a été beaucoup plus marquée dans les séries où l'on a comparé l'arrosage par env. 20 litres d'eau à l'arrosage par 43 ou 55 litres.

P_2O_5 : Dans la série P (herbe de qualité moyenne) la proportion de P_2O_5 passant dans les jus n'a guère varié lorsqu'on est passé de 11,5 à 23 litres d'eau. Dans la même série, cette proportion a pratiquement doublé lorsqu'on est passé de 23 à 43 litres d'eau.

Dans la série O (herbe relativement âgée) la proportion de P_2O_5 passant dans les jus n'a guère varié lorsqu'on est passé de 20 à 55 litres d'eau.

K_2O : Dans la série P (herbe de qualité moyenne), la proportion de K_2O passant dans les jus a augmenté d'environ 50 % lorsqu'on est passé de 11,5 à 23 litres d'eau.

Dans la même série, cette proportion a augmenté d'environ 30 % lorsqu'on est passé de 23 à 43 litres d'eau.

Dans la série O (herbe relativement âgée) cette proportion a augmenté de 50 % lorsqu'on est passé de 20 à 55 litres d'eau.

En résumé :

La proportion de matières-engrais passant dans les jus est plus élevée pour de l'herbe relativement jeune que pour de l'herbe relativement vieille.

Cette proportion augmente plus lentement que la quantité d'eau d'arrosage.

La proportion d'azote et de P_2O_5 passant dans les jus

est très minime, elle est assez peu influencée par la quantité d'eau d'arrosage ; cette influence se marque toutefois davantage lorsque la quantité d'eau d'arrosage dépasse une certaine limite (dans nos essais : une vingtaine de litres par 100 kg d'herbe).

TROISIÈME PARTIE

Essais en grand, à même le sol

A. Généralités.

42. BUT.

Confirmer les principaux résultats des essais d'orientation en petit.

Étudier, dans des conditions conformes à celles de la pratique, certaines variables relatives à la mise en œuvre des matières premières.

43. QUALITÉ DE L'HERBE.

Une série d'essais effectuée en saison sèche 1944 a montré que l'herbe pailleuse (50 % de matière sèche) et la paille ne permettaient d'obtenir qu'un produit pailleux et fibreux, même en présence d'un excès de tourteau de ricin, et moyennant d'abondants arrosages et 5 retournements (durée : 6 mois).

Dans la série 1943, on a utilisé un mélange d'herbe courte provenant de sarclages, d'herbe longue et de *Pennisetum purpureum*.

Dans les autres séries c'est de l'herbe verte, en floraison, parfois un peu ligneuse, qui a été utilisée.

44. RÉPÉTITIONS. SÉRIES.

Les essais sont effectués en séries, réalisées de telle manière que les conditions d'expérience soient aussi uni-

formes que possible. Les conclusions sont déduites de comparaisons entre essais d'une même série.

Sauf dans la série 1945 B (confirmation de 1945 A) la plupart des objets sont introduits deux fois.

Certains objets ont été, de plus, repris dans 2 ou plusieurs séries différentes, de manière à confirmer les observations par des observations faites dans des conditions différentes (qualité de l'herbe, saison, etc.).

Les caractéristiques des différentes séries sont rassemblées dans le Tab. X (voir page 40).

45. OBJETS.

TABLEAU XI

OBJET	Série
<i>Inoculation par du fumier naturel</i> en présence de tourteau de ricin en l'absence de supplément azoté	1943 1944 A
<i>Supplément azoté organique</i>	
<i>Présence</i>	1944 A
(2 suppléments différents)	1945 A
	1945 B
(2 suppléments différents)	1946
<i>Nature (comparaison avec tourteau de ricin)</i>	
Graines de coton	1945 A
	1946
<i>Quantité (graines de coton)</i>	1946
<i>Supplément azoté minéral (nitrate de sodium)</i>	1945 A
	1945 B
<i>Dimensions</i>	
Largeur	1945 A
Hauteur après retournements	1944 A
<i>Retournements</i>	
Nombre	1943
	1944 A
	1945 A
	1946
Époque du 1 ^{er}	1945 A
<i>Présence d'un abri</i>	1943
	1944 A
<i>Chargement sur claie</i>	1943

TABLEAU X
CARACTÉRISTIQUES DES DIFFÉRENTES SÉRIES.

<i>Année — Désignation</i>	1943	1944A	1945A	1945B	1946
<i>Saison (au chargement)</i>	sèche	pluies	pluies	sèche	pluies
Date du chargement	28/4-4/5	16-24/2	6-20/2	22-23/3	20-26/2
Composition de l'herbe (chiffres arrondis)					
% Mat. sèche	20 à 28	23 à 29	20 à 25	27	23 à 30
% Azote sur sec	1.5	1	0.9	0.7	0.7-0.8
% Cendres sur sec	0 et 100	9	7 à 10	7 à 10	8 à 10
Fumier naturel		0 et 100	0	0	0
Terre	98	80	75	69	70
Cendre	30	20	11	20	20
Supplément azoté	72 R	0 et 60R	d	d	d
Témoin (a)		0	0	0	0
Témoin (b)		60 R	54 R	80 R	50 R
Dimensions					
Largeur (m)	2.0	2.0	2.0 et 3.5	2.0	2.0
Hauteur après chargement (m)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0-1.2
Hauteur après retournement (cm)	50 à 80	d	80	80	60 à 80
Longueur initiale (m)	4.0	d	d	4.0	4.0
Abri	objet	objet	partout	partout	partout

d = différent(c)s R = tourteau de ricin

Les quantités sont exprimées en kg pour 1 t d'herbe

La longueur ne figure pas parmi les objets ; il est en effet logique d'admettre que ce sont la largeur et la hauteur qui conditionnent les conditions d'aération.

Il n'était pas utile non plus d'examiner l'influence de la hauteur lors du chargement. La hauteur adoptée (1,20 m) donne de bons résultats. Il n'y a pas intérêt à adopter une hauteur moindre, par ce que cela augmenterait inutilement la surface occupée. Il n'y a pas davantage intérêt à adopter une hauteur plus élevée, parce que cela compliquerait sérieusement la fin du chargement.

46. CHARGEMENTS.

On charge 1 t d'herbe sur une surface de 2 m × 4 m. Dans ces conditions, la hauteur est d'environ 1,20 m, évaluée immédiatement après chargement.

L'herbe est chargée à la fourche. On opère en évitant le tassement dans la mesure du possible, et en veillant à ce que les herbes s'entrecroisent dans toutes les directions.

On charge, sur toute la surface, des lots correspondant au quart de la charge totale.

Après chacun de ces chargements partiels, on répartit à la surface de l'herbe les autres matières premières, que l'on incorpore à la charge d'herbe en secouant légèrement la surface.

Chaque chargement partiel est suivi d'un arrosage. Les 4 chargements partiels se succèdent sans arrêt.

