

J. DIDIER DE ST AMAND

G. CAS

M. F. LEFRANC

**ÉTHODES DE DOSAGES EFFECTUÉES
PAR AUTOANALYSE AU LABORATOIRE
DE DIAGNOSTIC FOLIAIRE
DE L'O.R.S.T.O.M.**

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ET TECHNIQUE OUTRE-MER



INITIATIONS - DOCUMENTATIONS TECHNIQUES

N° 9

O. R. S. T. O. M.

PARIS

1968

**MÉTHODES DE DOSAGES EFFECTUÉES
PAR AUTOANALYSE AU LABORATOIRE
DE DIAGNOSTIC FOLIAIRE
DE L'O.R.S.T.O.M.**

**J. DIDIER DE SAINT-AMAND
G. CAS
M.F. LEFRANC**

1968

Introduction

Le laboratoire d'analyses végétales des S.S.C. de l'O.R.S.T.O.M. à Bondy, équipé en 1967 avec un ensemble d'autoanalyse Technicon, a mis au point un certain nombre de dosages réalisables en série pour les éléments suivants :

- Magnésium
- Phosphore
- Soufre
- Azote total et Azote ammoniacal
- Chlore

Ces dosages intéressent essentiellement des végétaux tropicaux, en provenance surtout d'Afrique Noire (Dahomey, Côte d'Ivoire) et d'Afrique du Nord.

Généralités

DISPOSITIF UTILISÉ

Le matériel utilisé consiste en un ensemble d'autoanalyse "Technicon", dont le distributeur original a été remplacé par un plateau de distribution d'échantillons fabriqué par les Etablissements FLAM ("Le Matériel Physico-Chimique", Le Perreux) caractérisé par la possibilité d'effectuer un temps de rinçage par eau égal au temps de pompage de la solution à analyser, le pompage s'effectuant hors du circuit de distribution. Cette particularité représente, semble-t-il, un avantage assez remarquable dans le cas du dosage du soufre par turbidimétrie, en retardant la contamination de l'ensemble d'autoanalyse. Pour les autres dosages, elle n'apporte aucune gêne, sinon celle de limiter quelque peu la vitesse de passage des échantillons. L'enregistrement des courbes caractéristiques Technicon se trouve de ce fait un peu modifié, et on remarquera sur les graphiques qui sont donnés ci-après que le retour de la courbe après les pics est beaucoup plus rapproché de la ligne de base que dans un enregistrement Technicon classique.

COENREGISTREMENT COLORIMÉTRIE - PHOTOMÉTRIE DE FLAMME

Un photomètre à flamme couplé avec l'ensemble d'autoanalyse permet, à partir d'un pompage dans la même solution minéralisée, d'effectuer l'enregistrement simultané des teneurs en phosphore - calcium ou en magnésium - potassium, par exemple dans les échantillons.

Les autres éléments, soufre, azote, chlore, sont déterminés à partir de minéralisations particulières.

DÉBIT DES ANALYSES

Le débit moyen des dosages varie de 30 à 40 échantillons par heure, suivant l'élément à doser.

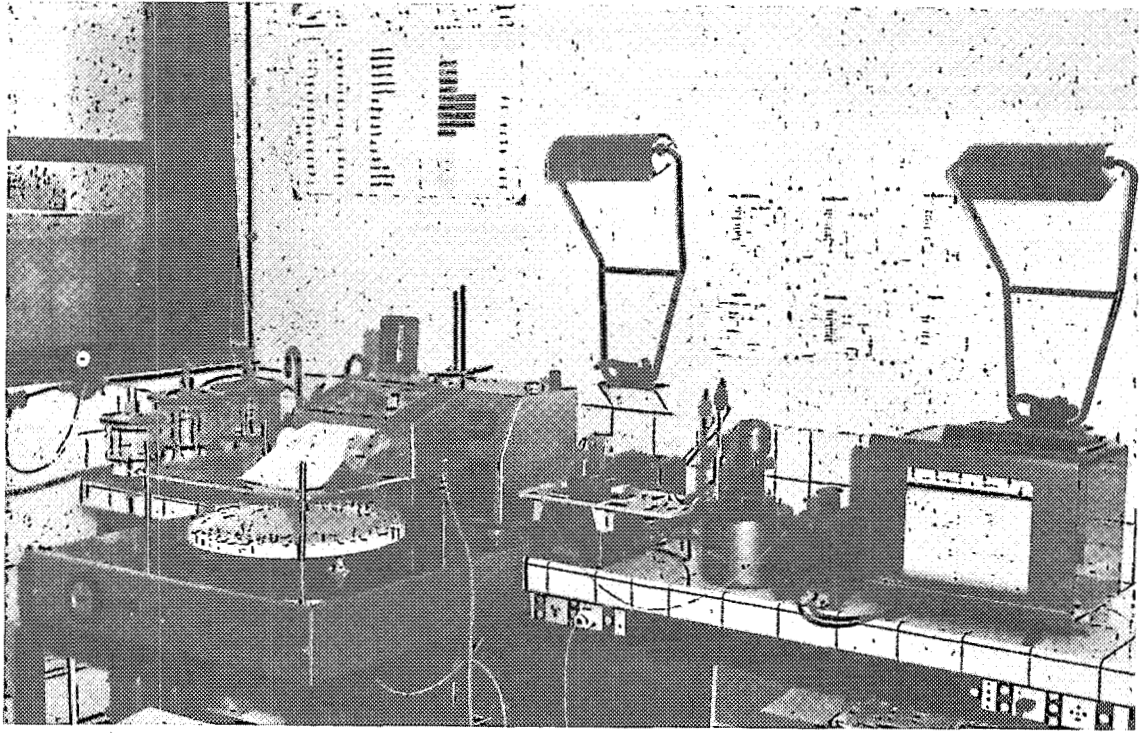


Fig. 1 — Détail de l'enregistrement simultané des éléments phosphore - potassium et de l'ensemble de distribution.

Dosage du magnésium

PRINCIPE

Le jaune titane qui a, en solution aqueuse, une coloration jaune, prend en présence d'hydroxyde de magnésium colloïdal, sur lequel il est adsorbé, une coloration rose. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration en magnésium.

MINÉRALISATION

Le mode de minéralisation indiqué est valable pour les déterminations de phosphore total, de magnésium, de calcium et de potassium.

- L'incinération est faite sur 500 mg de poudre végétale bien homogénéisée, sur laquelle est effectué indépendamment un coefficient d'humidité dont il est tenu compte dans le calcul des teneurs, ou qui permet de modifier le poids de la prise afin d'obtenir des valeurs en pourcentages directement lisibles sur les pics d'enregistrement, c'est ce qui est fait couramment au laboratoire.
- La pesée est effectuée dans une capsule de silice.
- Les capsules sont disposées dans un four froid dont la température est élevée, en 2 heures environ à 450°, et maintenue 2 heures à cette température. On doit obtenir au bout de ce temps des cendres claires que l'on laisse refroidir.
- Ces cendres sont humectées par 1 à 2 ml d'eau froide, puis par 1 ml de HCl 1/2 ajouté lentement.

On chauffe alors sur plaque chauffante douce jusqu'à apparition des premières vapeurs, puis on filtre sur filtre sans cendre au-dessus d'une fiole jaugée de 50 ml, en rinçant 3 ou 4 fois à l'eau tiède.

La concentration finale de la solution minéralisée est de 1% d'acide chlorhydrique.

