

Essais de fabrication de fumier artificiel de sarments de vigne

2^e NOTE

par

A. ANSTETT

Ingénieur agricole - Licencié ès-Sciences - Licencié ès-Lettres
Assistant au Laboratoire d'Agrologie ENAA.

PLAN

A. - INTRODUCTION.

B. -- ESSAIS 1951.

- a) Plan des essais.
- b) Etude anatomique du sarment de vigne aoûté.
- c) Progression de l'attaque microbienne dans les tissus du sarment de vigne aoûté.
- d) Importance du bachage. Choix du broyeur.
- e) Etude de l'humification.
- D) Analyse des différents critères d'humification.
 - 1° Température de fermentation.
 - 2° Variations du pH et influence du potentiel électronique.
 - 3° Variations de la teneur en cendres.
 - 4° Variations de la teneur en azote.
 - 5° Variations de la teneur en carbone.
 - 6° Rapport C/N et moment d'utilisation du fumier artificiel.
- II) Résultats des essais.

Les caractéristiques des produits obtenus :

 - 1° Qualités des produits humifiés.
 - 2° Quantités des produits humifiés.

C. -- CONCLUSIONS.

A. — INTRODUCTION

Dans une étude publiée en 1951 et intitulée « De l'intérêt que présentent les études sur les sous-produits de la vigne et du vin » (1), M. FLANZY écrit : « Les sarments, par exemple, posent un important problème : celui de leur disparition de la vigne taillée... Voici donc un premier sous-produit qui touche, d'une part, aux problèmes de l'humus et des oligoéléments et, d'autre part, à la chimie des charbons absorbants... La masse des sarments disponible révèle que l'agronomie et l'industrie disposent d'une mine de matière première sur laquelle la sagacité des savants pourrait utilement s'exercer, car rien n'a été fait dans le sens sarment-humus, rien également dans le sens sarment-charbon absorbant ».

A ce sujet, nos essais relatifs à l'humification des sarments de vigne effectués en 1950 (2) ont montré que l'humification de ce matériau est parfaitement réalisable et que le fumier artificiel de sarments peut présenter un grand intérêt dans le bilan humique des sols viticoles.

Nous avons repris la question en 1951 afin d'élucider certains points restés obscurs. D'autre part, nous avons cherché à mener nos essais dans des conditions se rapprochant le plus possible de celles de la pratique agricole.

Nous avons exposé précédemment (2) le but et l'intérêt de la fabrication du fumier artificiel de sarments de vigne ainsi que l'étude économique de cette fabrication, le lecteur voudra bien s'y reporter.

B. — ESSAIS 1951

a) Plan des essais.

Nous sommes partis de 9 tonnes de sarments frais (30 à 34 % d'humidité), correspondant à environ 6 tonnes de matière sèche (M.S.). Ces sarments proviennent de parcelles plantées de Carignan et de Cinsault, cépages à bois serré.

Le hachage était assez grossier et inégal, les morceaux variant de l'écaille au tronçon de 25 cm. Cette hétérogénéité s'est d'ailleurs retrouvée lors de l'échantillonnage, ce qui nous a considérablement gêné dans les analyses.

Nous avons employé un modèle de fosse simple réalisable par tout viticulteur, constituée d'une excavation de 0,50 m de profondeur et bordée d'un remblai de terre surmonté d'une rangée de bottes de paille. A des fins expérimentales, nous avons cloisonné l'ensemble avec des tôles, afin d'avoir 6 compartiments contenant chacun 1,5 tonne de sarments frais soit environ 1 tonne de M.S.

Nous nous sommes, avant tout, proposé de vérifier les rôles de l'azote (N) et de l'acide phosphorique (P_2O_5) dans l'humification des sarments.

Nous avons effectué les apports suivants :

TABLEAU I. —
APPORTS D'ELEMENTS FERTILISANTS EN KG PAR TONNE (M.S.)

	E S S A I									
	I		II		III		IV		V	VI
	N.	P_2O_5	N.	P_2O_5	N.	P_2O_5	N.	P_2O_5		
19 février.... (début des essais)	1,05	—	1,05	2	1,05	—	0,8	2	—	—
28 mars.....	1,95	—	0,95	—	0,95	—	—	—	—	—
Total....	3	—	2	2	2	—	0,8	2	—	—

L'acide phosphorique a été apporté sous forme de phosphate d'ammonium (20,5 % d'N et 51 % de P_2O_5) et l'azote soit conjointement avec l'acide phosphorique, soit sous forme de sulfate d'ammonium à 21 % d'N.

Nous avons éliminé le superphosphate de chaux à cause de sa teneur en matières inertes qui nous aurait empêché de suivre l'humification en nous basant sur le dosage des cendres du produit humifié (même en dosant P_2O_5) ; cette raison nous a amené à utiliser un engrais phosphaté ne contenant pas de matières inertes comme $PO_4(NH_4)_3$.

b) Etude anatomique du sarment de vigne aoûté.

Comme la microflore humificatrice utilise les diverses substances de réserve du sarment comme aliment, l'étude anatomique du sarment complétée par celle des constituants chimiques des différents tissus permet de mieux comprendre l'humification de cette substance et d'expliquer certaines anomalies. Si les matières protéiques sont englobées par des membranes lignifiées, elles sont d'un très faible intérêt pour les microorganismes, ceux-ci devant préalablement hydrolyser les membranes.

Nous étudierons donc :

- 1° la nature chimique des membranes,
- 2° la nature chimique des substances de réserve des différents tissus.

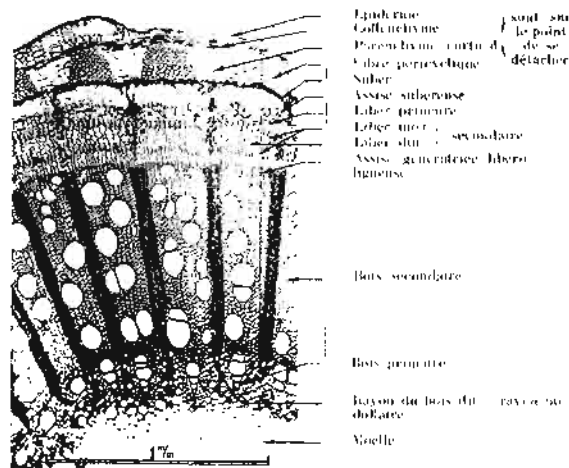
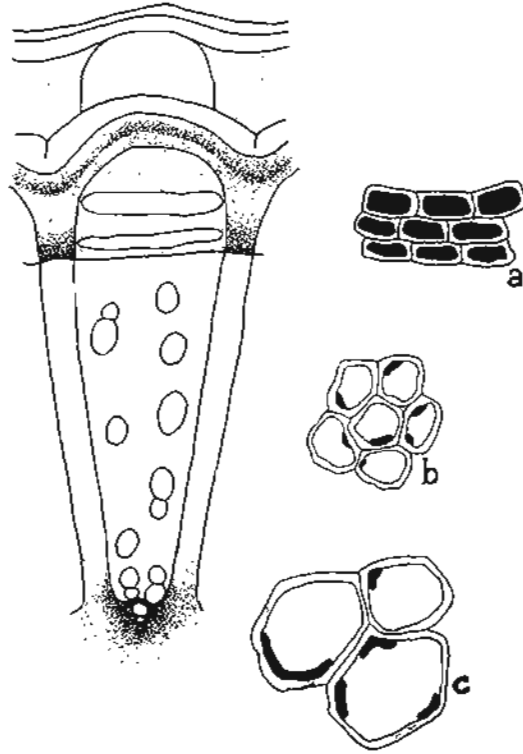


FIG. 1. Coupe d'un sarment de vigne aoûté.



Repartition des protides dans le sarment de vigne aoûté.

La localisation a été effectuée à l'aide de la réaction du biuret.

a) Type de cellules de l'assise génératrice subéreuse.

b) Type de cellules de rayon médullaire.

c) Type de cellules périphériques de la moelle.

Les parties sombres représentant les protides colorés en violet par la réaction du biuret (traitement par un excès d'alcali fixe (HOK, HO Na) et une petite quantité de sulfate de cuivre).

TABLERI II.
NATURE CHIMIQUE DES MEMBRANES ET DES SUBSTANCES DE RESERVE
DES DIFFERENTS TISSUS CHEZ LE SARMENT DE VIGNE ROUGE.