47. RETOURNEMENTS.

Les retournements ont été effectués de manière à assurer un brassage convenable de chaque tas, veillant spécialement à ce que les parties extérieures soient bien mélangées avec les parties intérieures, les parties moisis

avec les parties noirâtres, les parties sèches avec les parties humides.

On effectue un arrosage à chaque quart de la hauteur.

La surface initiale se réduit à chaque retournement : les tas avec tourteau de ricin de 4 m de longueur initiale sont réduits à 3 m après 1^{er} retournement, à 2 m après second retournement.

Cette réduction de la longueur permet de conserver une hauteur raisonnable aux tas en voie de décomposition : en effet, la hauteur des tas se réduit assez rapidement à 30-40 cm ; une aussi faible hauteur est défavorable à la conservation de la chaleur et de l'humidité. D'autre part, une recharge des tas est indésirable si l'on veut se rapprocher des conditions aérobies.

48. ARROSAGES.

Dans tous les essais, les arrosages ont été effectués en tenant compte de l'humidité des tas. Dans le tableau suivant il n'est tenu compte que des tas ayant donné un produit satisfaisant.

TABLEAU XII
ARROSAGES

	litres d'eau par tonne d'herbe		
	Saison sèche	Saison des pluies,	
	(tourteau de ricin)	(tourteau de ricin)	(graines de coton)
au chargement	600	200-400	400-480
avant 1 ^{er} retournement	500	0-200	—
au 1 ^{er} retournement	800	400	400-600
entre 1 ^{er} et 2 ^e retournement	450	—	—
au 2 ^e retournement	800	120-200	320-600
après 2 ^e retournement	150	—	—
au 3 ^e retournement	—	—	240
Quantité de supplément azoté (pour 1 t d'herbe)	80	50 à 60	100-110

Lorsqu'un retournement est omis, il est remplacé par un arrosage identique à celui qui est prévu au tableau XII. Le troisième retournement (ou l'arrosage qui le remplace) n'a eu lieu que pour les tas avec graines de coton.

49. CHUTE DE PLUIES AU COURS DES ESSAIS.

1944 A : 370 à 450 mm.

1945 A : 370 à 500 mm.

1946 : 290 à 310 mm.

(1943 et 1945 B : saison sèche).

50. CONTRÔLE.

On effectue les mêmes déterminations que pour les essais d'orientation en petit. Les essais étant faits à même le sol, les jus ne peuvent toutefois pas être recueillis.

51. EXAMEN COMPARATIF DE L'ÉTAT DE DÉCOMPOSITION DU FUMIER.

Il existe plusieurs méthodes analytiques ayant pour objet l'évaluation de l'état de décomposition. R. C. Wood (Experiments on compost making, Emp. J. of Exp. Agr. 6 ; 1938, p. 350) en énumère 7, constate qu'elles présentent toutes des inconvénients sérieux et conclut :

« There is finally the judgement of eye and hand, in which the colour, the texture and the breaking-strain of the straw are all noted. More and more reliance is being placed on this criterion ».

C'est aussi l'avis des spécialistes rencontrés dans l'Union Sud-Africaine.

Nous avons suivi cette indication. L'examen final a été effectué comme suit :

Deux sillons parallèles, distants d'env. 20 cm, passant par le centre du tas, sont creusés à la machette à peu près en diagonale. La résistance à la pénétration de la machette donne déjà une bonne indication sur l'état du produit.

Entre ces deux sillons, on prélève 2 échantillons, l'un central, l'autre latéral, intéressant toute la hauteur du tas. Ces échantillons sont examinés ; on note en particulier la couleur, la consistance, l'aspect, l'absence ou la persistance de structure végétale, la présence de moisissures, la présence de poches restées sèches, la résistance à la traction des brins apparemment intacts, l'aspect après malaxage.

La totalité de la matière entre les deux sillons est ensuite prélevée, homogénéisée à la main puis examinée.

On examine ensuite la tranche du tas laissée découverte par l'opération précédente. On note les particularités citées ci-dessus en fonction de la longueur et de la hauteur de la tranche.

Outre cet examen final, l'examen de la matière à l'occasion des retournements donne des renseignements intéressants.

Un autre élément d'appréciation est donné par le comportement du produit fini lorsqu'on le remet en tas : si l'on remet en tas un produit bien décomposé, ce tas prend une forme plus ou moins conique ; par contre, si l'on remet en tas un produit mal décomposé et relativement fibreux, on peut donner à ce tas une forme plus ou moins parallépipédique.

52. ALLURE DE LA DÉCOMPOSITION.

Au cours de la fabrication de fumier artificiel, et pour un tas correctement traité, on peut faire les constatations suivantes :

Températures généralement atteintes :

8-10 jours après chargement :	55°-60° (65°)
16-20 jours après chargement :	45° (50°)
2-4 jours après 1 ^{er} retournement :	55°-60°

Les chiffres entre parenthèses se rapportent aux tas avec graines de coton ; les autres, aux tas avec tourteau de ricin.

État au 1^{er} retournement.

On constate un développement abondant (ou même très abondant) et généralisé de moisissures blanches. Parfois, ces moisissures sont particulièrement abondantes dans certaines couches horizontales qui prennent alors un aspect feutré.

La présence de ces moisissures, au premier retournement, a été signalée par plusieurs auteurs, entre autres par Howard, qui estime que l'abondance de ces moisissures est liée à une bonne décomposition ultérieure. C'est d'ailleurs ce que nous avons systématiquement constaté. En l'absence de supplément azoté, ce développement de moisissures est beaucoup plus réduit. En présence de nitrate de sodium également ; dans ce cas, l'herbe a tendance à garder une teinte verdâtre.

Même avec pluies abondantes, la matière reste sèche, sauf dans la région supérieure. L'examen des tas laisse supposer que les moisissures abondantes (spécialement celles qui provoquent un feutrage de l'herbe) s'opposent à une bonne pénétration de l'eau.

Après homogénéisation, la matière absorbe bien l'eau.

État au déchargement.

La matière est humide, brune, très tendre en général. Très peu de tiges ont gardé une forte résistance à la traction. Une fraction très considérable du matériel a perdu, au contraire, toute résistance. Peu de moisissures.

Souvent, une petite quantité de matière est restée très fibreuse dans la région centrale inférieure.

La matière absorbe très bien l'eau.

B. Influence des divers facteurs sur la décomposition.

I. FUMIER ARTIFICIEL.

53. Cette expression désignera un produit humide ayant une structure comparable à celle d'un fumier d'étable bien décomposé.

54. INEFFICACITÉ D'UNE INOCULATION PAR DU FUMIER NATUREL.

Cette inefficacité a été constatée en présence de tourteau de ricin, sans abri, — en l'absence de tourteau de ricin, sous abri.

55. INFLUENCE ACTIVANTE D'UN SUPPLÉMENT AZOTÉ ORGANIQUE.

La présence de tourteau de ricin ou de graines de coton non broyées a une action massive sur la rapidité de la décomposition et sur l'état de décomposition final.

En présence de tourteau de ricin (50 à 80 kg par t d'herbe), l'herbe atteignait en général, lors du second retournement (environ 6 semaines après chargement) un état de décomposition très satisfaisant.