Cas de végétaux très riches en silice

Pour certains végétaux présentant des teneurs élevées en silice (Palmier, Riz, par exemple) une reprise par l'acide fluorhydrique est nécessaire. Dans ce cas, on procède de la façon suivante :

- L'incinération est opérée dans des capsules de platine. Les cendres obtenues sont reprises par 1 à 2 gouttes d'acide sulfurique concentré et 5 ml d'acide fluorhydrique. Les capsules

sont portées au bain-marie puis leur contenu est évaporé à sec avec précaution sur plaque chauffante. Le résidu est repris par 2 ml de HCl pur, à nouveau évaporé à sec, puis repris enfin par 1 ml de HCl 1/2. La filtration est opérée suivant le processus indiqué ci-dessus.

INTERFÉRENCES

Les interférences de Ca, P; Fe, Al, Mn, toujours possibles, sont bien éliminées par l'utilisation de la solution compensatrice.

REACTIFS

Solution compensatrice

. Solution A

On dissout 25 g d'EGTA (3, 6, 12) (acide éthylène glycol bis-amino éthyl NN' tétra-acétique) dans une quantité suffisante de soude à 10%. On ajuste sous pH mètre à pH 7 avec de l'acide chlorhydrique.

On ajoute ensuite 225 mg de Cl_3Al , $6\text{H}_2\text{O}$ et 3,5 g de KCN, et on complète à 1 litre avec de l'eau distillée.

. Solution B

C'est une solution d'alcool polyvinylique à 2‰: 2 g d'alcool polyvinylique sont dissous dans un peu d'eau chaude, avant de compléter à 1 litre.

La solution compensatrice correspond au mélange de 200 ml de solution A à 400 ml de solution B.

Solution étalon de magnésium

A partir d'une solution mère de $\text{SO}_4\text{Mg}, 7\text{H}_2\text{O}$ (préalablement recalciné), à 1 mg/ml de Mg, on prépare une gamme étalon de 10 à 80 γ /ml. Chaque étalon comporte 50 γ /ml de Ca et 0,04 ml de HCl au 1/2 par ml.

Solution de jaune titane

Il est conseillé d'utiliser des produits Merck. On prépare une solution à 100 mg/litre de jaune titane dans laquelle on ajoute 2 g/litre de chlorhydrate d'hydroxylamine.

Solution de soude

C'est une solution comportant 100 g de soude en pastilles pour 1 litre d'eau distillée.

RECOMMANDATIONS

- Tous les réactifs sont conservés au frigidaire, mais il convient de prendre soin de les sortir suffisamment de temps avant leur emploi, afin qu'ils reprennent la température ambiante.
- La solution de jaune titane doit être renouvelée fréquemment.

GAMME ÉTALON - COURBE D'ÉTALONNAGE

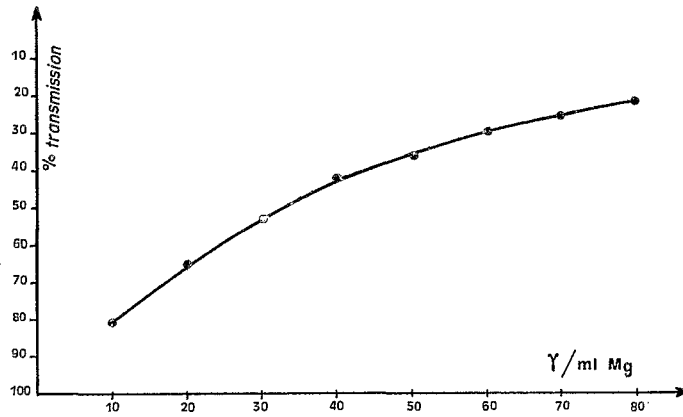


Fig. 2 - Courbe étalon Mg

ENREGISTREMENT DE LA GAMME ÉTALON - MAGNESIUM (γ/ml)