Tissus	Nature chimique des	
	Membranes	Substances de reserve
Epiderme Collenchyme Parenchyme cortical	Cutine Cellulose Cellulose	Pauvres en amidon peu polymérisés, presque totalement dépourvus de protéides.
Fibres péryclymiques Suber	Lignine Suberine	A peu près dépourvus d'amidon et de protéides; dans les fibres péryclymiques quelques rares cellules contiennent sur leur paroi interne une couche discontinue très mince de protéides.
Assise génératrice subéreuse	Cellulose	Moyennement pauvres en amidon, très riches en protéides.
Libre primaire	Cellulose	Riche en amidon, assez pauvre en protéides.
Libre secondaire 1) Libre dur fibres libriformes.	Lignine	Pauvre en amidon et protéides.
2) Libre mou fibres criblées cellules compagnes parenchyme libérifère	Cellulose (1) et lignine Cellulose	Depourvu d'amidon et de protéides. Riches en amidon, assez pauvres en protéides.
Assise génératrice libro-ligneuse	Cellulose	Très riche en protéides, pauvre d'amidon.
Bois secondaire Bois primaire	Lignine	Pauvre en amidon et en protéides.
Parenchyme ligneux	Lignine	Un peu d'amidon, pauvre en protéides qui deviennent plus abondants au voisinage de la anelle.
Rayon du bois (radialité)	Lignine Cellulose	Très riche en amidon, pauvre en protéides, sauf au voisinage de l'assise libro-ligneuse.
Moelle	Facilement ligurifiée	Le plus dépourvu d'amidon mérisphère, riche en amidon, pauvre en protéides.

c) Progression de l'attaque microbienne dans les tissus du sarment de vigne aoûté.

L'attaque microbienne est la plus intense dans les zones de tissus possédant des parois peu lignifiées et contenant de l'amidon et des protides, car l'amidon est un aliment énergétique et les protides du végétal servent à la synthèse des protides protoplasmiques des micro-organismes.

Ce sont les tissus formant les assises génératrices qui présentent la plus grande richesse en protides, ce qui est normal puisqu'elles sont

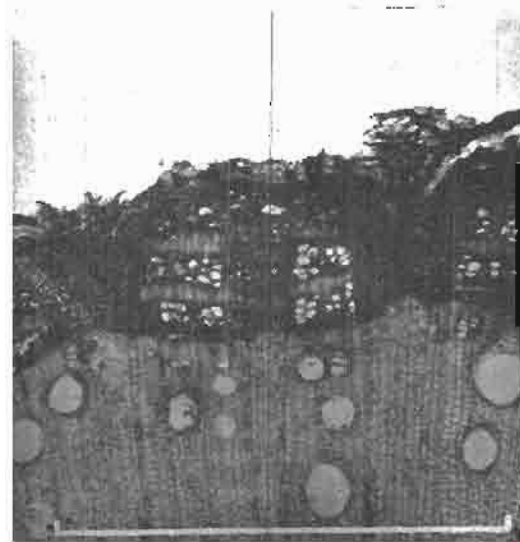


FIG. 3. -- Coupe de la partie périphérique d'un sarment de vigne après 3 semaines d'humidification.

constituées de cellules destinées à se multiplier. D'autre part, elles sont assez riches en amidon, glucide facilement hydrolysable.

Ces tissus sont limités, vers l'extérieur, par l'écorce primaire et les fibres périeycliques qui sont pauvres en amidon comme en protéides. Mais, cette région périphérique est caduque chez le sarment aoûté ; en effet, l'écorce primaire se mortifie et se détache sous forme de lamelles, entraînant dans sa chute les fibres périeycliques de sorte que les microbes ont seulement le suber à franchir pour pouvoir s'attaquer aux tissus favorables à leur développement.

Après la destruction des assises génératrices, l'attaque microbienne se poursuit :

1° par le liber primaire et le liber mou ce qui conduit à un isolement du liber dur qui est lignifié et qui ne sera soumis à une lente hydrolyse que plus tard, d'autant plus qu'il est presque dépourvu d'amidon et de protéides (Voir fig. 3).

On remarquera que l'écorce primaire et les fibres périeycliques qui sont caduques ont en grande partie disparu. L'assise génératrice suberueuse est fortement décomposée. La teinte plus claire du liber secondaire dur, montre sa plus grande résistance à la décomposition microbienne que celle du liber secondaire et du liber primaire mou de teinte plus foncée. On voit que les rayons médullaires ne sont pas encore attaqués étant donné leur lignification plus ou moins poussée. On remarquera la teinte foncée de l'assise libéroligneuse.

Les zones foncées représentent celles en voie d'humification, plus la teinte est foncée, plus la décomposition est poussée. La structure cellulaire disparaît et fait place à une accumulation de colloïdes humiques noirs.

2° par les rayons médullaires ; ceux-ci étant plus ou moins lignifiés, l'attaque sera assez lente, bien que les cellules contiennent de l'amidon et une couche assez mince de protéides sur leur paroi interne (Voir Fig. 4).

Dans la Fig. 4 : On remarquera que les teintes foncées sont localisées à la périphérie de la moelle au voisinage du bois, et aux rayons médullaires.

Nous voyons, d'autre part, qu'une deuxième zone d'attaque microbienne se situe à la périphérie de la moelle. On peut se demander pourquoi elle ne débute pas au milieu ; ceci s'explique en examinant la localisation des glucides et des protéides dans la moelle. Les cellules

du centre sont à peu près dépourvues d'amidon et de protides, alors que celles de la périphérie sont très riches en amidon et, malgré leur pauvreté en protides, elles en contiennent plus que celles du centre.

A partir de cette deuxième zone, l'attaque microbienne progresse :

1° vers le centre de la moelle

2° vers les rayons médullaires

En somme, l'attaque microbienne isole les fibres ligneuses par une destruction de tous les tissus environnants. Quand le liber pri-

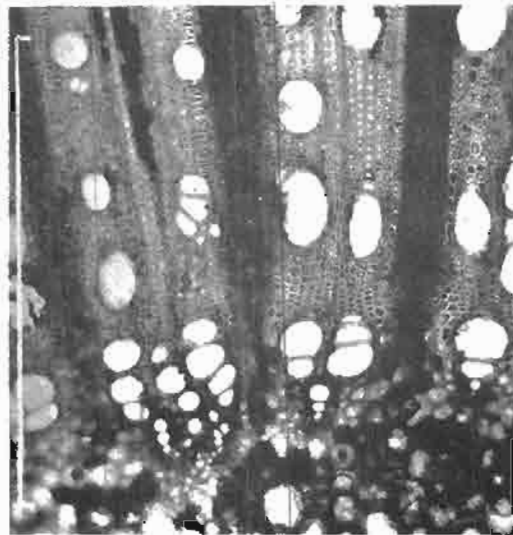


FIG. 4. — Coupe de la région médullaire et ligneuse d'un sarment de vigne après 1 mois d'humification.

maire et le liber secondaire mou sont détruits, le liber secondaire dur qui est lignifié, est isolé et peut alors subir l'hydrolyse diastatique. De même, quand les attaques microbiennes des rayons médullaires venant de la moelle et venant des assises génératrices se sont rejointes, le bois est isolé et peut alors, à son tour, être soumis à l'action humifécatrice de la microflore.

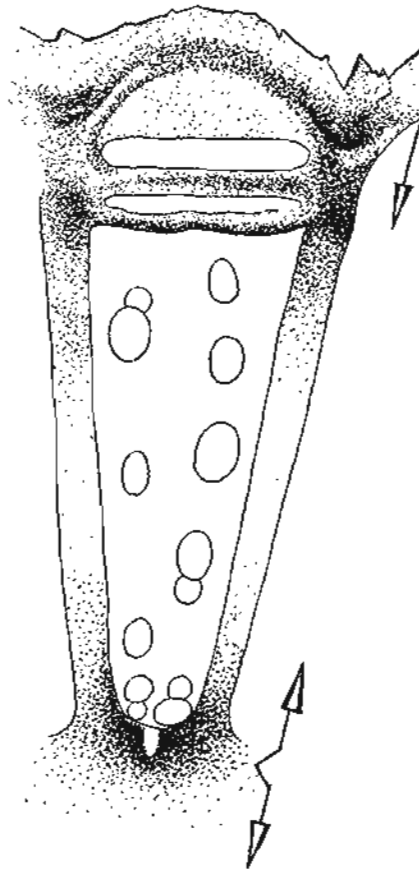


FIG. 5. — Coupe transversale de sarment de vigne après un mois d'humification (grossissement : 13×10).

Ce qui reste incolore sont les parties fortement lignifiées : le liber secondaire dur et le xylène.