En présence de graines de coton (100 et 110 kg par t d'herbe), il en était à peu près de même lors du 3^e retournement (env. 6 semaines après chargement).

Par contre, pour les tas sans supplément azoté, traités d'une manière identique, la décomposition était très peu

satisfaisante 8 à 10 semaines après chargement. D'autre part, la courbe de température de ces tas était systématiquement inférieure à celle des tas avec tourteau de ricin ou graines de coton (voir fig. 4).

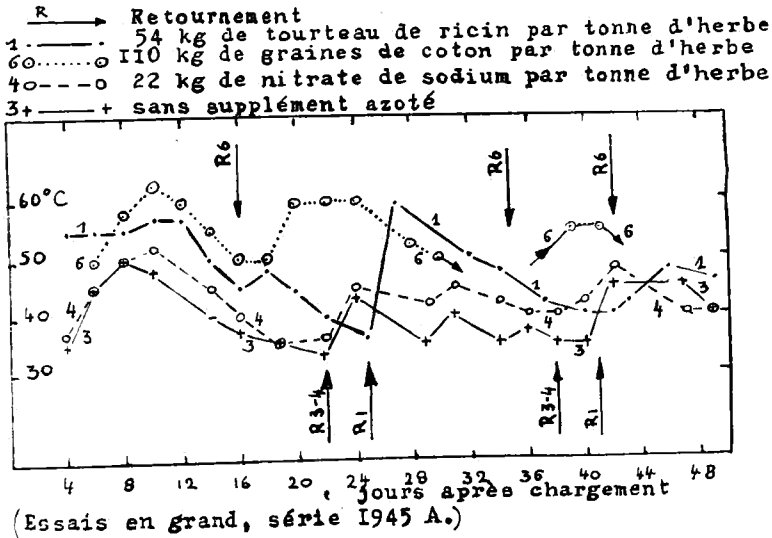


Fig. 4.

Le tourteau de ricin s'est montré un peu plus efficace que les graines de coton (les quantités d'azote introduites sous l'une ou l'autre forme étant à peu près identiques). La température des tas avec graines de coton est généralement plus basse au début de la fermentation, que la température des tas avec tourteau.

56. PROPORTION MAXIMA DE GRAINES DE COTON NON BROYÉES.

Dans la série 1946, nous avons cherché à établir quelle était la quantité minima d'herbe qu'il fallait incorporer à des graines de coton pour obtenir une décomposition satisfaisante et relativement rapide de ces graines.

Les proportions suivantes ont été essayées (sous abri):

TABLEAU XIII

Essais 1946	Herbe kg	Graines de coton kg	Eau au chargement litres
3-12	1.000	100	480
8	950	230	800
4-10	900	450	1.360
7-9	750	700	2.000
2	600	1.200	2.240

tas 2 : l'arrosage indiqué est effectué au cours des 5 premiers jours.

L'arrosage a été calculé de manière à assurer aux tas avec graines de coton, une proportion d'eau à peu près identique à celle contenue dans le tas avec tourteau de ricin (compte tenu de l'humidité de l'herbe). Pour le tas 2, toutefois, l'arrosage a été relativement moins abondant.

Au 1^{er} retournement, l'arrosage des tas à plus de 100 kg de graines a été 3 à 4 fois plus abondant que l'arrosage des tas à 100 kg de graines. Pour favoriser la pénétration de l'eau, on établit à chaque arrosage (c'est-à-dire à chaque quart de la hauteur, voir § 47) une légère dépression longitudinale dans la partie centrale de ces tas. La même précaution est observée au 2^e et au 3^e retournement.

Malgré ces précautions, le tas à 250 kg de graines pour 950 kg d'herbe est assez mal décomposé ; les tas contenant une plus forte proportion de graines sont très mal décomposés.

La technique utilisée ne permet donc pas d'obtenir une bonne décomposition pour des tas contenant sensiblement plus de 100 kg de graines de coton non broyées par tonne d'herbe.

Dans de bonnes conditions, et si l'on dispose d'un excès de graines de coton, on peut toutefois tenter de réaliser des tas à 150 kg de graines par t d'herbe. Cette proportion a été utilisée avec succès lors des essais d'orientation en petit.

57. INFLUENCE DU NITRATE DE SODIUM.

Les tas avec nitrate de sodium se sont décomposés un peu mieux que les tas sans supplément azoté, mais beaucoup moins bien que les tas avec graines de coton ou tourteau de ricin (courbe de température, voir fig. 4).

Les quantités d'azote introduites sous l'une ou l'autre de ces 3 formes étaient à peu près identiques.

58. ABRI.

En saison sèche, le rôle d'un abri est d'éviter l'action directe du soleil : il consiste en un toit de paille et 4 écrans de paille latéraux.

En saison des pluies, le rôle d'un abri est d'atténuer l'action du soleil et l'action des grosses pluies : il consiste en un toit de bambous à claire-voie légèrement incliné à double pente ; on élimine ainsi une partie de l'eau apportée par les fortes pluies, et on diminue en même temps l'effet de tassement que les fortes pluies pourraient exercer (voir fig. 5). On a utilisé des bambous de 2 à 3 cm de diamètre, distants d'environ 2 cm.

L'effet nuisible de l'action directe du soleil sur les tas sans abri a été très marqué, même en saison des pluies.

L'efficacité d'un abri est très nette : en présence de tourteau de ricin, sans abri, il a fallu 2 retournements pour obtenir un produit bien décomposé ; sous abri, un seul retournement a suffi.

59. NOMBRE DE RETOURNEMENTS.

Avec tourteau de ricin :

Sans retournement, l'état final de décomposition n'est pas satisfaisant.

Un retournement est suffisant si l'on opère sous abri.