prélèvement : 1 minute

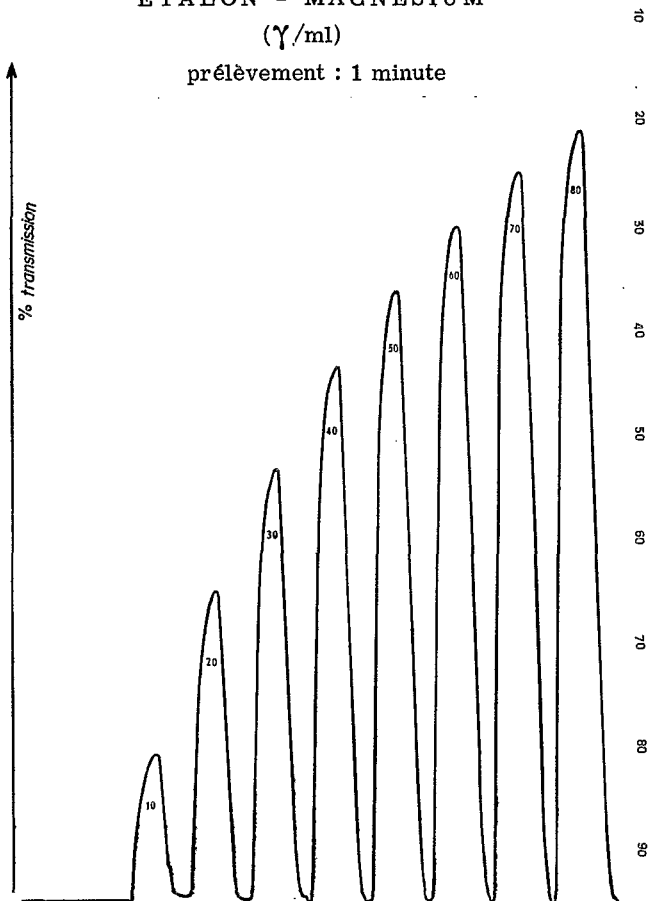


Fig. 3

COMPARAISON DE QUELQUES RESULTATS OBTENUS PAR COMPLEXOMETRIE
ET PAR LA METHODE AU JAUNE TITANE EN AUTOANALYSE

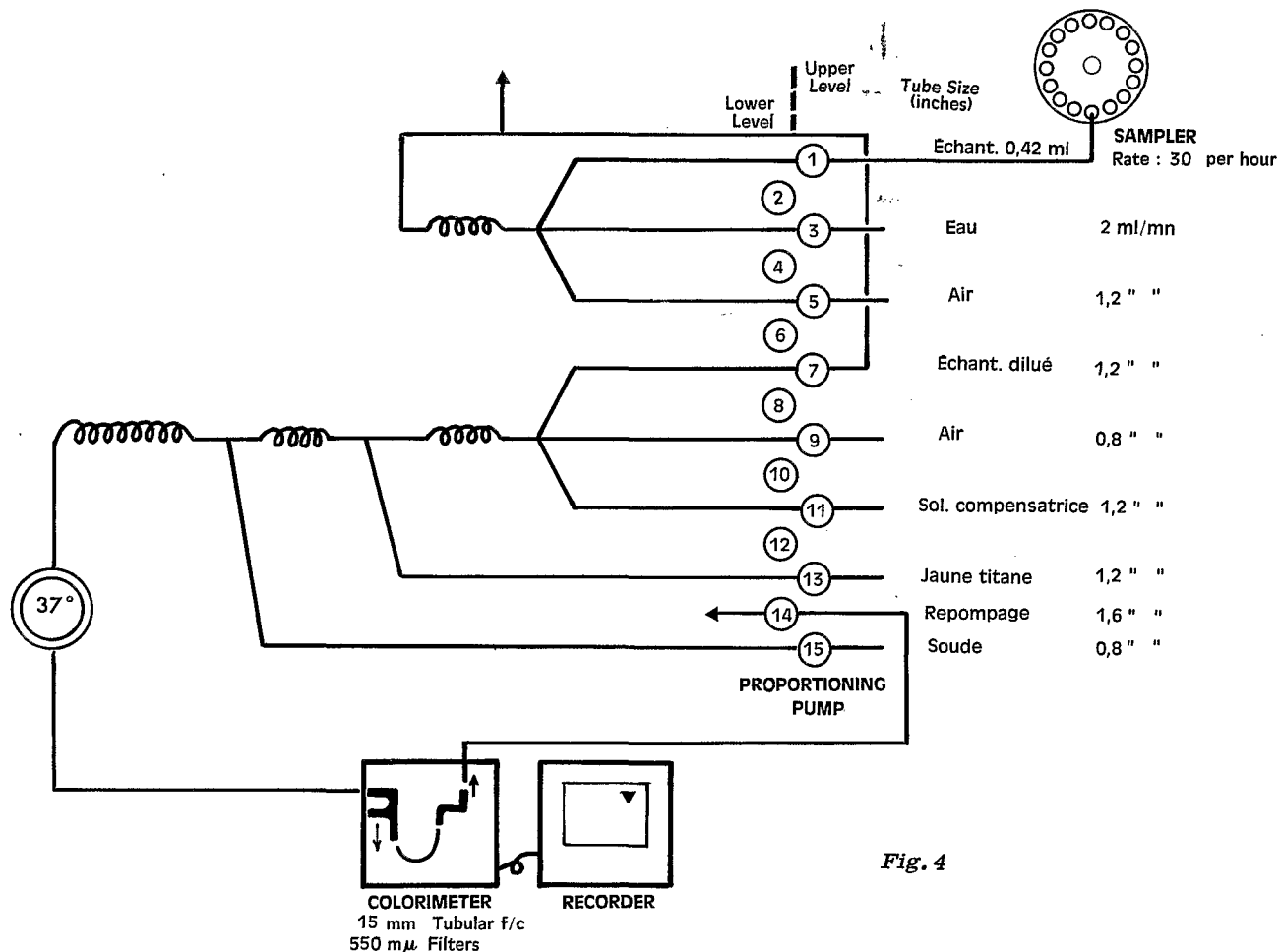
Tabl. I – Résultats obtenus sur MAÏS – Essais culture sans sol
DAHOMÉY – 1967

N° échantillon	Complexométrie	Jaune Titane
	Mg%	Mg%
S.I. VI. D 41 23	0, 18	0, 16
" 24	0, 27	0, 27
" 25	0, 30	0, 27
" 26	0, 33	0, 31
" 27	0, 30	0, 27
" 28	0, 25	0, 23
" 29	0, 35	0, 33
" 30	0, 42	0, 37
" 31	0, 28	0, 28
" 32	0, 35	0, 31

Tabl. II – Résultats obtenus sur MANDARINIER de Blidah
Essais d'irrigation par eau salée
TUNISIE – 1967

N° échantillon	Complexométrie	Jaune Titane
	Mg%	Mg%
C.S. A-D.43 - 1	0, 22	0, 21
" 2	0, 20	0, 20
" 3	0, 22	0, 20
" 4	0, 22	0, 21
" 5	0, 29	0, 26
" 6	0, 29	0, 27
" 7	0, 28	0, 28
" 8	0, 28	0, 26
" 9	0, 29	0, 28
" 10	0, 30	0, 27

DOSAGE DU MAGNESIUM



MANIFOLD

- Temps de prélèvement : 1 minute
- Rinçages intermédiaires : 1 minute,
- Les étalons-standard sont passés tous les 20 échantillons
- Colorimètre : cuve de 15 mm
 filtre : 550 m μ
- Le manifold doit être soigneusement nettoyé par de l'HCl dilué après les dosages.

Dosage du phosphore total

PRINCIPE

La densité optique du complexe phospho-vanado molybdique est mesurée au colorimètre à 420 m μ en cuve tubulaire de 15 mm.

MINÉRALISATION

Elle est identique à celle indiquée dans le chapitre "dosage du magnésium", puisque la même solution de minéralisation permet les déterminations des teneurs en P, Mg, K et Ca sur un échantillon donné.

RÉACTIFS

Le réactif vanado molybdique est préparé de la façon suivante :
• mélanger dans l'ordre et en proportions égales les solutions suivantes :

— *Solution A*

Mélange de 1 volume de NO_3H ($d = 1,33$) à 2 volumes d'eau distillée.
On en prépare généralement au moins 2 litres.

— *Solution B*

Dissoudre 5 g de vanadate d'ammonium (NH_4VO_3) dans environ 500 ml d'eau distillée bouillante. Laisser refroidir. Ajouter 40 ml de NO_3H ($d = 1,33$) et compléter à 2 l, avec de l'eau distillée après refroidissement.

— *Solution C*

Dissoudre 100 g de molybdate d'ammonium ($(\text{NH}_4)_6\text{MO}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) dans environ 1 l d'eau distillée chauffée à 75° C.
Compléter à 2 l par de l'eau distillée après refroidissement.

GAMME ÉTALON - COURBE D'ÉTALONNAGE

A partir d'une solution mère de $\text{PO}_4\text{H}(\text{NH}_4)_2$ à 1 mg de P par ml, on prépare des standards de 10 à 80 γ/ml .