L'attaque microbienne, en détruisant les tissus environnants, cherche à isoler les tissus lignifiés qui ne sont, que par la suite, soumis à l'attaque microbienne.

On remarquera l'analogie entre ce schéma et celui représentant la répartition des profides (Fig. 2).

d) *L'importance du hachage et du choix du broyeur.*

Pour que l'attaque microbienne se développe à partir de la périphérie de la moelle, il faut que le sarment présente une porte d'entrée aux microorganismes. Il faut donc obligatoirement découper le sarment en menus morceaux.

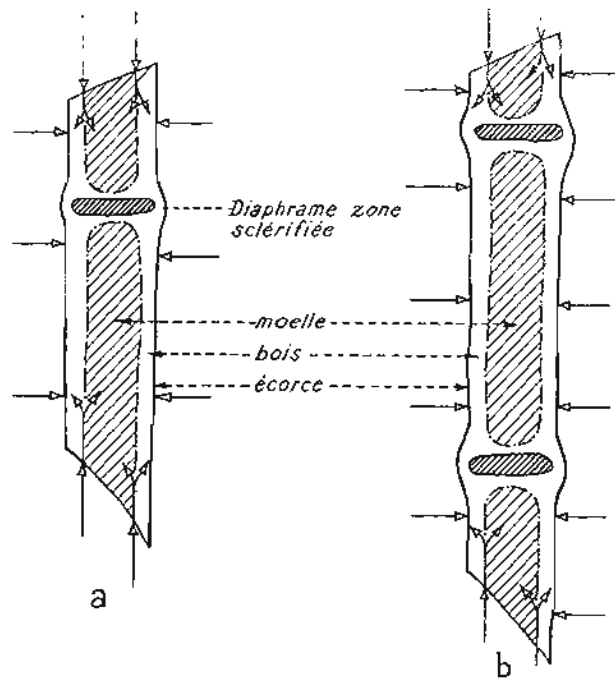


Fig. 6. Coupe longitudinale de sarment de vigne. Les flèches représentent l'attaque microbienne.
 a. L'attaque microbienne progresse de l'extérieur comme de l'intérieur.
 b. L'attaque microbienne ne peut progresser que de l'extérieur, les deux zones scléifiées empêchant que l'attaque se poursuive par la périphérie de la moelle.

La longueur des morceaux à obtenir est fonction de l'anatomie du sarment ; en effet, celui-ci est barré de loin en loin par une zone scléifiée, appelée diaphragme qui interrompt la moelle à la hauteur du nœud.

Il faut par suite, réaliser un hachage des sarments tel que les tronçons ne présentent qu'un seul diaphragme (Fig. 6a), sinon l'attaque microbienne ne pourrait s'effectuer que de l'extérieur par les assises génératrices (Fig. 6b) et, dans ces conditions, l'humification des sarments nécessitera un laps de temps plus grand.

Ainsi, dans nos essais 1951, la décomposition a été moins rapide qu'en 1950, parce que la longueur moyenne des morceaux était de 15 cm. en 1951 et 5 cm. en 1950, abstraction faite des doses différentes d'azote employé.

En 1950, les premiers apports d'N n'ayant été effectués qu'après 41 jours, on peut donc comparer l'évolution de l'essai 1950 avec l'essai V de 1951 n'ayant pas eu d'N.

TABLEAU III. — INFLUENCE DU HACHAGE SUR LA VITESSE DE DECOMPOSITION (Critère : Teneur en cendres)

	TENEUR EN CENDRES	
	1950	1951 Essai V.
Départ	3,24	2,4
Après 41 jours	5,9	3,65
Augmentation de la teneur en cendres en % de cendres au départ	82 %	52 %

Il en ressort l'influence prépondérante du hachage.

En 1951, après 10 mois d'humification, les morceaux plus longs que 5 à 10 cm. ne présentaient presque aucune modification, sauf aux extrémités. Ceci met bien en évidence l'importance de l'attaque microbienne par la moelle.

Il faudra couper les sarments en morceaux ayant une longueur inférieure à la longueur moyenne des entre-nœuds des sarments mis en œuvre. Ainsi, pour le Carignan dont les mérithalles ont d'après

VIALA et VERMOREL (3) une longueur moyenne de 6 cm., celle des morceaux ne devra pas excéder 5 cm. Pour le Cinsault, dont l'entre-nœud moyen a 8 cm. de longueur, le hachage devra donner des morceaux d'une longueur de 6 à 7 cm. Comme, dans nos essais, nous avons un mélange de Cinsault et de Carignan, il ne faudrait pas dépasser 5 cm., étant donné qu'il faut se référer au cépage possédant les entre-nœuds les plus courts.

Par ailleurs, on a intérêt à réduire encore la longueur des morceaux quand le cépage possède un bois dur. Ainsi les sarments de Carignan et de Pinot, à bois dur, seront hachés plus fin, que les sarments de Gamay ou d'Aramon à bois tendre.

Il ressort de ces considérations, que le choix du broyeur est d'une importance primordiale pour la réussite du fumier artificiel de sarments de vigne. Ce choix devra se porter sur le hacheur qui donne des morceaux dont la longueur moyenne est environ 5 cm. et cela, sans grand écart avec cette longueur moyenne. Prenons comme exemple la décomposition de deux morceaux, dans un cas, les deux ont chacun 5 cm., dans l'autre, l'un a 3 cm. et le second 7 cm. Dans ce dernier cas, après 7 mois le morceau de 3 cm. est complètement décomposé, celui de 7 cm. ne l'est guère, il faudra se résoudre, soit à prolonger l'humification, soit à épandre un produit qui n'est pas mûr, alors que ceux de 5 cm. sont bien décomposés et le produit est apte à être épandu. Nous voyons l'importance de l'homogénéité des produits de hachage.

Il faudra de toute façon conduire le broyage de manière que le produit soit apte à être épandu après 7 à 8 mois. Quant à la question économique se greffant sur l'énergie dépensée lors du hachage, il ne faut pas oublier que toute économie exagérée, réalisée sur la dépense d'énergie lors du hachage se répercute sur la vitesse d'humification, étant donnée que cette énergie doit alors être fournie par la microflore dont les possibilités ne sont pas illimitées, du moins dans un laps de temps donné.

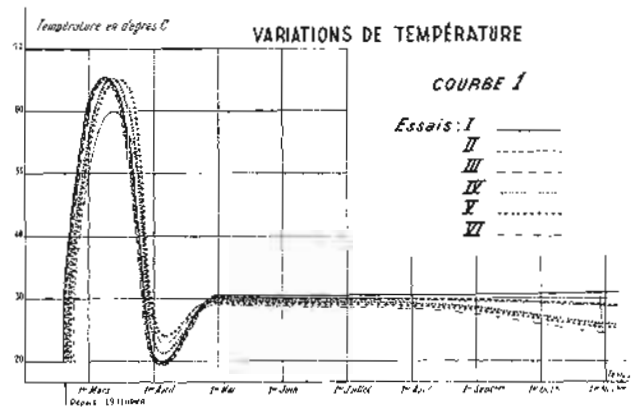
e) Etude de l'humification des sarments de vigne dans nos essais 1951.

I. — ANALYSE DES DIFFERENTS CRITERES D'HUMIFICATION

1° Température de fermentation (Courbe 1).

D'après la courbe 1, on distingue deux stades nettement différents :

a) Le stade d'humification à haute température, ce qu'on appelle communément le « *coup de feu* ».



111
111
111

Ce premier stade est rapidement atteint. Ainsi, 4 jours après la mise en tas, nous observions des températures de 50°, mais qui étaient localisées dans la partie supérieure des tas. Après 10 jours, la température dépassait 60° et cela jusque dans les couches profondes.

Ce stade était, dans nos essais 1950, très court (8 à 10 jours), ce qui est dû à la masse réduite utilisée (1 tonne de sarments M.S.) et à la préfermentation, alors que dans nos essais 1951, essais faits sur 6 tonnes de MS, ce stade dure environ 1 mois.

Le maximum de température est atteint environ 20 jours après la mise en tas. La chute de la température qui s'opère à ce moment est très rapide et, 20 jours après avoir atteint le maximum, la température tombe de 65° à 20-24°.

b) Le stade d'humification à basse température (30° environ).

Après la chute brusque observée dans le stade (a), la température remonte de 20-24° à 30-31° pour s'y stabiliser pendant 3 mois. Ce passage de 20-24° à 30-31° est lent et nécessite environ 1 mois.

Si l'allure générale des courbes de température est identique dans tous les essais, certaines divergences apparaissent.