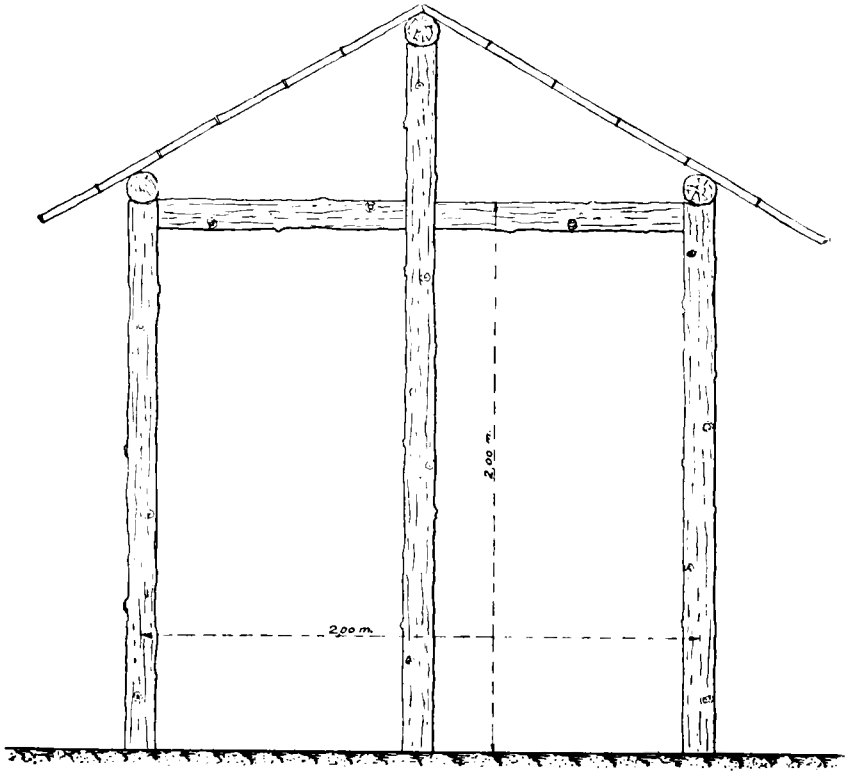
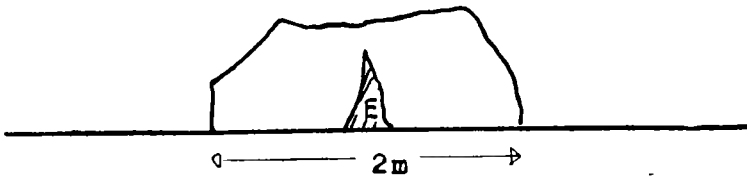


Fig. 5.



E= Zone "ensilée"



E= Zone "ensilée"

Fig. 6.

Deux retournements sont nécessaires si l'on opère sans abri.

Avec graines de coton :

Deux ou trois retournements sont nécessaires, sous abri. Il n'a pas été effectué d'essais sans abri.

60. ÉPOQUE DU 1^{er} RETOURNEMENT.

Dans la série 1945 A, les tas avec tourteau de ricin retournés 25 jours après chargement étaient mieux décomposés que les tas retournés 16 jours après chargement. Dans ces derniers, la matière était plus fibreuse.

61. Sauf indications contraires, les §§ 54 à 60 se rapportent à des tas de 2 m de large, env. 1,20 m de haut et 4 m de long au chargement ; env. 80 cm de haut après retournement.

62. LARGEUR DES TAS.

Ce facteur a une action considérable sur la nature de la fermentation (série 1945 A).

Comparons entre eux les tas avec tourteau de ricin ayant subi 2 retournements (1^{er} après 23-25 jours).

a) *État au 1^{er} retournement* (voir fig. 6).

Dans presque tous les tas de la série 1945 A, on constate l'existence de matière présentant l'odeur et la structure d'un ensilage.

Dans les tas de 2 m de large, la zone « ensilée » se limite à un mince noyau central, intéressant presque toute la longueur, plus développé à la base qu'au sommet ; à l'extérieur de ce mince noyau, développement abondant de moisissures blanches (longueur initiale : 4 m).

Dans les tas de 3,50 m de large, la zone « ensilée » occupe un large noyau central, intéressant presque toute la longueur, encore plus développé à la base qu'au som-

met. A l'extérieur de ce large noyau, développement abondant de moisissures blanches.

La limite de ce noyau est nette, souvent rectiligne, souvent transversale ou oblique par rapport à la direction des herbes, grossièrement parallèle aux faces latérales, à env. 1 m de celles-ci (longueur initiale : 7 m).

b) *État au second retournement.*

Dans les tas de 2 m de large, la matière est humide, brune, très tendre en général. Très peu de tiges ont gardé une forte résistance à la traction. Une fraction très considérable du matériel a perdu, au contraire, toute résistance. Peu de moisissures. Pas de matière « ensilée ». Le produit peut être considéré comme presque fait ; il pourrait être utilisé tel quel.

Dans les tas de 3,50 m de large, un large noyau central est resté très fibreux, mal décomposé ; dans les régions entre ce noyau central et les faces extérieures, l'état du produit se rapproche de celui des tas de 2 m de large.

c) *État au déchargement.*

Tas de 2 m de large : très bien fait, un peu de matière fibreuse dans la zone centrale inférieure.

Tas de 3,50 m de large : un large noyau central est resté très fibreux. Le fumier est bien fait dans les régions intermédiaires entre ce noyau central et les faces extérieures.

En résumé, les tas de 2 m de large se décomposent bien, rapidement et régulièrement.

Dans les tas de 3,50 m, la décomposition se fait bien dans les régions extérieures, à peu près jusqu'à 1 m des faces latérales. Dans la région intérieure, la matière a, au premier retournement, l'odeur et la structure d'un ensilage (voir fig. 6) ; au déchargement, elle est fibreuse et résistante.

La largeur ne peut donc pas dépasser 2 m, dimension qui, d'ailleurs, facilite le chargement, l'arrosage et le retournement.

63. HAUTEUR APRÈS RETOURNEMENTS.

La décomposition se fait mieux et plus rapidement si les tas sont retournés à 80 cm de hauteur que s'ils sont retournés à 1,20 m-1,50 m.

Cette différence est plus marquée après 7 semaines de fermentation qu'après 9 semaines. Elle est plus marquée si les tas n'ont subi qu'un seul retournement.

Lors du second retournement, le tas retourné à 1,20 m présentait un développement diffus de moisissures.

Ces observations ont été faites sur des tas de 2 m de large, sous abri, avec tourteau de ricin.

64. CHARGEMENT SUR CLAIE.

Ce procédé a été essayé en vue de favoriser l'aération, pour des tas de 2 m de large, sans abri, 1 retournement, avec dose normale de tourteau de ricin.

Ce procédé n'a conduit qu'à un produit pailleux, sec, mal décomposé : visiblement, l'aération par la face inférieure a été trop forte.

65. PRÉSENCE DE CENDRE.

Il n'a pas été fait d'essais comparatifs en vue d'établir (à l'échelle d'1 t) l'influence de la présence de cendre.

Toutefois il y a lieu de noter que, dans la série 1945 A (11 kg de cendres seulement par t d'herbe), on a constaté, au 1^{er} retournement, dans tous les tas (voir § 62) la présence d'une quantité non négligeable de matière présentant la structure et l'aspect d'un ensilage.

II. TERREAU.

66. PROCÉDÉ.

Pour l'obtention du fumier artificiel, les matières premières étaient soumises à une fermentation humide, sous abri, pendant 6 à 8 semaines.

Si l'on fait subir au produit ainsi obtenu une maturation d'environ deux mois, sans abri et sans retournement, on obtient un terreau pulvérulent presque entièrement dépourvu de structure végétale. Dans les essais résumés ici, cette maturation a eu lieu en saison sèche.

67. MISÉ EN TAS POUR MATURATION.

Hauteur : 1 m à 1,20 m.

Largeur : 1,50 m à 2 m, si le chargement primitif d'herbe était fait sur 2 m de large.

Surface : Une quantité correspondant à un chargement primitif d'une tonne d'herbe occupait de 1 à 2 m².

Arrosage : Pas d'arrosage dans la série 1946 A. Arrosage par 30 à 100 litres d'eau par m² dans les autres séries.