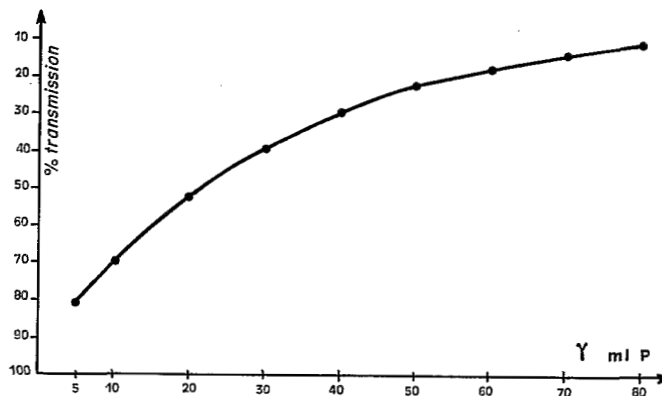


Fig. 5 - Courbe étalon P

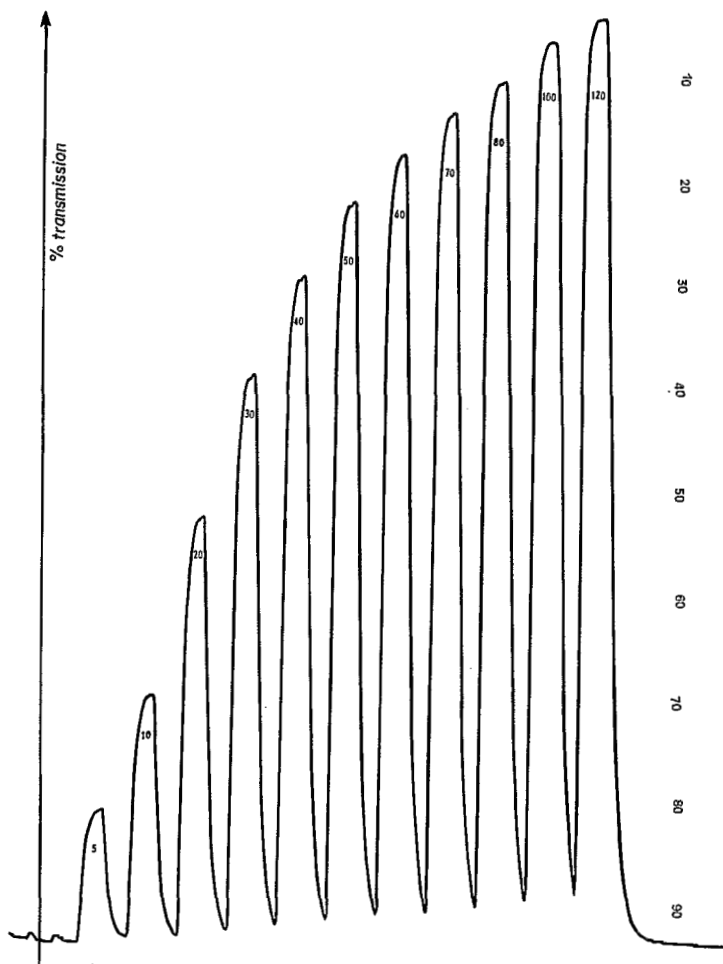


Fig. 6

ENREGISTREMENT DE LA GAMME
ETALON - PHOSPHORE
(γ/ml)
prélèvement : 45 secondes

DOSAGE DU PHOSPHORE

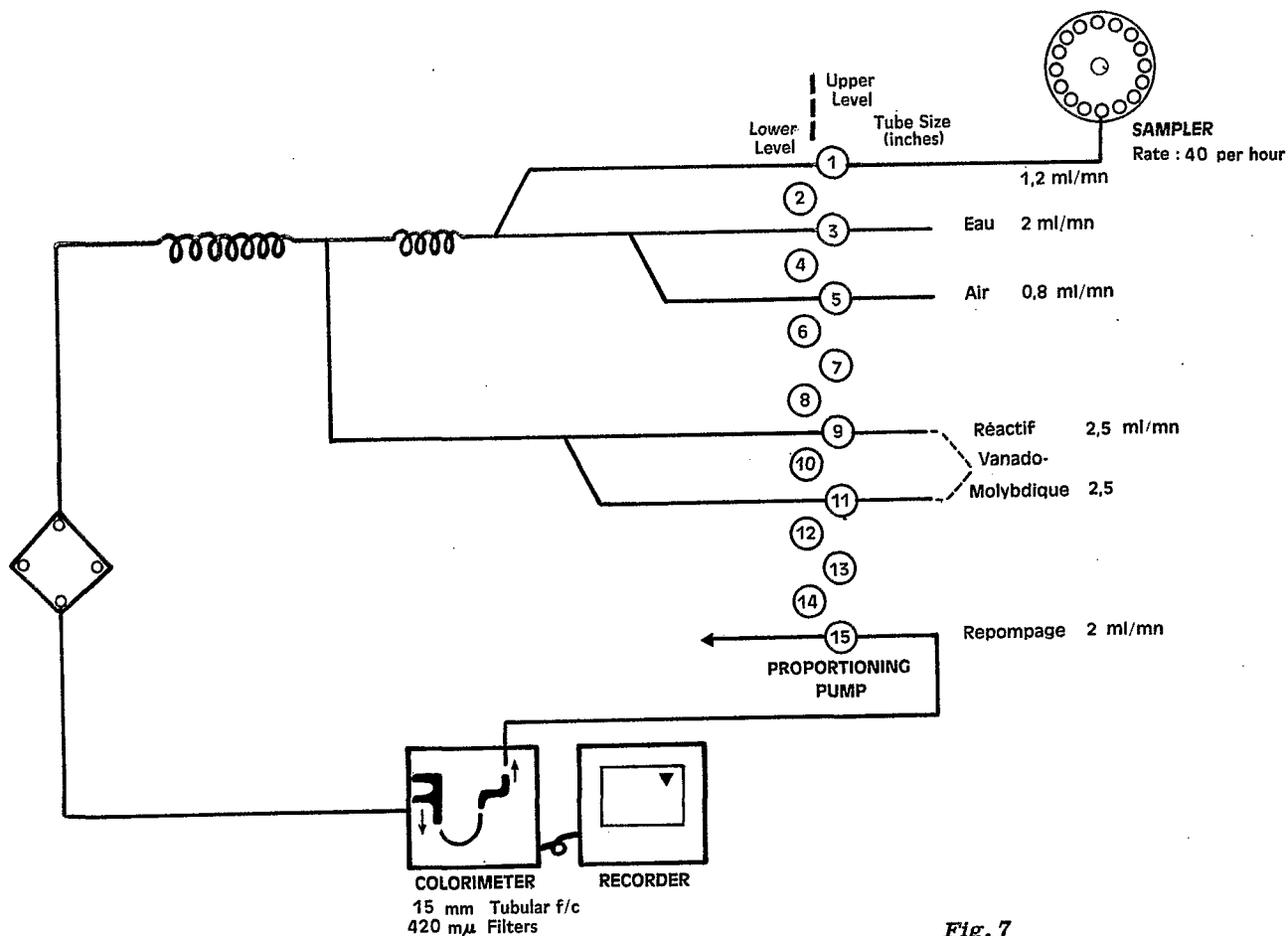


Fig. 7

MANIFOLD

- Temps de prélèvement : 45 secondes
- Rinçages intermédiaires : 45 secondes
- Les étalons standard sont passés tous les 20 échantillons
- Colorimètre : cuve de 15 mm
filtre : 420 m μ

COMPARAISON DE RESULTATS OBTENUS
PAR METHODE MANUELLE ET PAR AUTOANALYSE

TABL. III – ECHANTILLONS : FEUILLES DE MAÏS
Essais de fertilisation au DAHOMEY

N° échantillon	Autoanalyse	Méthode manuelle
66. 10. 141	0.267	0.263
" 142	0.255	0.252
" 143	0.260	0.258
" 144	0.257	0.254
" 145	0.267	0.261
" 146	0.325	0.331
" 147	0.230	0.231
" 148	0.245	0.244
" 149	0.230	0.226
" 150	0.195	0.193
" 151	0.290	0.290
" 152	0.270	0.265
" 153	0.287	0.283
" 154	0.285	0.281
" 155	0.277	0.274
" 156	0.245	0.241
" 157	0.247	0.241
" 158	0.237	0.237
" 159	0.245	0.243
" 160	0.227	0.225

Résultats exprimés en g de P. pour 100 g poids sec.

Dosage du soufre total

PRINCIPE

Par une attaque oxydante, le soufre de la matière végétale se transforme en sulfate que l'on précipite sous forme de sulfate de baryum. L'intensité du trouble est mesurée au colorimètre.

MINÉRALISATION

La minéralisation est opérée dans un appareillage spécial constitué par un bloc de digestion en aluminium posé sur une plaque chauffante. Une reproduction photographique en est donnée fig. 8.

Ce bloc de 5 cm d'épaisseur est percé sur une hauteur de 4 cm de trous susceptibles de recevoir des tubes de 25 mm de diamètre gradués à 50 ml, au nombre d'une cinquantaine, ce qui permet une attaque en série.

On introduit dans les tubes environ 500 mg de matière végétale, de sorte que la concentration finale de la solution minéralisée soit de 10 à 50 γ /ml de S.

Le poids choisi de poudre végétale est modifié par le coefficient d'humidité, comme il a été indiqué dans le paragraphe sur la minéralisation pour le dosage du phosphore, afin de pouvoir faire la transposition directe en pourcentage d'élément, de la hauteur des pics d'enregistrement.

A la poudre, sont ajoutés quelques billes de verre et 3 ml de NO_3H concentré.

Placer de petits entonnoirs dans les ouvertures des tubes et laisser digérer jusqu'au lendemain.

Placer les tubes dans le bloc d'aluminium.

Chauffer 1 heure à 150° C, puis ajouter par les entonnoirs 2 ml d'acide perchlorique à 60 - 70%, exactement mesurés.

Elever la température progressivement jusqu'à 235° et laisser digérer 2 heures à cette température.

Enlever les entonnoirs, ajouter 1 ml de HCl concentré et chauffer à nouveau 20 minutes à 150° C.