Le maximum de 65° est atteint dans tous les essais, sauf VI qui n'atteint que 60°. Ceci s'explique par le fait que lors de la mise en tas, on a fortuitement introduit de la terre avec les sarments. Cette terre argileuse a fortement réduit l'aérobiose du milieu, aussi l'essai VI a subi une fermentation ralentie, comme on le verra dans la suite.

Les courbes des essais I, II et III ayant eu la même dose d'N (1,05 pour 1.000) le 19 février se superposent, par contre IV et V présentent un décalage de leur maximum vis-à-vis de celui de I, II et III. Le maximum de IV a un décalage de 4 jours, et V de 7 jours. Ce décalage semble être fonction de l'N, en effet IV n'a bénéficié que de 0,8 N p. 1.000 et V est privé d'N. Or, comme il a été dit, le maximum de 65° est atteint par chacun des 5 essais.

Ces faits s'expliquent si nous nous référons à l'anatomie du sarment de vigne. Dans le cas où l'apport d'N est insuffisant (IV) ou nul (V), les microorganismes doivent couvrir leur besoin d'N à partir de l'N organique contenu dans la matière végétale. Dans le sarment de vigne, les profides sont avant tout localisés dans les assises génératrices. Les microorganismes sont donc obligés de franchir le suber, le rhytidome s'étant exfolié, pour arriver au contact de l'assise suberreuse qui constitue la première source d'azote. Tout cela nécessite un

certain laps de temps ce qui explique le décalage. Peut être aussi, l'hydrolyse des glucides peu polymérisés est plus rapide que celle des protides de la vigne, les microorganismes souffriraient donc au début, d'un manque d'N directement assimilable.

On observe une autre divergence des courbes quant à leur minimum qui constitue le passage du stade (a) au stade (b).

Plus la dose d'N minéral apporté est forte, plus le minimum est bas. Ainsi les essais I, II et III descendent jusqu'à 20° alors que l'essai V privé d'N ne descend que jusqu'à 24°.

L'apport d'N, 1,95 p. 1.000 de MS à I, 0,95 à II et 0,95 à III, le 28 mars, n'engendre aucune modification dans l'allure générale de la courbe de température. Il faut donc rechercher une autre cause que l'azote dans cette chute brutale de la température, d'autant plus que les essais les moins riches en N ont un minimum le plus élevé.

Il nous semble que l'origine doit être recherchée dans la nature chimique des constituants du sarment en particulier des glucides. Ceux-ci se répartissent en deux groupes principaux :

- 1° Glucides facilement hydrolysables ;
- 2° Glucides difficilement hydrolysables.

Les glucides intermédiaires sont rares, ce qui explique cette baisse brutale. En effet, les constituants glucidiques ne présentent pas des degrés successifs de polymérisation mais deux types principaux, l'un à faible degré, l'autre à fort degré de polymérisation. Le premier type est rapidement hydrolysé et absorbé par la microflore qui, ayant beaucoup d'aliment énergétique, se multiplie fortement jusqu'à disparition du premier groupe de glucides. A ce moment, faute d'aliment facilement assimilable la flore microbienne dépérit brutalement ce qui conduit à un abaissement brusque de la température de fermentation. Il ne reste plus que le deuxième groupe de glucides qui est hydrolysé et absorbé par une autre flore microbienne. En effet, le stade à haute température est avant tout l'œuvre de bactéries qui se nourrissent des glucides facilement hydrolysables. Le deuxième stade par contre est surtout caractérisé par une flore fongique qui à côté des représentants microscopiques comprend des formes macroscopiques, par exemple des basidiomycètes de la famille des agaricacées à pied très frêle avec un chapeau de 2 cm. de diamètre et des myxomycètes qui formaient des amas jaunes de 20 à 30 cm. de diamètre à la surface des tas.

Mais, le développement de cette flore fungique nécessite un certain temps d'adaptation, ce qui explique l'élévation lente de 20 à 30°. C'est à ce moment que l'hydrolyse du deuxième groupe de glucides s'opère activement, mais elle ne permet pas d'atteindre des températures aussi élevées qu dans le premier stade étant donné l'hydrolyse difficile des glucides restants.

On comprend, à présent, pourquoi les essais avec N ont des minima plus bas que ceux privés d'N. L'N apporté a permis aux microorganismes de synthétiser rapidement leurs protéines protoplasmiques et donc de se multiplier abondamment, ce qui a entraîné une destruction rapide et complète des glucides peu polymérisés. Alors que dans les essais privés d'N, le peuplement bactérien étant moins dense, cette destruction a été plus lente, ce qui a permis à la flore bactérienne de persister plus longtemps et maintenir une température plus élevée.

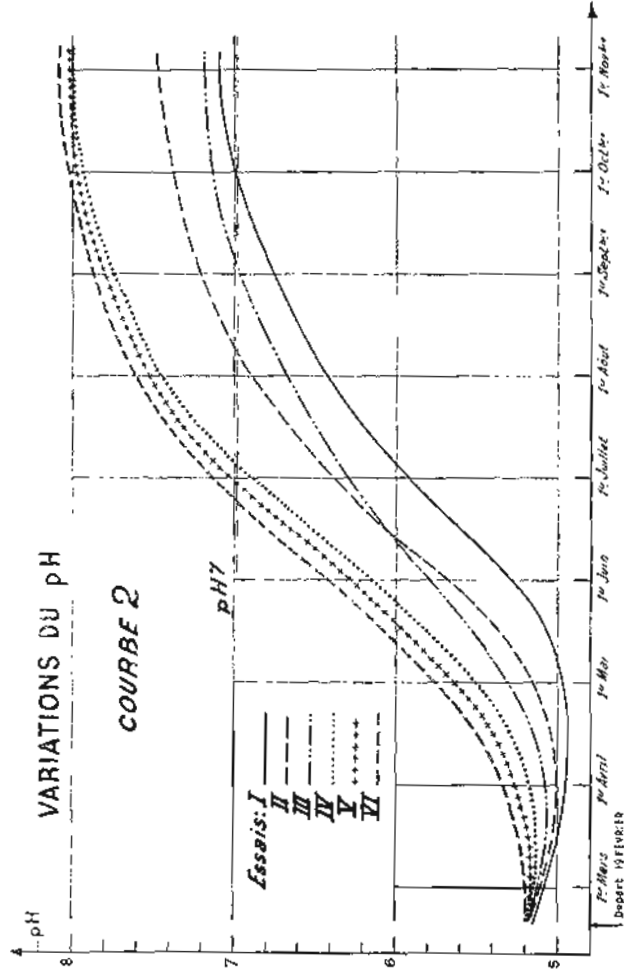
A notre avis, la nature des constituants glucides du sarment semble le mieux expliquer cette chute brutale de la température, cependant, on pourrait également invoquer une température létale tuant la microflore agissant lors du premier stade ou une brusque diminution de la quantité d'air disponible par la microflore entraînant la brusque disparition de la microflore aérobie du premier stade d'où abaissement rapide de la température de fermentation.

Après la stabilisation de la température, pendant trois mois aux environs de 30°, nous observons une nouvelle divergence des courbes de température. La température des essais privés d'N (V et VI) ou peu pourvus (IV) descend nettement. Les essais II et III (2 p. 1.000 d'N) présentent également une tendance à voir leur température de fermentation s'abaisser. Seul l'essai I (3 p. 1.000 d'N) a une température stationnaire. L'abaissement de température semble être inversement proportionnel à la teneur en azote.

D'après la courbe de température, on peut donc déjà prévoir que les essais ayant eu de l'N seront les mieux humifiés.

2° Variations du pH au cours de l'humification (Courbe 2). Influence du potentiel électronique.

Examinons la courbe 2. Nous voyons que l'allure générale des 6 courbes est sigmoïdale. L'humification transforme la matière première : le sarment très acide (pH = 5,15) en un produit neutro-basique (pH 7 à 8). Mais cette évolution présente différents degrés en rapport avec la dose d'azote apportée.



En effet, si les essais privés d'N (V et VI) ont une courbe toujours croissante, il n'en est pas de même pour les autres qui présentent d'abord une phase décroissante aboutissant à un minimum, puis une phase croissante allant jusqu'à la fin de nos essais. Pour l'essai I (3 N p. 1.000) ce minimum se situe le 15 avril et atteint le pH de 4,95 ; pour l'essai II (2 N p. 1000) le pH le plus bas (pH = 5) est atteint vers le 1^{er} avril. L'essai III (2 N p. 1000) a un minimum légèrement supérieur à celui de II. Enfin l'essai IV (0,8 N p. 1000) possède une phase décroissante très peu accentuée.