68. INOCULATION.

En l'absence de supplément azoté, les tas comportant (lors du chargement primitif) 100 kg de fumier naturel par tonne d'herbe ont produit un terreau un peu mieux décomposé et plus homogène que les tas sans fumier naturel (série 1944 A).

69. SUPPLÉMENT AZOTÉ ORGANIQUE.

Lorsque le chargement primitif d'herbe comportait un supplément de tourteau de ricin ou de graines de coton en proportions convenables, on obtenait un terreau

pulvérisent presque complètement dépourvu de structure végétale.

En l'absence d'un tel supplément, la décomposition progresse mieux dans le stade de maturation à sec que dans le stade de fermentation humide. Dans la série 1944 A, on a obtenu, en l'absence de supplément azoté, un produit assez bien décomposé, mais ayant retenu plus d'humidité et ayant conservé plus de structure végétale que le produit obtenu en présence de tourteau de ricin. Dans la série 1945 A, la différence était plus marquée, le produit obtenu en l'absence de supplément azoté étant resté assez fibreux.

70. NITRATE DE SODIUM.

Influence faible.

71. NOMBRE DE RETOURNEMENTS SUBIS AU COURS DE LA PÉRIODE DE FERMENTATION HUMIDE.

En présence de tourteau de ricin, nous n'avons pas constaté de différence entre les terreaux provenant de fumier artificiel ayant subi (dans la période de fermentation humide) 1 retournement, 2 retournements ou n'en ayant pas subi. L'influence du nombre de retournements n'a pas été étudiée en présence de graines de coton ni en l'absence d'activateur.

72. LARGEUR.

Les tas qui avaient été primitivement chargés à 3,50 m × 7 m ont été refaits pour maturation à 3,50 m × 3,50 m. La transformation en terreau s'est assez bien faite dans la région extérieure, à peu près jusqu'à 1 m des faces latérales. Dans la région intérieure, la matière a gardé une structure herbeuse très visible ; elle est restée fibreuse et assez dure.

QUATRIÈME PARTIE

Essais en grand, sur dispositifs cimentés et à même le sol.

A. Généralités.

73. BUT.

Le but de ces 3 séries d'essais était :
de comparer entre eux 4 types de dispositifs cimentés ;
de comparer le résultat obtenu à l'aide du meilleur d'entre eux avec le résultat obtenu à même le sol ;
d'établir les données permettant de chiffrer la valeur des jus récupérés à l'aide du dispositif cimenté.

Accessoirement, l'influence de la largeur du tas, ainsi que l'influence d'un abri, ont été étudiées au cours de ces essais. Les constatations confirment celles qui sont exposées dans la troisième partie de ce travail.

74. OBJETS. CARACTÉRISTIQUES DES DIFFÉRENTES SÉRIES.

TABLEAU XIV

	1944 B	1945 A	1946
Date de chargement	29/2-14/3	6-20/2	20-26/2
Composition de l'herbe %			
Matière sèche	23-29	20-25	23-30
Azote sur sec	1	0.9	0.7-0.8
Cendres sur sec	9	7-10	8-10
Terre, kg pour 1 t d'herbe	80	75	70
Cendre, » »	20	11	20
Tourteau de ricin » »	60	54	50
Largeur, mètres	3.5	3.5 et 2.0	2.0
Abri	objet	partout	
<i>Objets</i>			
Type de dispositif maçonné	+		
Comparaison tas sur plate-forme avec tas à même le sol		+	+
Largeur		+	
Abri	+		

Longueur initiale : 3.5 m. et 4.0 m.

75. TECHNIQUE.

A part les variantes signalées dans les 3 §§ suivants, la technique a été la même que pour les essais à même le sol.

76. CHARGEMENT ET RETOURNEMENT DES ESSAIS SUR DISPOSITIFS CIMENTÉS 1944 B et 1945 A.

Pour les tas à même le sol, ainsi que pour tous les tas de la série 1946, la surface initiale se réduit à chaque retournement ; les tas avec tourteau de ricin de 4 m de

longueur initiale sont réduits à 3 m après 1^{er} retournement, à 2 m après second retournement.

Cette réduction de la longueur permet de conserver une hauteur raisonnable aux tas en voie de décomposition ; en effet, la hauteur des tas se réduit assez rapidement à 30-40 cm ; une aussi faible hauteur est défavorable à la conservation de la chaleur et de l'humidité.

Dans les séries 1944 B et 1945 A, on ne pouvait pas envisager de réduire la longueur des tas sur plates-formes au cours de la fermentation.

En effet, dans les essais 1944 B, l'un des objets était la comparaison fosse — plate-forme. Une réduction des dimensions eût pratiquement supprimé l'effet du muret de la fosse.

Dans les essais 1945 A, l'un des objets était la comparaison des tas de 3,50 m × 3,50 m avec des tas de 2 m × 4 m (plates-formes de 4 m × 4 m). En réduisant l'une des dimensions des tas de 3,50 m × 3,50 m, on serait arrivé dès le premier retournement à des tas de 3,50 × 2,40 m, ce qui aurait mis les dits tas dans des conditions d'aération pratiquement identiques à celle des tas de 2 m × 4 m.

Pour parer à ces inconvénients, les dispositions suivantes ont été adoptées :

1944 B : un second chargement de 0,8 t a été effectué environ une semaine après le 1^{er} chargement de 1,6 t

1945 A : pour chaque essai sur plateforme, deux chargements de 2 m × 4 m (ou 3,50 m × 3,50 m) ont été effectués sur deux plates-formes différentes. Au premier retournement, le tiers de la matière de la seconde plateforme est incorporé à la matière de la première plateforme, de manière à reconstituer le tas aux longueur et largeur initiales. Au second retournement, la totalité de la matière de la deuxième plateforme est incorporée à la matière de la première, de manière à reconstituer le tas aux longueur et largeur initiales.

77. RECUPÉRATION DES JUS.

Chaque dispositif cimenté communique avec un puisard de maçonnerie de $1\text{ m} \times 1,50\text{ m} \times 1,25\text{ m}$ de profondeur utile (env. 2 m^3).

En fin d'opération, on jauge la quantité de jus, prélève un échantillon moyen, et y détermine la teneur en N, P_2O_5 , K_2O .

78. ARROSAGES.

Dans les essais sur dispositifs cimentés, une partie de l'eau a été remplacée par du jus provenant du puisard. La proportion de jus a été forte dans la série 1944 B, faible dans la série 1945 A, très faible dans la série 1946.

Dans la série 1944 B, on a procédé, en dehors des retournements, à une certaine recirculation des jus.

* * *

B. Comparaison de différents types de dispositifs cimentés.

79. DISPOSITIFS. (voir fig. 7 et 8).

Fosse simple.

Fosse à chenaux d'aération et drainage : ce dispositif a été réalisé d'après les caractéristiques des fosses qui ont donné d'excellents résultats dans l'Union de l'Afrique du Sud (et notamment à Potchefstroom) pour la décomposition des déchets de ville.