Les tubes sont ensuite retirés du bloc et mis à refroidir, puis reçoivent environ 35 ml d'H₂O distillée et 10 ml de tampon.

Compléter à 50 ml avec de l'eau distillée, agiter et laisser décanter avant de faire le dosage.

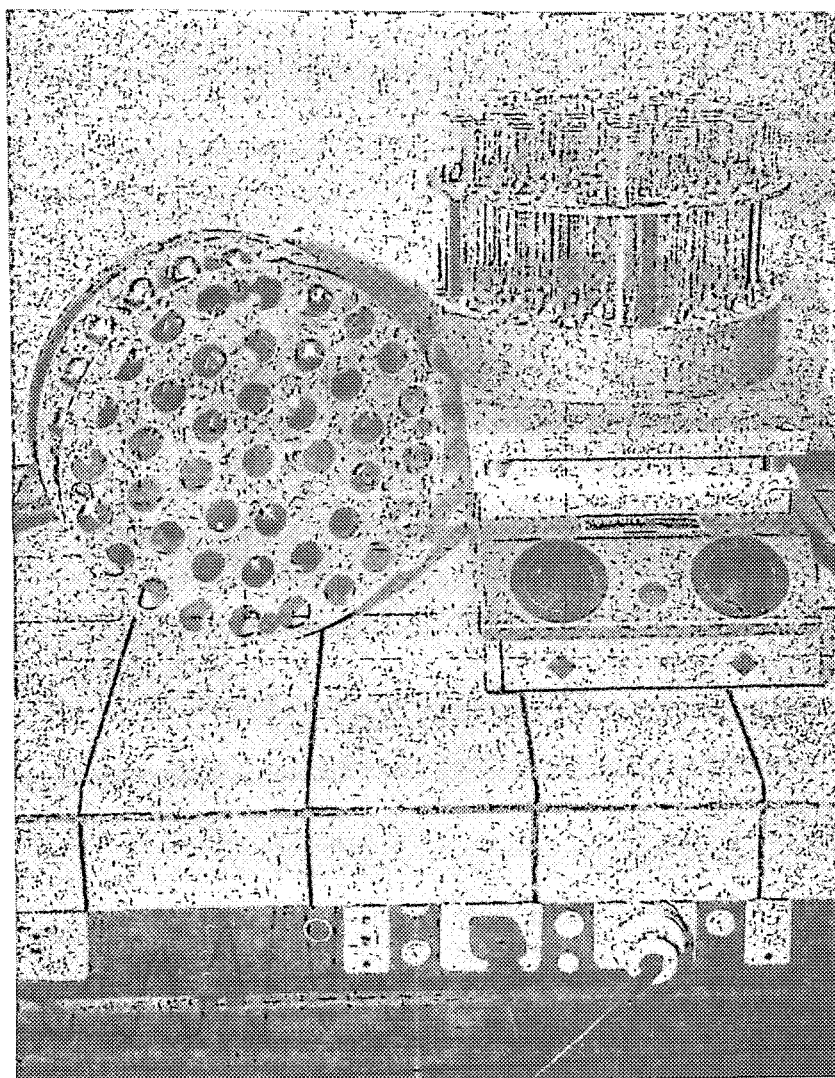


Fig. 8 — Bloc d'aluminium utilisé pour la minéralisation

RÉACTIFS

NO₃H concentré

ClO₄H 60 - 70%

HCl concentré

Solution tampon : Cl₂Mg, 6 H₂O 40 g/l

CH₃ COONa, 3 H₂O 6,8 g/l

NO₃K 0,83 g/l

C₂H₅OH 95° 28 ml/l

Réactif : Gélatine à 1% comportant du Cl₂Ba
à 1% et 12 ml/l de HCl

Etalonnage Solution mère de SO₄K₂ à 1 mg de S par millilitre utilisée pour une gamme généralement de 10 à 60 γ/ml de S : la solution standard, mesurée à la burette est introduite dans les tubes. Puis cette solution est évaporée à sec au bain-marie. Le résidu est alors traité de la même façon que les échantillons.