En comparant la courbe de température de fermentation et celle des pH, on peut distinguer certaines analogies. Les essais ayant atteint le plus rapidement les hautes températures, c'est-à-dire ceux à décomposition la plus poussée, présentent une phase d'acidification très nette. Plus le décalage des maxima de température a été important, moins le produit avait tendance à s'acidifier.

Cette acidification a été bien expliquée par G. DUCELLIER (4). Au début de l'humification, les glucides peu polymérisés sont rapidement dégradés, mais non pas directement jusqu'au stade CO_2 et H_2O mais, avec formation d'acides organiques en particulier d'acides acétique, propionique, butyrique et valérianique, DUCELLIER appelle cette phase la phase d'acidification.

Ainsi l'essai VI, dont la fermentation languissante est visible dans la courbe de température, ne présente aucune phase d'acidification, les faibles quantités d'acide gras formées ont pu être totalement décomposées au fur et à mesure de leur formation alors que dans l'essai I dont la fermentation est la plus active, il y a eu accumulation importante de ces acides d'où abaissement du pH. Tous les autres essais se placent entre ces deux types extrêmes.

On pourrait objecter que, l'acidification étant proportionnelle à l'apport d'N, ce serait l'ion SO_4^{--} ou PO_4^{--} apporté par l'engrais azoté qui en serait l'origine et non pas la formation d'acides gras. Si l'action acidifiante des sels ammoniacaux est universellement reconnue, il semble que, dans ce cas, elle ne soit pas prépondérante. Comment pourrait-on autrement expliquer le fait que l'essai I présente une acidification plus poussée que l'essai III, bien qu'au départ, le 19 février ils aient eu le même apport de sulfate d'ammonium. Or les deux courbes divergent bien avant le second apport d'N qui lui diffère. De même, il semble illogique que l'essai II qui a reçu une partie de l'N sous forme de phosphate d'ammonium présente au début des essais des pH plus bas que l'essai III dont l'N a été apporté entièrement sous

forme de sulfate d' NH_4 , sachant que l'acidité engendrée par le sulfate est plus grande que celle due au phosphate d' NH_4 .

Or, toutes les divergences des pH sont fonction de la vitesse de décomposition. Plus la décomposition est rapide, plus la quantité d'acides gras engendrés est grande.

On pourrait être tenté d'expliquer la chute brusque de la température par une acidification poussée du milieu qui serait ainsi stérilisé et où, faute de fermentation, la température se rapprocherait de celle du milieu ambiant.

Si nous superposons les courbes de température et celle de pH, il ressort que :

1° Le minimum de température de tous les essais se situe vers le 5 avril, alors que les minima de pH des essais, qui en présentent, se répartissent du 15 mars (essai IV) au 15 avril (essai I) on ne voit donc aucun rapport direct.

2° Les essais privés d'N qui ne présentent pas de phase d'acidification ont une courbe de température dont l'allure générale est identique à celle des essais ayant subi une acidification.

Il nous semble donc que la chute brutale de la température n'a guère de relation avec l'acidification possible du milieu.

Lors de l'épandage du fumier de sarments de vigne, nous avons trouvé à l'intérieur de la masse humifiée noire des plages de couleur rouille (5), nous avons analysé cet humus rouge (Hr) comparativement à la matière humifiée noire (Hn).

	H n.	H r.
Teinte (réf. Code universel des couleurs, par E. Séguéy)	N° 677 noir ivoire	N° 248 rouille
Fraction soluble dans NaOH à 2 %, exprimée en % de matière sèche	26,2	25,3
Fraction précipitable par SO_4H_2 , exprimée en % de la fraction soluble dans NaOH à 2 %	30,3	22,2
Rapport C/N de la fraction soluble dans NaOH à 2 %	7,6	7,9
Humidité % de matière fraîche	79,1	84,4
Cendres % de matière sèche	8,3	7,1
pH	7,5	5,2
Potentiel électronique eH	+127 millivolts	+18 millivolts
rH	19,4	11,2

Ces plages rouilles ne se trouvaient qu'en profondeur avec des passages progressifs à la teinte noire en allant vers la surface, nous avons été conduits à considérer le potentiel électronique comme l'une des causes essentielles. Ce potentiel électronique n'est pas uniquement en cause, le potentiel protonique c'est-à-dire le pH intervient également comme nous le montre le tableau ci-dessus. En réalité, le pH n'est que la résultante du potentiel électronique. En effet, comme nous l'avons déjà dit, la dégradation rapide des glucides engendre des acides organiques. Si le milieu est aéré, c'est-à-dire s'il possède un potentiel électronique élevé, ces acides sont brûlés et le pH augmente, les produits humifiés sont dans ce cas noirs. Si par contre, le milieu est plus ou moins anaérobie, c'est-à-dire s'il possède un potentiel électronique faible, les acides organiques ne peuvent plus être oxydés jusqu'au stade CO_2 et H_2O . Ce milieu reste acide et les produits humifiés seront dans ce cas, de teinte rouille.

Comme le montre la comparaison des fractions solubles à NaOH, des fractions précipitables, du C/N et des teneurs en cendres l'humus noir est plus décomposé que l'humus rouille.

Mais il y a des cas plus graves résultant de cette acidification. Ayant été appelé chez un praticien au sujet d'un « fumier artificiel de sarments de vigne », nous avons constaté que le terme « fumier » était mal choisi, car les sarments finement broyés étaient pratiquement intacts après un an d'« humification ». Le produit n'était en réalité qu'un mauvais ensilage caractérisé par une odeur prononcée d'acide acétique, butyrique et valérianique.

Cette acidification n'était que le résultat d'une anaérobiose très poussée. Effectivement le praticien en question avait recouvert l'ensemble du tas d'une couche de 30 cm. de sable, il pensait par cela réduire l'évaporation d'eau et donc les arrosages. Mais cette couche de sable, outre le tassement engendré par son poids, empêchait, dès le départ, l'air d'y pénétrer. De plus, la fosse creusée dans la terre n'avait pas d'écoulement de sorte qu'une solution d'acides gras et d'acides alcool s'accumulait au fond. La stérilisation de ce milieu a été encore favorisée par l'incorporation aux sarments de mares de raisin dont la compacité et l'acidité sont bien connues. L'acidification étant fonction de la vitesse de décomposition, les sarments finement hachés ont, sous ses conditions asphyxiantes, engendré en l'espace de quelques jours des quantités suffisantes d'acides organiques qui ont stérilisé le milieu.

Dans un pareil cas, il faut sortir le produit et l'épandre en couche

ne dépassant pas 50-60 cm., ne pas le tasser et l'arroser modérément. Au contact de l'air, les acides organiques sont brûlés par une microflore aérobie et quand le pH s'est rapproché de la neutralité, l'humification démarre.

Conclusions pratiques :

Pour obtenir une bonne humification, il faut créer un milieu aérobie, au moins au départ.

Pour cela, lors de la mise en tas, on emploiera une technique analogue à celle employée lors de la fabrication de fumier artificiel de pailles selon DEMOLON et BURGEVIN (9). Le chargement aura une épaisseur ne dépassant pas 60 à 70 cm. On laissera la préfermentation aérobie s'effectuer au moins pendant 15 jours alors qu'avec les pailles 5 à 6 jours suffisent, la décomposition des pailles étant bien plus rapide que celle des sarments. Le deuxième chargement s'effectuera 15 jours après le premier et ainsi de suite jusqu'au moment où on aura atteint 2 mètres de haut.

Il faudra éviter :

1° de tasser les sarments mis en œuvre,

2° d'incorporer aux sarments des substances compactes (ex : mares),

3° un excès d'humidité (ex. : humidité de Hr = 84,4 %) qui engendre un milieu asphyxiant. On peut conseiller de ne jamais dépasser 80 % d'humidité. On la maintiendra de préférence entre 70 et 75 %.

Il faudra d'autant plus se méfier d'une acidification que la substance est hachée plus finement, le tassement étant plus poussé et la décomposition plus rapide.

On donnera la préférence à la plate-forme à fumier plutôt qu'à la fosse, naturellement si le choix est possible. Les fosses creusées dans le sol ne devront pas être profondes (0,50 m.) et il faudra éviter que le purin s'accumule au fond. Si on craint l'évaporation, on éparpille à la surface du tas un peu de paille ou des herbes sèches.