Plate-forme simple.

Plate-forme à chenaux d'aération et drainage.

80. INFLUENCE SUR LE PRODUIT FINI.

Les fumiers obtenus sur plates-formes ont été nettement

PLATE-FORME SIMPLE

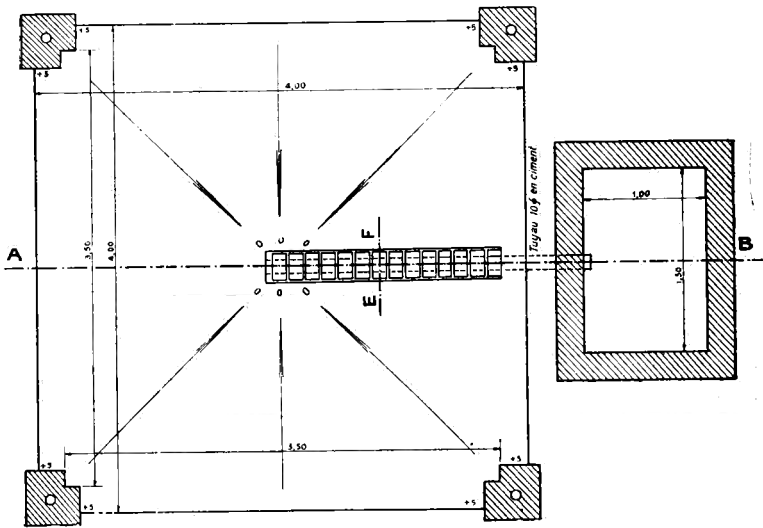
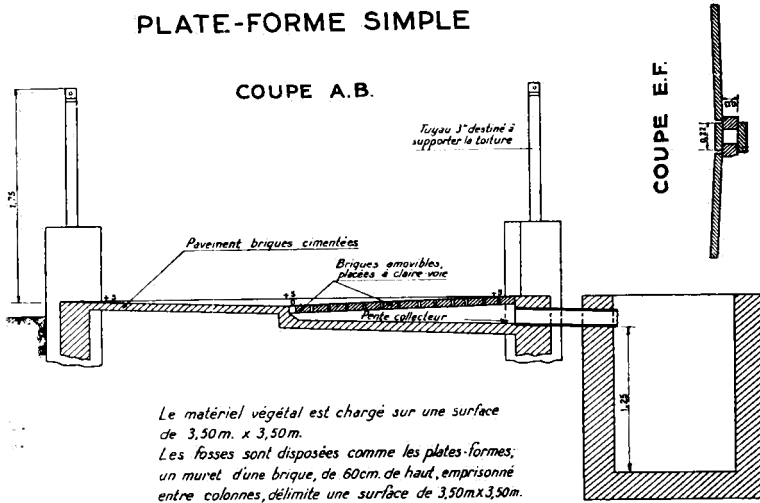


Fig. 7.

PLATE-FORME À CHENAUX

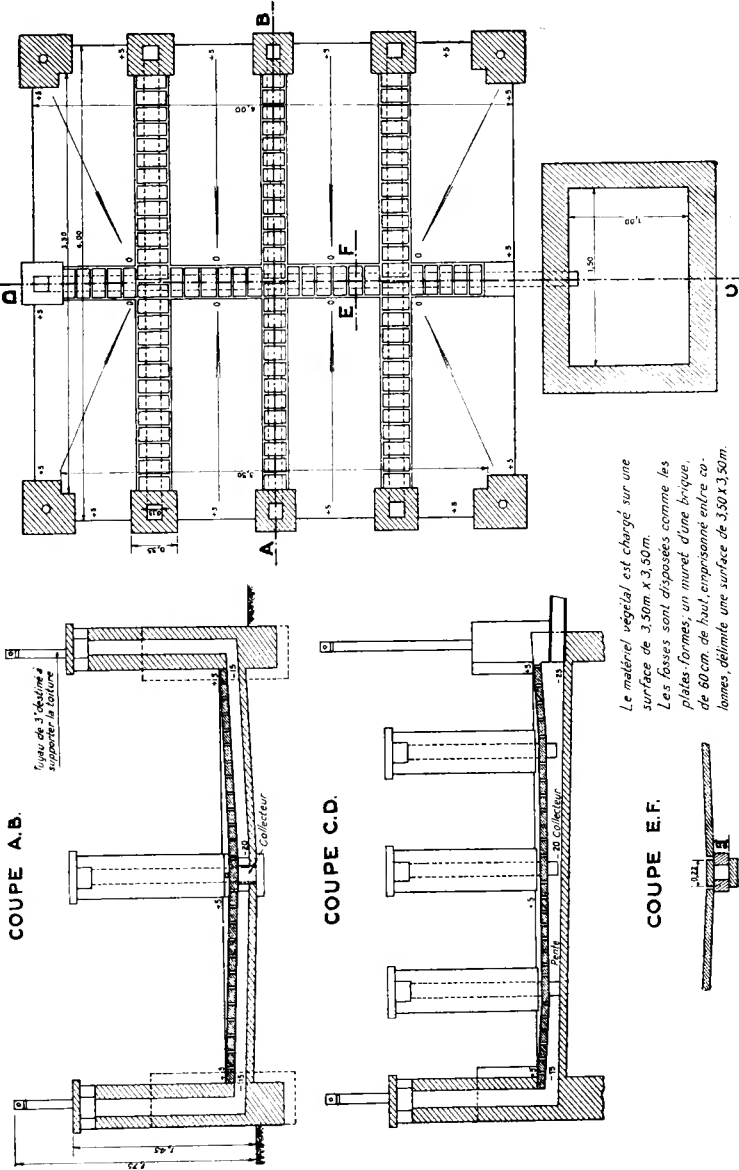


Fig. 8.

et systématiquement mieux décomposés que les fumiers obtenus en fosse.

Les dispositifs à chenaux n'ont présenté aucun avantage.

* * *

C. Comparaison des tas à même le sol avec les tas sur plates-formes cimentées.

81. Dans les séries 1945 A et 1946, les chargements des tas sur plates-formes ont été intercalés entre les chargements des tas à même le sol, en s'efforçant de charger le même jour les tas destinés à être comparés entre eux. Les comparaisons étaient faites entre tas de même largeur, traités de la même manière.

82. ÉTAT AU PREMIER RETOURNEMENT.

Dans presque tous les tas (et d'une manière particulièrement nette pour les essais 1945 A), on constate l'existence de matière présentant l'odeur et la structure d'un ensilage ; si toutefois l'on compare les tas de 2 m, de large sur plate-forme avec les tas analogues à même le sol, on constate les différences suivantes (voir fig. 9) :

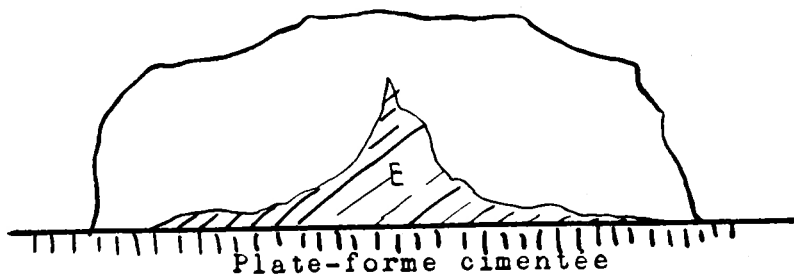
Tas à même le sol : la zone « ensilée » se limite à un mince noyau central, intéressant presque toute la longueur, plus développé à la base qu'au sommet.