GAMME ÉTALON - COURBE D'ÉTALONNAGE

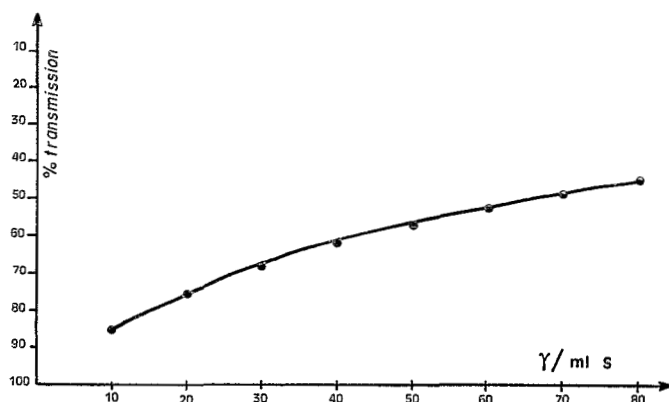


Fig. 9 - Courbe étalon S

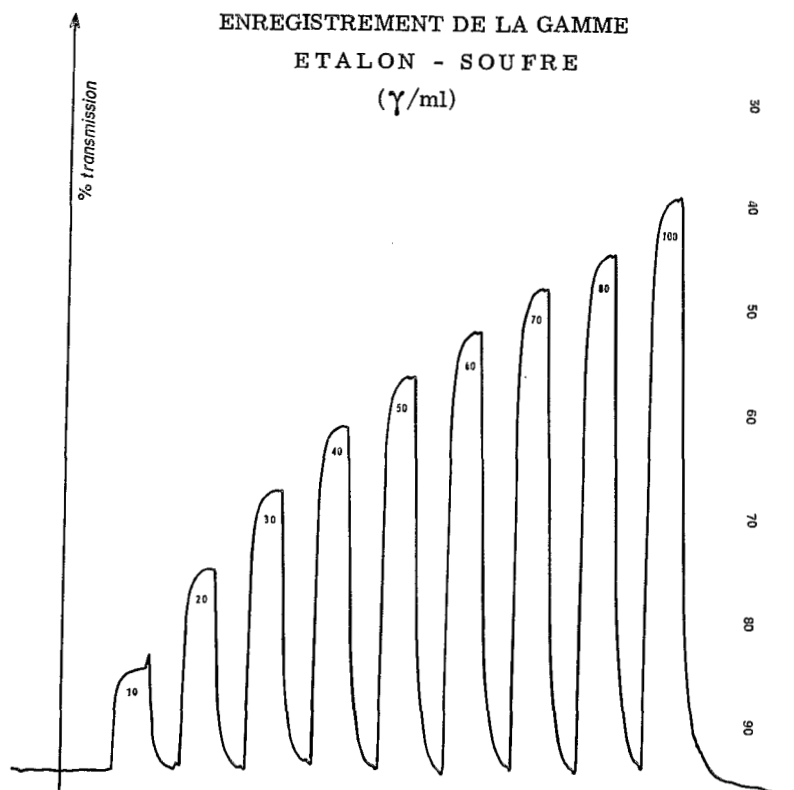
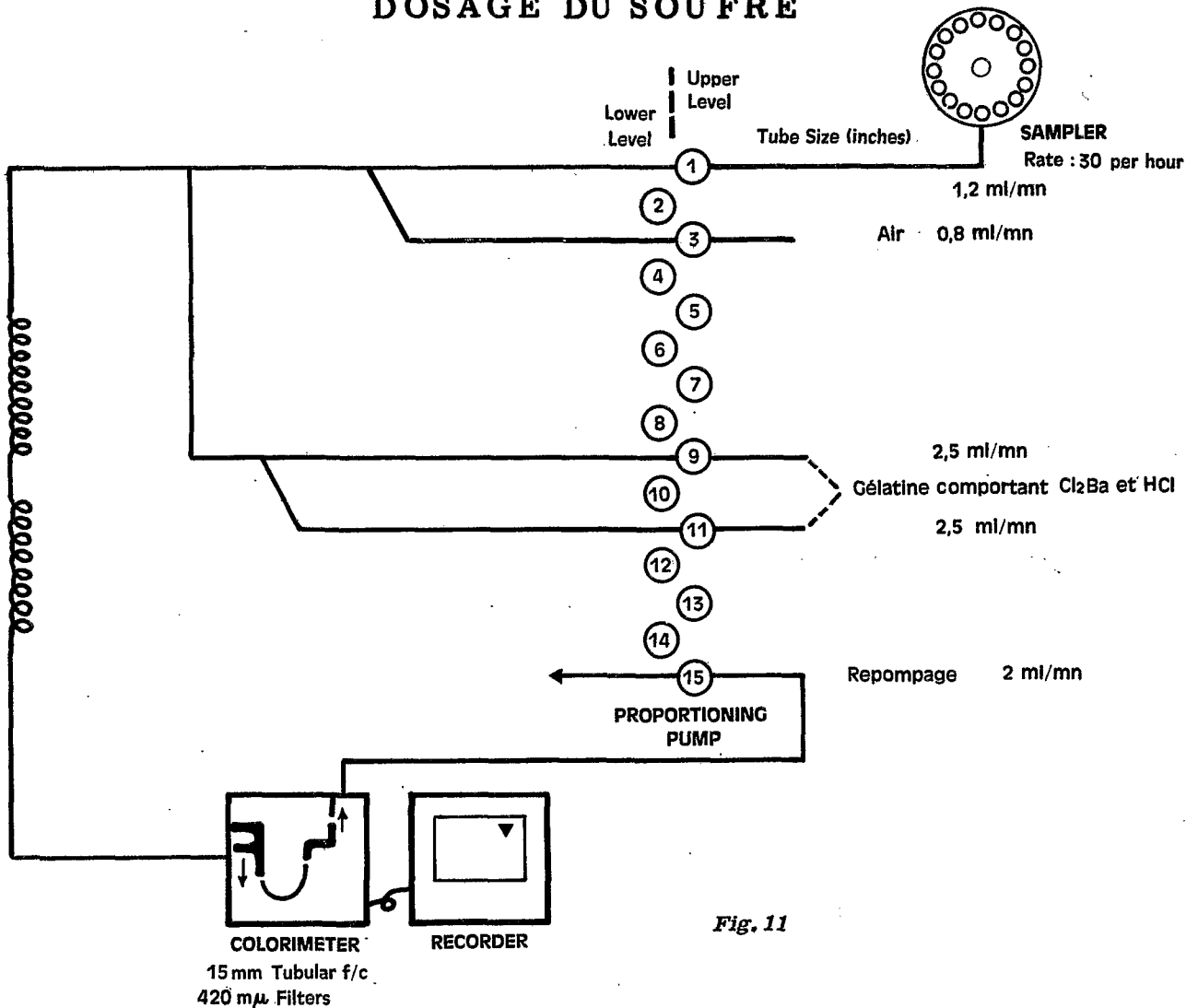


Fig. 10

DOSAGE DU SOUFRE



MANIFOLD

- Temps de prélèvement : 1 minute
- Rinçages intermédiaires : 1 minute
- Les étalons standard sont passés environ tous les 10 échantillons
- Cuve : 15 mm
- Filtre : 420 m μ .

L'appareillage doit être très soigneusement et très longuement rincé après le dosage du soufre.

Il est bon de ne pas faire plus d'une centaine de dosages entre deux rinçages prolongés afin de limiter la contamination des conduits et une trop importante dérive de la ligne de base.

Pour les mêmes raisons, il est conseillé d'éviter les concentrations dépassant 60 γ /ml de S.

Dosage de l'azote total et ammoniacal

PRINCIPE

Il s'agit d'un dosage colorimétrique selon la méthode de Berthelot. C'est la réaction produite sur l'ammoniac, en milieu alcalin par un mélange de phénate et d'hypochlorite. Sous l'action de l'hypochlorite, 2 noyaux phénol fixent 1 atome d'azote pour donner l'indophénol. Il apparaît une coloration bleue dont l'intensité est proportionnelle à la quantité d'indophénol, donc d'azote, produite.

MINÉRALISATION DE L'AZOTE TOTAL

Réactifs

- SO_4H_2 concentré
- Acide salicylique
- Catalyseur : composition d'un mélange broyé de :
 - 80 g de SO_4K_2
 - 20 g de SO_4Cu ou $\text{SO}_4\text{Cu}, 5\text{H}_2\text{O}$: 31 g
 - 2 g de sélénium pur

Mode opératoire

La minéralisation s'opère généralement sur 100 mg environ de poudre végétale, compte tenu du coefficient d'humidité, dans des matras de 100 ml jaugés, avec 50 à 70 mg d'acide salicylique (réduction des nitrates) et 5 ml de SO_4H_2 concentré. Un chauffage léger permet une meilleure imbibition de la poudre. On laisse une nuit en contact. Puis le lendemain, on ajoute 100 mg de catalyseur, et on chauffe à ébullition jusqu'à décoloration complète. Trois heures trente à quatre heures sont en général nécessaires si on utilise des rampes d'attaque électriques.

MISE EN SOLUTION DE L'AZOTE AMMONIACAL LIBRE

On introduit dans des tubes à centrifuger de 50 ml, 600 à 800 mg de poudre végétale, avec 15 ml d'eau bouillante et une bille de verre. L'ensemble est agité 1 heure sur table oscillante, puis centrifugé 10 minutes à 9 000 tours/minute.

Le surnageant est pipeté et introduit directement dans les microbêchers de l'autoanalyseur en vue du dosage.

RÉACTIFS COMMUNS AUX DOSAGES D'AZOTE TOTAL ET D'AZOTE AMMONIACAL

Hypochlorite de sodium	solution (préparée à partir de l'hypochlorite à 10° chlorométrique français) à 1/10.
Phénate de sodium	89 g de phénol dans 1 litre de soude 1,5 N, soit à 60 g/litre.
Nitroprussiate de sodium	2 g pour 1 litre d'eau
Solution complexante	Soude N/2 = 20 g/l Citrate de soude 5% Tartrate de soude 15%

GAMME ÉTALON - COURBE D'ÉTALONNAGE

• Pour l'azote total

La solution-mère de $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ titre 1 mg d'N/ml. Les étalons standards, de 1 à 50 γ /ml d'azote comportent les mêmes concentrations en SO_4H_2 , acide salicylique et catalyseur, que les échantillons.

Il est possible de constituer un stock de SO_4H_2 comportant acide salicylique et catalyseur, que l'on attaque dans les mêmes conditions que les échantillons, et que l'on ajoute dans les standards au moment de leur préparation.