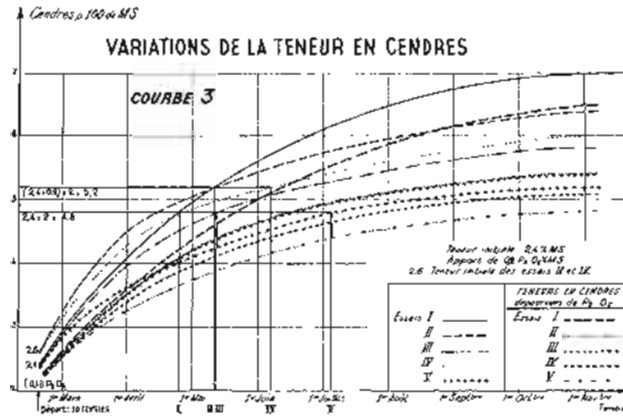
Enfin, si la décomposition devient languissante (températures inférieures à 25-28°) on aura intérêt à effectuer un recoupage du tas.

3° *Variations de la teneur en cendres au cours de l'humification*
(Courbe n° 3).

Cette variation peut servir de critère de vitesse de l'humification. Ce critère n'a pas une valeur absolue, car souvent des impuretés comme de la terre (par exemple dans l'essai VI) faussent les résultats par excès. En outre l'augmentation de la teneur en cendres ne signifie pas forcément formation de substances humiques. En effet, une fermentation de substances végétales peut se faire sans synthèse importante d'humus avec combustion rapide de la matière organique. Dans ce cas, on aura bien une forte teneur en cendres de la matière résiduelle sans qu'elle soit pour cela bien humifiée. De plus, le lessivage d'une fraction des cendres peut être une cause d'erreur supplémentaire, ainsi les sels de potasse sont partiellement entraînés lors d'un arrosage trop abondant, ce qui conduit à une erreur par défaut. Ainsi dans nos essais 1950 (2) alors que l'acide phosphorique n'avait subi aucun entraînement, la potasse (K_2O) avait été lessivée dans une proportion de 41,5 % dans le premier essai et de 39,5 % dans le second. Ces proportions étant voisines, la comparaison restait acceptable, cependant, dans les cas contraires, les dosages supplémentaires diminuent notablement l'intérêt de ce critère.

Cependant, les critères d'humification absolument exacts restant à trouver, nous avons choisi les teneurs en cendres, en azote, en carbone et le C/N comme base de la comparaison de la vitesse d'humification. Ces critères, sans être absolus, donnent cependant des indications qui, si elles se recoupent, permettent de conclure.

Lors de la confrontation des teneurs en cendres, il faut tenir compte de la nature des substances apportées à la matière végétale en voie d'humification. Ainsi les essais I et II ont eu chacun 3,94 kg de phosphate d'ammonium, or on retrouvera le radical phosphorique dans les cendres, dont la teneur est ainsi faussée. Il convient pour y remédier de doser l'acide phosphorique dans tous les échantillons et de réduire la teneur en P_2O_5 à la teneur globale, on obtient alors des chiffres comparables (Courbes en pointillé). On pourrait objecter que le même raisonnement s'applique au sulfate d'ammonium apporté aux essais. Mais de même que l'azote, on considère actuellement le soufre comme un élément structural des acides humiques (6) et provient de la transformation des ions SO_4^{--} en soufre organique. Or, ce soufre organique lors d'une incinération normale est généralement perdu et ne se retrouve plus dans les cendres que dans une faible proportion. En outre l'excès d'ions SO_4^{--} est soumis au lessivage. Aussi peut-on généralement négliger l'apport de l'anion sulfate lors des comparaisons des teneurs en cendres.



Il est donc surtout intéressant de considérer les variations des teneurs en cendres dépourvues de P_2O_5 (teneurs en cendres — teneurs en P_2O_5 dosé sur les cendres). Ces courbes pointillées montrent que l'essai I est le plus décomposé ; puis viennent les essais II et III qui sont à peu près identiques. L'essai IV présente une légère supériorité sur V. L'essai VI à teneurs anormales en cendres dues à de la terre mélangée lors de la mise en tas n'est pas représenté.

Il en ressort que le facteur azote employé à dose modérée (comme c'est le cas des essais 1951), est dominant, l'essai I ayant eu la plus forte dose d'N (3 p. 1000) est le plus décomposé, l'essai V dépourvu d'azote le moins. L'essai II ayant eu autant d'azote (2 p. 1000) que III mais en outre 2 p. 1000 de P_2O_5 ne présente guère de supériorité sur III, aussi l'action de l'acide phosphorique semble négligeable. La supériorité de IV sur V est certainement uniquement due à l'apport de 0,8 p. 1000 d'N et non au 2 p. 1000 de P_2O_5 , comme cela découle de la conclusion précédente.

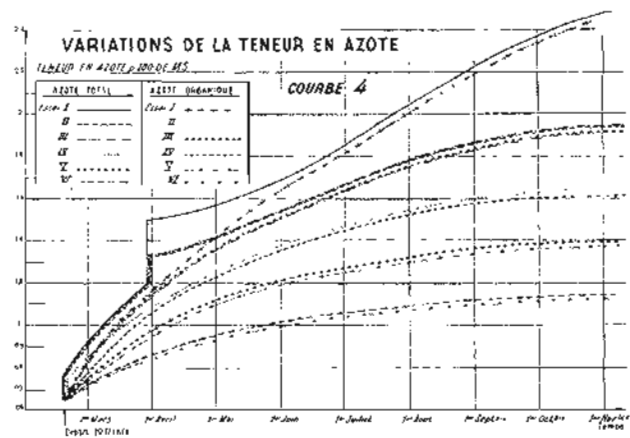
Il est intéressant de calculer, à partir de la teneur en cendres, la matière sèche résiduelle et de comparer le moment où la matière sèche résiduelle atteint 50 % de la matière sèche initiale, c'est-à-dire le moment où le taux des cendres de la matière en humification a atteint le double de celui du sarment frais. Ce moment se situe :

47	jours après la mise en tas pour l'essai I (1950) ayant eu 7 N p. 1.000 M. S.
51	--- --- II (1950) ayant eu 14 N p. 1.000 M. S.
65	--- --- I (1951) ayant eu 3 N p. 1.000 M. S.
81-82	--- --- les essais II et III (1951) ayant eu 2 N p. 1.000 M. S.
107	--- --- l'essai IV (1951) ayant eu 0,8 N p. 1.000 M. S.
135	--- --- V (1951) rien.

D'après ces chiffres, on voit que l'optimum de l'apport azoté se situerait entre 3 et 7 N p. 1000 de M.S. mise en œuvre, cependant les essais 1950 et 1951 n'ont pas été effectués dans des conditions identiques, en effet, comme il a été dit, le broyage en 1950 et 1951 était différent, en outre l'azote a été apporté sous forme de nitrate d'ammonium en 1950 alors qu'en 1951, c'était sous forme de sulfate ou de phosphate d'ammonium. A notre avis, comme il a été déjà dit précédemment, le broyage semble être un facteur plus décisif que la forme d'azote.

4° Variations de la teneur en azote au cours de l'humification (Courbe n° 4).

Dans une précédente étude (7), nous avons montré l'évolution de l'azote au cours de l'humification. Cette évolution se déroule suivant plusieurs phases :



1° La décomposition de la matière végétale conduit par combustion des glucides, à une concentration du N organique contenu initialement dans le sarment. Ainsi la teneur en N total dans les essais dépourvus d'apport d'N, passe de 0,65 % au départ à 1,4 % chez l'essai V et à 1,15 % chez l'essai VI après 8 mois 1/2 d'humification (le 7 novembre). Entre parenthèse, on remarquera la décomposition plus faible de VI, qui, comme le montre d'ailleurs également les températures de fermentation, est dû à la présence de terre dans la masse de sarments diminuant l'aérobiose.

2° Les composés azotés organiques d'origine végétale sont hydrolysés et servent d'aliment azoté aux microorganismes pour la synthèse de leurs protéines protoplasmiques qui, dans la suite après la mort de la microflore, sont à nouveau partiellement hydrolysées.

Cette hydrolyse partielle en ammoniacque du N organique végétal et microbien explique que les teneurs en N organique soient inférieures à celles en N total, comme nous le voyons pour l'ensemble des essais.