Tas sur plates-formes cimentées : la zone « ensilée » est plus développée et s'étend à la base, au contact du ciment, à presque toute la surface inférieure du tas.

83. ÉTAT AU DÉCHARGEMENT.

Le produit obtenu sur plates-formes est moins bien décomposé, plus dur et plus résistant que le produit obtenu à même le sol ; on constate l'existence d'une

quantité assez abondante de matière fibreuse et résistante occupant à peu près la même position que la « zone ensilée » observée au premier retournement.



E= Zone "ensilée"

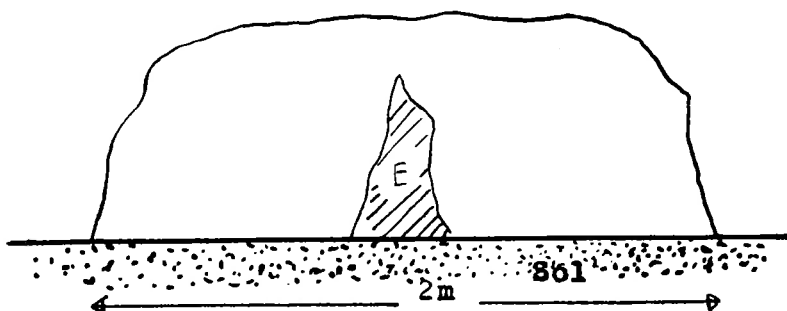


Fig. 9.

84. INTERPRÉTATION.

Dans les 2 séries, l'examen des tas, aux retournements et au déchargement, a laissé l'impression très nette que le contact du ciment exerce une influence nuisible sur la décomposition de la partie inférieure.

On constate simultanément que la région inférieure des tas sur plates-formes contient un grand excès d'hu-

midité, ce qui ne se produit pas dans les tas à même le sol. Le sol régularise donc l'humidité, et on peut penser que ce fait explique au moins en partie les différences décrites dans les 2 paragraphes précédents.

* * *

D. L'emploi d'une plateforme est-il justifié ?

85. Le seul avantage que l'on puisse attendre de l'utilisation d'une plate-forme avec puisard est la récupération des jus.

Au cours des différentes séries d'essai, les jus ont été recueillis, jaugés et analysés, afin de pouvoir en estimer la valeur et comparer cette valeur au coût du dispositif maçonné.

86. COMPOSITION DES JUS. QUANTITÉS ET PROPORTIONS DE MATIÈRES-ENGRAIS RETROUVÉES DANS LES JUS :

TABLEAU XV

	1944 B	1945 A	1946
Recirculation des jus	abondante	faible	très faible
Composition des jus : g/litre			
Azote	0,7-0,9	0,1-0,2	0,1
P ₂ O ₅	0,4	0,1	0,1
K ₂ O	3-5,5	1-1,2	0,6
Pour 1 t d'herbe			
Jus, litres	170-330	500-750	1000-1300
Azote dans les jus, kg	0,17-0,25	0,05-0,15	0,1
P ₂ O ₅ dans les jus, kg	0,1	0,05-0,1	0,1
K ₂ O dans les jus, kg	1	0,5-0,9	0,6-0,8
Azote retrouvé dans les jus pour 100 parties d'azote mis en œuvre	3-4	1-3	2
P ₂ O ₅ et K ₂ O retrouvés dans les jus pour 100 parties retrouvées dans les jus et le fumier :			
P ₂ O ₅	3-4	2-4	4-5
K ₂ O	17-18	10-17	9-12

Dans la série 1944 B, la quantité de jus est plus faible, la teneur en matières-engrais est plus élevée. Ce fait doit être rapporté à la concentration par évaporation due à la recirculation des jus (§ 78).

En général, la teneur des jus en azote et P_2O_5 est très faible ; la proportion d'azote et P_2O_5 passant dans les jus est faible.

Dans la série 1946, on retrouve au total (fumier et jus) de 94 à 104 % du P_2O_5 et du K_2O mis en œuvre. Dans la série 1945 A, le bilan, un peu moins favorable, est néanmoins satisfaisant. On peut donc considérer que les « quantités de P_2O_5 et K_2O retrouvées dans les jus pour 100 parties retrouvées dans les jus et le fumier » constituent une bonne approximation des « quantités de P_2O_5 et K_2O retrouvées pour 100 parties mises en œuvre ».

87. DIMENSIONS DÉSIRABLES D'UNE PLATE-FORME.

Largeur utile : 2 m.

Longueur : selon les conditions locales.

Pentes : celles des fig. 7 et 8 se sont révélées judicieuses.

88. DIMENSIONS DÉSIRABLES DU PUISARD.

Elles dépendront de la pluviosité et de la manière dont on se propose d'utiliser les jus.

Pour les conditions climatiques de la région d'Élisabethville, on peut évaluer ces dimensions comme suit :

Avec recirculation abondante, ou utilisation des jus avant la fin de la décomposition : 300 à 400 litres par t d'herbe, soit env. 1 m³ pour une plate-forme de 10 m de long.

Pour une faible recirculation et utilisation des jus à la fin des 2 mois de décomposition : 1,3 m³ par t d'herbe, soit env. 4 m³ pour une plateforme de 10 m de long.

89. ÉLÉMENTS POUR L'ESTIMATION DU COÛT D'UNE
PLATE-FORME AVEC PUISARD.

Soit une plate-forme de 10 m de longueur, avec un puisard de 4 m³ de capacité utile (2 m × 1,50 m × 1,50 m).

Les données suivantes ont été communiquées par M. Ducarme du Comité Spécial du Katanga :

Plate-forme.

Matelas (scorie par ex.)	4 m ³
Fondation, maçonnerie	5 m ³
Dalle, maçonnerie	2 m ³
Crépissage	20 m ²

Le m³ de maçonnerie de la dalle doit être estimé à un prix plus élevé que le m³ de maçonnerie ordinaire.

Il y a lieu de prévoir un joint de dilatation transversal médian.

Puisard.

Maçonnerie	4 m ³
Crépissage	16 m ²

Prix unitaires (Élisabethville 1939).

m ³ de scorie	env. 60 Frs
m ³ de maçonnerie	375 Frs
m ² de crépissage	20 Frs

90. ÉLÉMENTS POUR L'ESTIMATION DE LA VALEUR
DES JUS.