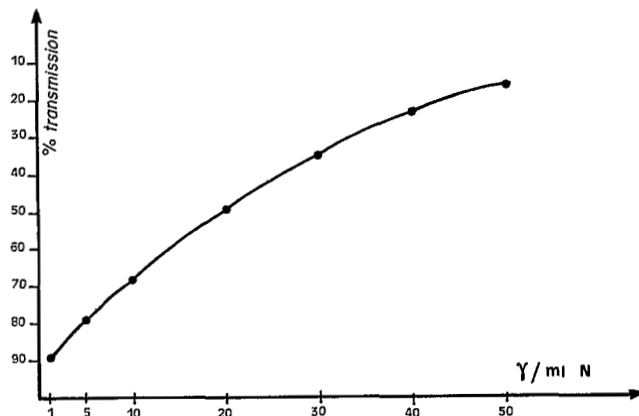


Fig. 12 — Courbe étalon N total

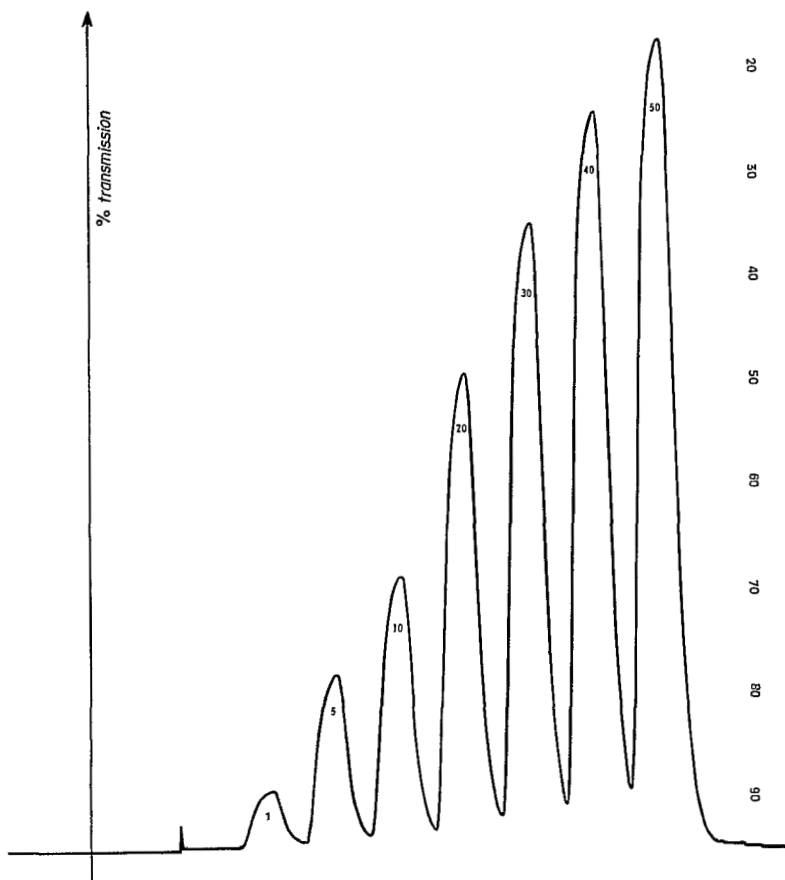


Fig. 14

ENREGISTREMENT DE LA GAMME
ÉTALON - AZOTE TOTAL
(γ /ml)
prélèvement : 1 minute

GAMME ÉTALON - COURBE D'ÉTALONNAGE

. Pour l'azote ammoniacal

A partir d'une solution-mère de $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ à 1 mg de N/ml, on prépare par dilutions successives des standards de 1 à 15 γ /ml de N.

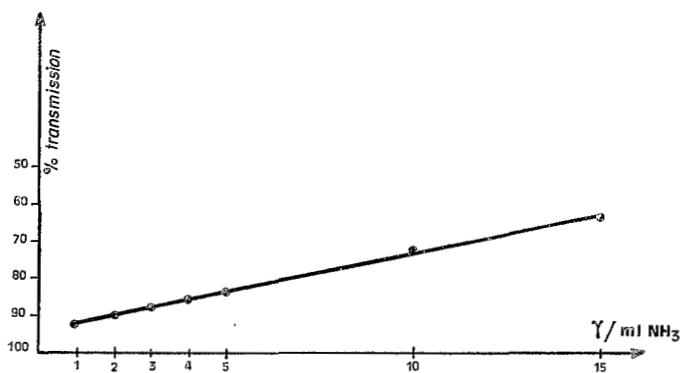


Fig. 13 - Courbe étalon N ammoniacal

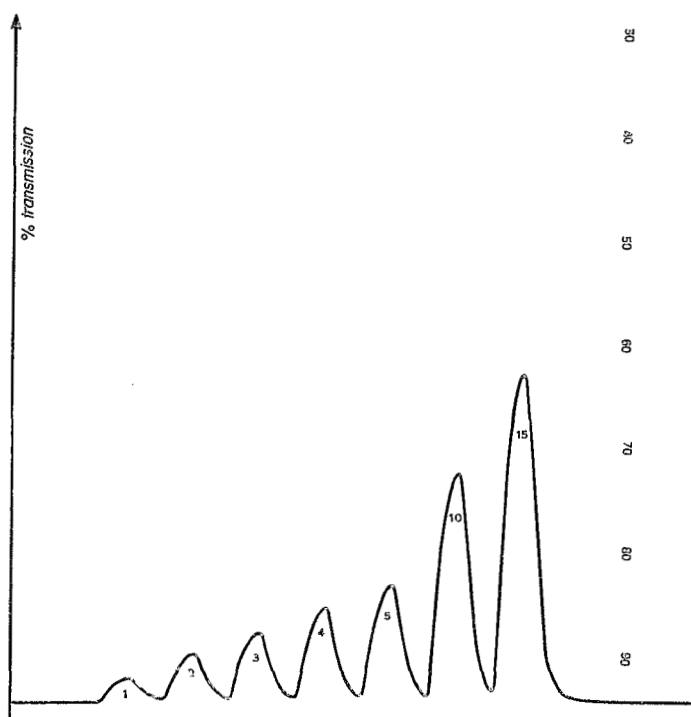


Fig. 15

ENREGISTREMENT DE LA GAMME
ÉTALON - AZOTE AMMONIACAL
(γ /ml)
prélèvement : 1 minute