3° Le N minéral apporté subit également différents modes de transformation. En effet, il peut :

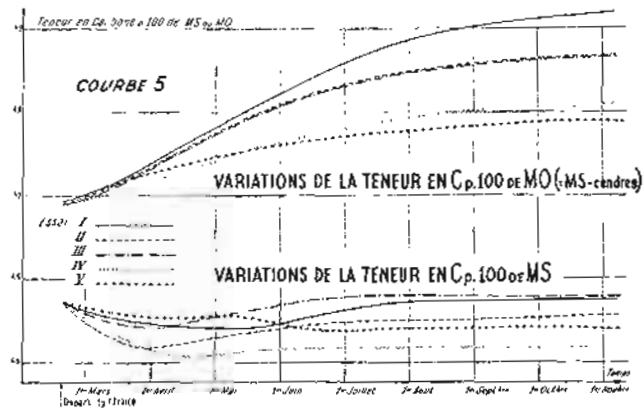
a) Servir comme matière première pour la synthèse des protéines protoplasmiques de la microflore, au même titre que l'azote du végétal. Cette transformation du N minéral en N organique se fait progressivement jusqu'au moment où le N organique représente environ 97 % du N total. A ce moment, l'hydrolyse en ammoniacque (3 % du N total) d'une fraction du N organique empêche la transformation de l'ensemble de l'N en N organique.

b) Être dénitrifié.

c) Être entraîné par le lessivage et se retrouver dans le purin artificiel.

Ces deux derniers processus sont bien moins accentués au cours de nos essais 1951 qu'en 1950, car les taux de N obtenus analytiquement sont plus voisins de ceux calculés d'après la teneur en N de la matière sèche résiduelle et l'apport de N minéral. Prenons l'essai IV comme exemple, au départ on avait 1000 kg. de M.S. contenant 0,65 N % M.S., c'est-à-dire 6,5 kg d'N, on a apporté 0,8 N minéral p. 1000 kg. de M.S., au total, on dispose donc de 7,3 kg. d'N. Le 7 novembre, il

nous restait $\frac{1000 \times (2,4 + 0,2)}{6} = 433$ kg. de M.S. résiduelle qui conte-



D'après les conceptions récentes, les « acides humiques » seraient constitués de macromolécules engendrés par cyclisation et polymérisation de la lignine. Les variations de la teneur en C, p. 100 de M.S., sont très faibles comme le montre la courbe 5 et ne donnent guère d'indications. Par contre la teneur en C, p. 100 de M.S., dépourvue de cendres permet des déductions qui confirment celles données par les autres critères.

5. Variations de la teneur en carbone au cours de l'humification (Courbe 5).

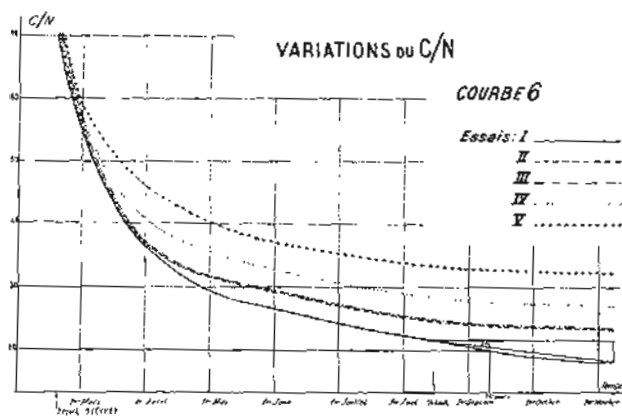
De la courbe 4, on peut déduire, comme des autres critères, l'action de l'N employé à doses modérées. Une différence entre II et III n'étant guère visible, on peut conclure à une action identique de $SO_4(NH_4)_2$ et de $PO_4(NH_4)_3$. L'acide phosphorique ne semble nullement activer l'humification.

De la comparaison de ces chiffres, nous constatons que les pertes sont plus faibles qu'en 1950, où les fortes doses d'N employé (7 et 14 p. 1000) avaient activé ces phénomènes de pertes qui se chiffraient à peu près de 85 p. 100 de l'N apporté. Il est possible aussi que l'apport d'N ayant été effectué partiellement sous la forme nitrique, cela favorise la dénitrification.

ESSAI	N départ en Kg	N à la fin de l'essai en Kg	Pertes d'N en Kg	Pertes en % de l'N apporté
I	6,5+3 = 9,5	8,58	0,92	30,6
II	6,5+2 = 8,5	7,92	0,58	28
III	6,5+2 = 8,5	8,07	0,13	21,5
IV	6,5+0,8 = 7,3	7,14	0,16	20,0
V	6,5	6,44	0,06	pratiquement 0

TABLEAU V.

433 x 100 = 7,14. Les pertes se chiffrent donc à : $7,3 - 7,14 = 0,16$ kg. d'N.



sation enzymatiques (6) ; il est donc normal que là où le taux de C de la matière organique est le plus élevé, le produit contienne le plus d'« acides humiques » et soit donc le mieux humifié.

La courbe 5 (C p. 100 de M.S. dépourvue de cendres) permet des conclusions identiques à celles énoncées ci-dessus.

L'essai I (3 N) présente la meilleure humification.

L'essai II (2 N+2 P₂O₅) et l'essai III (2 N) sont identiques. L'acide phosphorique n'agit nullement.

L'essai V sans apport d'N présente la plus faible humification, abstraction faite de l'essai VI.

6° Rapport C/N (Courbe 6) et moment d'utilisation du fumier artificiel de sarments de vigne.

LEMMERMANN (8) a démontré qu'un fumier doit avoir un C/N inférieur à 20, sinon l'enfouissement de ce fumier pourrait avoir un effet préjudiciable au développement des plantes cultivées. Les sarments utilisés présentaient au départ un C/N = 70,3, l'humification a pour but de porter ce rapport à 20. Le taux de C p. 100 de M.S. ne varie guère étant donné l'accumulation de cendres dans le milieu. Il en résulte que le taux de N doit croître.

Il y a deux possibilités :

1° Comme il a été dit précédemment, la décomposition de la matière végétale conduit, par combustion des glucides, à une concentration du N organique contenu initialement dans le sarment. C'est ce qu'on appelle le procédé de soustraction qui nécessite un temps assez long.

2° On augmente tout simplement la teneur en N par un rapport d'engrais azoté. C'est le procédé dit par addition, il est caractérisé par des doses importantes d'azote minéral.

La technique des fumiers artificiels se résume généralement à un procédé intermédiaire. Mais la prédominance de l'un des deux procédés vis-à-vis de l'autre dépendra avant tout du facteur : temps.

Si le hachage est fin (ex. : essais 1950), la décomposition sera relativement rapide par rapport à celle avec hachage grossier et irrégulier (ex. : essais 1951), on préférera le procédé de soustraction, d'autant plus qu'en Afrique du Nord, le viticulteur a 8-10 mois pour effectuer l'humification, l'épandage du fumier ne s'effectuant qu'après les premières pluies d'automne.

Dans le cas d'un hachage grossier, il faudra donner la préférence au procédé d'addition, c'est-à-dire apporter de l'azote minéral afin d'activer l'humification, c'est ce que démontrent nos essais 1951.

En considérant la courbe 6, nous voyons que le C/N décroît rapidement, mais que seul l'essai I atteint des valeurs inférieures à 20. D'autre part, il est intéressant de comparer la pente moyenne des courbes (exprimée par leur tangente (1) du 14 août au 7 novembre (83 jours).

Essai	I = 0,0385
»	II = 0,0180
»	III = 0,0192
»	IV = 0,0156
»	V = 0,0144

Si nous comparons ces résultats à ceux enregistrés par les courbes des températures (courbe 1), nous voyons une coïncidence très nette. En effet, du 14 août au 7 novembre, seul l'essai I maintient sa température, ce qui montre que la fermentation humificatrice reste active, il est donc logique que la courbe C/N ait une pente assez forte.

Dans tous les autres essais, la température baisse notablement et la pente du C/N est faible, la décomposition devient languissante. Dans l'ordre décroissant, on trouve du point de vue température, d'abord II, puis III, puis IV et V, ce qui concorde parfaitement avec la pente du C/N vers la fin de nos essais.

Tout cela montre bien que le facteur azote employé à dose modérée est important et il semblerait d'après ce qui a été dit ci-dessus qu'un apport de 2 N p. 1000 de M.S. soit insuffisant. Seul l'essai I ayant eu 3 N p. 1000, présente un C/N inférieur à 20, comme nous l'avons déjà dit, il est à peu près certain qu'avec un hachage plus fin, la décomposition eût été plus active (voir tableau 3) et que la dose de 2 N p. 1000 ou même des doses plus faibles eussent été suffisantes. Le produit humifié I est apte à être épandu à partir du 10 septembre, soit après 200 jours d'humification. A ce moment, les 1.000 kg de M.S. initiales sont réduits à 354 kg de M.S. ce qui correspond à 1.416 kg de fumier à 75 % d'humidité.