Longueur moyenne occupée par 1 t d'herbe	3 m
Quantité d'herbe, traitée sur 10 m, par opération	3,3 t
Durée	env. 2 mois

Possibilité d'utilisation, conditions locales (la masse principale étant constituée par de l'herbe de brousse) max. 6 mois

Quantité d'herbe traitée sur 10 m, annuellement 10 t

Matières engrais recueillies dans les jus (kg) annuellement N 0.5 à 2.5
 P_2O_5 0.5 à 1
 K_2O 5 à 10

Prix unitaire des matières-engrais (engrais chimiques, Élisabethville 1939)

1 kg N	9,50 Frs
1 kg P_2O_5	3,40 Frs
1 kg K_2O	3,25 Frs

91. COUT D'UNE PLATE-FORME. VALEUR DES JUS.

Le coût d'une plate-forme avec puisard conforme aux données du § 89 s'élève (Élisabethville 1939) à :

env. 5.400 Frs.

D'après les données du § 90, un tel dispositif permet de recueillir une quantité de jus dont la valeur maximale s'élève (Élisabethville 1939) à :

env. 60 Frs par an.

De cette valeur brute, il y a d'ailleurs lieu de déduire les frais de transport et d'épandage (jus à 0,1 % de matière active).

Le coût d'une plate-forme avec puisard est donc hors de proportion avec la valeur des jus que ce dispositif permet de récupérer.

Comme, d'autre part, la décomposition se fait mieux à même le sol, c'est le procédé à même le sol qu'il y a lieu d'adopter.

RÉSUMÉ.

I. ÉTABLISSEMENT D'UNE TECHNIQUE D'EXPÉRIMENTATION EN PETIT.

La technique décrite dans les paragraphes 1 à 6 a permis d'étudier beaucoup plus aisément que par l'expérimentation en grand l'influence des différents constituants. Les principaux résultats ont été bien confirmés à l'échelle d'une tonne.

II. FUMIER ARTIFICIEL.

L'observation de conditions opératoires simples à réaliser permet d'obtenir en 6 à 8 semaines un fumier artificiel bien décomposé à partir de matières premières locales.

Formule.

Différentes formules se rapprochant de la suivante ont été expérimentées avec succès :

Herbe, kg	1.000
Cendre de bois, kg	30
Terre, kg	70
Tourteau de ricin, kg	60

L'herbe employée peut être partiellement lignifiée.

La cendre de bois peut être remplacée par une dose de chaux agricole présentant une alcalinité équivalente.

Le tourteau de ricin peut être remplacé par une dose d'un autre produit contenant la même quantité de substances azotées organiques (tourteau de coton, graines de coton, farine de déchets de poisson).

C'est seulement en présence de ces produits (sauf lorsque l'herbe employée était jeune, pauvre en matière sèche et riche en azote sur sec) que l'on a obtenu rapidement un fumier artificiel bien décomposé par des opérations simples.

Dans les régions où on dispose de quantités abondantes de graines de coton, on peut être amené à augmenter la proportion de ce constituant ; il ne faut toutefois pas dépasser 150 kg par tonne d'herbe.

L'action des différents constituants a été étudiée systématiquement pour différentes proportions et éventuellement pour différentes qualités.

Autres constituants.

D'autres constituants se sont montrés peu efficaces, inefficaces ou nuisibles :

L'inoculation par du fumier naturel ou par du jus provenant d'un tas en décomposition s'est révélé inefficace.

Différents suppléments azotés non organiques ont été essayés sans succès. La cyanamide calcique a eu sur la fermentation une action inhibitrice. Le nitrate de sodium a eu une action inhibitrice ou nulle, ou (dans un cas) très légèrement positive. Le sulfate d'ammonium a eu une action positive, mais beaucoup plus faible que celle du tourteau de ricin.

Le plâtre, le superphosphate et la sciure de bois, (en présence de tourteau de ricin) se sont montrés nuisibles.

L'amidon également (en l'absence de tout supplément azoté).

La mélasse a été inefficace (en présence de tourteau de ricin).

Dispositif.

L'utilisation d'une plate-forme maçonnée s'est révélée légèrement préjudiciable à la fermentation. L'utilisation d'une fosse maçonnée a donné des résultats moins satisfaisants encore. Les jus récupérés en opérant sur plate-forme maçonnée avec puisard ont une valeur infime comparée au coût de la construction.

Il est donc préférable d'opérer à même le sol.

L'emploi d'un abri léger a été très favorable à la fermentation. Il a permis d'économiser un retournement.

Largeur.

Il est très important de ne pas dépasser 2 mètres. A une distance de plus de 1 mètre des faces latérales commence une zone où dominent des fermentations indésirables.

Retournement.

Sans abri et en présence de tourteau de ricin un seul retournement suffit. Ce retournement est plus efficace s'il a lieu le 25^{me} jour (ou peu avant) que s'il a lieu vers le 16^{me} jour.

En présence de graines de coton, deux ou trois retournements sont nécessaires.

La hauteur après retournement ne dépassera pas sensiblement 80 cm.

Répartition des matières-engrais.

La répartition des matières-engrais entre les fumiers et les jus a été étudiée, de même que les pertes d'azote à l'air. L'influence de la quantité d'eau d'arrosage a été prise en considération.

III. TERREAU.

La formule est identique ; l'activateur azoté organique n'est toutefois pas indispensable.

La mise en œuvre comporte :

— une première phase de fermentation humide (6 semaines) dans les mêmes conditions que pour la fabrication du fumier artificiel ; le retournement peut toutefois être omis dans le cas où on opère en présence de tourteau de ricin.

— une seconde phase de maturation, durant environ deux mois.

Élisabethville, Laboratoire de Chimie
du Comité spécial du Katanga, 1941-1946.

ANNEXES

A. Production.

En mettant en œuvre une tonne d'herbe on obtient de 500 à 800 kg de fumier artificiel ou de 400 à 500 kg de terreau.

B. Composition des matières premières.

TABLEAU XVI

	Matière sèche %	Azote %	P ₂ O ₅ % K ₂ O %	
			sur sec	
			environ	
Herbe	14 à 30	0.6 à 2.4	0.6	
Tourteau de ricin		6.0 à 6.4	2.9	1.2
Tourteau de coton		6.6 à 7.4	3.4	1.6
Graines de coton		3.1 à 3.3	1.5	1.3
Farine de déchets de poisson		7.5 à 8.5	19.0	0.7

C. Composition des produits finis.

Ne sont retenues que les données analytiques relatives à des produits bien décomposés, obtenus en présence de suppléments azotés organiques.

TABLEAU XVII

	Matière sèche %	Azote %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
Fumier artificiel sur sec sur tel quel	27 à 38	1.3 à 2.0 0.4 à 0.7	1.0 à 1.7 0.4 à 0.6	1.5 à 3.6 0.5 à 1.2
Terreau sur sec, environ sur tel quel, environ	50	1.8 0.9	1.2 0.6	1.6 0.8

N. B. Pour le fumier obtenu en présence de farine de déchets de poisson, la teneur en P₂O₅ atteint de 3.6 à 4.2 % sur sec, — de 1.1 à 1.5% sur tel quel.