(1) La tangente tg est calculée en faisant le quotient par le temps écoulé de la différence des valeurs du C/N. Par exemple, dans le cas de l'essai I, nous avons : C/N au 14 Août 21,5 ; C/N au 2 Nov. 18,3 ; intervalle du temps 83 jours
 $tg a = \frac{21,5 - 18,3}{83} = 0,0385$.

De la courbe 6, on peut déduire des conclusions analogues à celles énoncées précédemment à partir des autres critères, d'après lesquels l'action de l'azote à dose modérée est nette, alors que l'action de l'acide phosphorique est nulle.

II. — RESULTATS DES ESSAIS 1951

Les caractéristiques des produits obtenus :

1° *Qualités des produits humifiés le 7 novembre :*

TABLEAU VI. — COMPOSITION DES PRODUITS HUMIFIES (au 7 Nov.)

EN % DE M.S.	I	II	III	IV	V
Cendres	7	6,4	5,8	6,0	5,2
Carbone organique	45,75	45,6	45,75	45,2	45,4
Azote total	2,50	1,95	1,95	1,65	1,4
Azote organique	2,41	1,90	1,90	1,60	1,35
P ₂ O ₅	0,50	0,98	0,40	0,89	0,37
K ₂ O	2,22	1,81	1,84	1,69	1,62
C/N	18,3	23,4	23,4	27,3	32,4
PH	7,1	7,5	7,2	8,0	8,0

Le tableau ci-dessus montre que le fumier artificiel de sarment de vigne a une composition voisine de celle du fumier artificiel de paille et du fumier de ferme.

2° *Quantités des produits humifiés le 7 novembre.*

Les 1.000 kg. de M.S. du départ se sont réduits après 258 jours d'humification :

pour l'essai I à 343 kg de M.S. soit 1.372 kg de fumier à 75 % d'humidité
 » II à 406 » 1.624 » »
 » III à 414 » 1.656 » »
 » IV à 432 » 1.728 » »
 » V à 460 » 1.840 » »

Si nous nous référons à l'essai I, quand son C/N atteint 20, c'est-à-dire après 200 jours d'humification, les 1.000 kg de M.S. initiales engendrent 1.416 kg de fumier à 75 % d'humidité. Or, comme les

sarments après la taille contiennent environ 30 % d'humidité, on peut dire qu'une tonne de sarments frais engendre :

$$\frac{354 \times 70 \times 100}{100 \times 25} = 991 \text{ kg, soit 1 tonne de fumier à 75 \% d'humidité}$$

C. — CONCLUSIONS

Nos différents essais permettent de classer les facteurs de l'humification selon leur importance et de chiffrer leurs zones d'activité optimum.

1° L'humidité :

L'humidité de la masse en fermentation devra être maintenue au voisinage de 75 %. Un défaut d'humidité réduit le pullulement microbien et favoriserait selon LOEHNIS et KOCH (8) la perte d'azote par dénitrification. Un excès d'humidité accroît le lessivage en particulier celui de l'azote et de la potasse et, en outre, ralentit l'humification par acidification du milieu qui résulte de la diminution de l'aérobiose.

2° Le hachage :

Le hachage devra être conduit de manière à ce que les morceaux aient une longueur inférieure à la longueur moyenne des entre-nœuds des sarments utilisés. Le hachage devra être d'autant plus fin que le cépage a un bois plus dur ou plus serré. Enfin le hachage devra donner un produit homogène, la longueur des morceaux de sarments devant peu s'écarter de la longueur moyenne.

3° Le tassement :

Pour obtenir une bonne humification, il faut créer un milieu aérobie, au moins lors du premier stade d'humification afin d'éviter une acidification du milieu. Il est donc absolument inutile de tasser lors de la mise en tas, même nuisible de le faire. Une anaérobiose aboutit à un ensilage de sarment et non à un fumier.

4° L'Azote :

D'après nos essais, l'optimum de l'apport azote se situerait entre 3 et 7 N p. 1000 de M.S. mise en œuvre. Mais, comme nous l'avons déjà dit, le viticulteur ayant 8 à 10 mois pour effectuer l'humification, on

devra déterminer l'apport d'azote en fonction du broyage. Avec un broyage fin et une bonne aérobose, l'apport d'azote pourra être très faible de l'ordre de 1 N. p. 1000 de M.S. Avec un broyage grossier, il semble qu'un apport de 3 kg d'N pour 1.000 kg de sarments (M.S.) soit suffisant, le produit étant apte à être épandu après 200 jours d'humification. 3 kg d'N pour 1.000 kg. de M.S. correspondent à 2 kg. d'N environ par tonne de sarment frais.

5° L'acide phosphorique et la potasse :

Les essais 1951 montrent l'inutilité d'un apport d'engrais phosphaté. La même conclusion concernant l'apport de potasse a été déduite des essais 1950 (2). Il est donc plus rationnel d'apporter directement ces deux éléments fertilisant au sol, uniquement en fonction de ses besoins, sans faire intervenir ces éléments dans le fumier artificiel.

Mode opératoire de la Fabrication de Fumier artificiel de Sarments de Vigne.

Ces conclusions nous conduisent à conseiller le mode opératoire suivant :

- *Hachage* : hacher les sarments en morceaux de longueur inférieure à celle de l'entre-nœud.
- *Préparation et mise en tas* : Employer de préférence une plateforme à fumier avec fosse à purin, afin de récupérer l'azote et la potasse entraînés par lessivage ; ne pas laisser les sarments hachés ; ne pas incorporer des substances compactes (ex. : marc) ; épandre 1 à 2 kg d'azote (soit 5 à 10 kg de sulfate d'ammoniaque, soit 2 à 4 kg d'urée) par tonne de sarments frais hachés (= environ 4 mètres cubes) en procédant ainsi :

quand le chargement a une épaisseur de 60 à 70 cm. épandre la dose d'azote indiquée ci-dessus pour 6 mètres carrés, arroser jusqu'à ce que l'eau commence à s'écouler à la base du tas (il faut environ 300 litres d'eau par tonne de sarments), laisser la préfermentation aérobie s'effectuer au moins pendant 15 jours.

Après 15 jours, effectuer un nouveau chargement de la même manière que ci-dessus, et ainsi de suite jusqu'à 2 mètres de haut.

Il est recommandé de ne jamais tasser les sarments mis en œuvre.

- *Arrosages* : Effectuer pendant les 15 jours qui suivent la mise en tas deux arrosages par semaine à raison d'environ 100 litres par tonne de sarments chaque fois ; par la suite, arroser une fois par semaine ;

éviter l'apparition dans la masse d'un feutrage mycélien blanc qui est le signe d'une humidité insuffisante ;
(les chiffres d'eau sont donnés à titre indicatif étant donné leur variabilité en fonction de l'évaporation).

- *Incident* : Si la décomposition devient languissante, effectuer un recoupage.

Maison-Carrée, le 13 Novembre 1952 : A. ANSTETT.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) M. FLANZY. — De l'intérêt que présentent les études sur les sous-produits de la vigne et du vin. Vignes et Vins « Publication de P.L.T.V. ». Mai-juin 1951, n° 15.
- (2) A. ANSTETT. — Essais de fabrication de fumier artificiel de sarments de vigne ; Annales de P.L.A.A. et des Serv. de Recherches et d'expér. agric. en Algérie. Janvier 1951. Tome VI, fasc. I.
- (3) P. VIALA et V. VERMOREL. — Ampélographie ; Tome I. Masson, 1910.
- (4) G. DUCCELLIER. — Les enseignements de 10 années de travaux sur la production du gaz de fumier ; Elevage et Culture, n° 20, Alger, 1951.
- (5) A. ANSTETT. — Influence du potentiel d'oxydo-réduction sur la coloration des substances humiques ; C.R. Ac. des Sciences, T. 234, p. 1199-1201, Séance du 10 mars 1952.
- (6) O.V. PLOTHO. — Weitere Untersuchungen zur Humusbildung der Mikroorganismen ; Zeit. Pflanz., Düng. Bodenkunde 55 (100), Heft 2, 1951. p. 151-169. Verlag Chemie Weinheim et Berlin.
- (7) A. ANSTETT. — Le facteur azote dans l'humification des sarments de vigne. An. Agro. n° 4 de 1951, p. 434-441.
- (8) Cité in O. FLIEG. — Untersuchungen über Herstellung und Wirkung von künstlichem Stallmist. Z. Pflanzenernährg, Düng u. Bodenkunde Teil B, Tome IX, cahier 5, 1930.
- (9) A. DEMOLON et H. BURGEVIN. — Humification des pailles. Imprimerie Nationale, 1941.