DOSAGE DE L'AZOTE

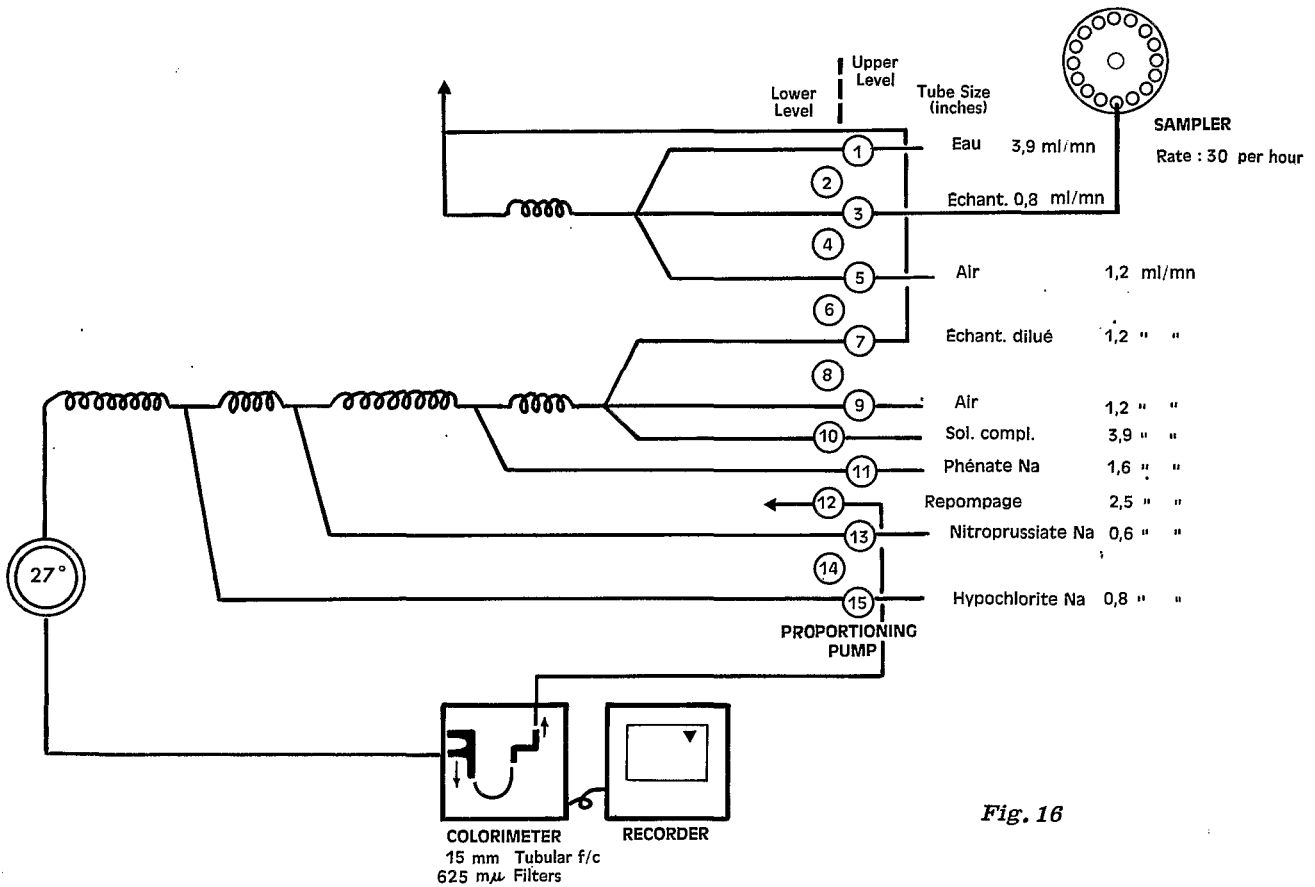


Fig. 16

MANIFOLD

- Temps de prélèvement : 1 minute
- Rinçages intermédiaires : 1 minute
- Les étalons standards sont passés environ tous les 20 échantillons
- Cuve : 15 mm
- Filtre : 625 m μ

COMPARAISON DE RESULTATS OBTENUS
PAR METHODE MANUELLE ET PAR AUTOANALYSE

TABL. IV - Essais - MAÏS en culture sans sol - 1967

Echantillonnage		Méthode Kjeldahl	Colorimétrie Autoanalyse
1	6708442	2,67	2,67
2	443	4,12	4,01
3	444	3,62	3,61
4	445	4,26	4,24
5	446	2,67	2,71
6	447	3,25	3,19
7	448	3,66	3,69
8	449	3,47	3,53
9	450	4,14	4,22
10	451	3,98	4,07
11	452	4,12	3,92
12	453	2,75	2,69
13	454	3,60	3,65
14	455	4,02	4,16
15	456	4,14	4,08
16	457	3,94	3,82
17	458	3,87	3,72
18	459	3,82	3,71

N% (g/100 g matière sèche)

Dosage du chlore

PRINCIPE

Il repose sur la libération de l'ion thiocyanate SCN^- du thiocyanate mercurique $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ pendant que l'ion chlorure retient le mercure sous forme de chlorure mercurique non ionisé HgCl_2 . En présence d'ions ferriques le SCN^- libéré forme du thiocyanate ferrique $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ dont la coloration est proportionnelle à la quantité de chlorure initialement présente dans la solution.

MINÉRALISATION

Réactif

- Solution de carbonate de sodium à 15%.

Mode opératoire

— On pèse 1 g environ de substance végétale dans une capsule de platine. On ajoute 1 ml d'une solution de CO_3Na_2 à 15% et on mélange intimement avec un agitateur que l'on rince, ensuite avec 1 ml de CO_3Na_2 .

— Le mélange est séché à 100° puis incinéré progressivement dans un four chauffé à 480° . Au bout de 10 minutes environ, la masse étant carbonisée, on la triture avec un agitateur aplati et on l'humecte avec un minimum d'eau. On évapore et on poursuit l'incinération.

— Le résidu est repris à l'eau bouillante, filtré sur filtre sans cendre au-dessus d'un ballon jaugé de 50 ml. Le filtre est lavé à plusieurs reprises à l'eau bouillante, puis replacé dans la capsule de platine, séché à l'étuve et incinéré à nouveau. Le résidu est repris à l'eau bouillante, et le filtrat est joint au premier. On complète à 50 ml.

MISE EN SOLUTION DIRECTE

Presque tous les chlorures étant solubles, certaines méthodes de mise en solution, en vue du dosage des chlorures, préconisent la possibilité d'effectuer les déterminations sur

le liquide d'extraction aqueuse directe de la poudre végétale, après un temps d'agitation convenable.

Après divers essais, utilisant soit l'eau, soit l'eau acidulée par NO_3H , sous agitation plus ou moins prolongée, pour l'extraction des chlorures il a pu être constaté que la coloration des extraits entraîne presque toujours des résultats analytiques par excès. Si une décoloration par le noir animal est opérée, les résultats obtenus sont aussi assez fréquemment aberrants.

COMPARAISON DE RESULTATS OBTENUS
PAR LA METHODE CLASSIQUE DE CHARPENTIER ET VOLHARD
ET PAR AUTOANALYSE, APRES CALCINATION, D'UNE PART,
ET APRES EXTRACTION A L'EAU ACIDULEE, D'AUTRE PART

TABL. V -- Expérience d'irrigation d'ORANGERS en eau douce et eau salée
en TUNISIE
Protocoles expérimentaux UNESCO

Echantillon	Méthode manuelle CHARPENTIER	Autoanalyse après calcination	Autoanalyse après extraction à l'eau acidulée
1	46,3	47	60
2	77,2	82	95
3	38,6	43	60
4	169,8	172	186
5	113,3	109	126
6	249,87	250	256

Résultats exprimés en γ/ml de Cl^-

RÉACTIFS

. *Solution de sulfate d'ammonium ferrique*

Dissoudre 60 g de $\text{Fe NH}_4 (\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ dans 1 litre de $\text{NO}_3 \text{H}$ 6 N (soit 545 ml de NO_3H d = 1,33 pour 1 litre).

. *Solution de thiocyanate mercurique*

Le produit étant très peu soluble, il est nécessaire de prévoir une quantité importante d'eau (1 litre au moins) pour dissoudre 5 g de $\text{Hg} (\text{SCN})_2$, et d'agiter longuement.

Décanter ensuite et filtrer une portion du surnageant qui servira de réactif.

Ces réactifs peuvent se conserver plusieurs jours à la température ambiante.

GAMME ÉTALON - COURBE D'ÉTALONNAGE

A partir d'une solution-mère de KCl à 1 mg de Cl par ml, on prépare des standards de 10 à 250 γ /ml.

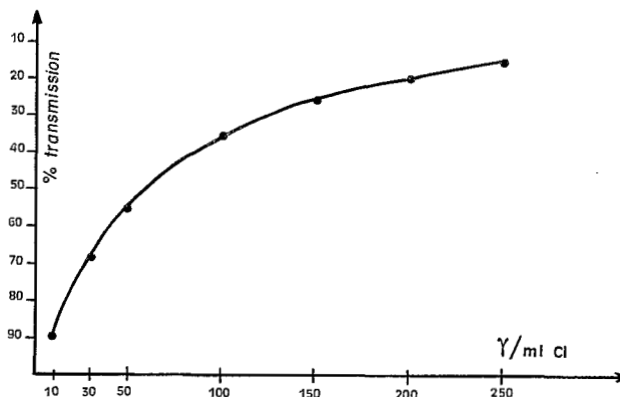


Fig. 17 - Courbe étalon Cl

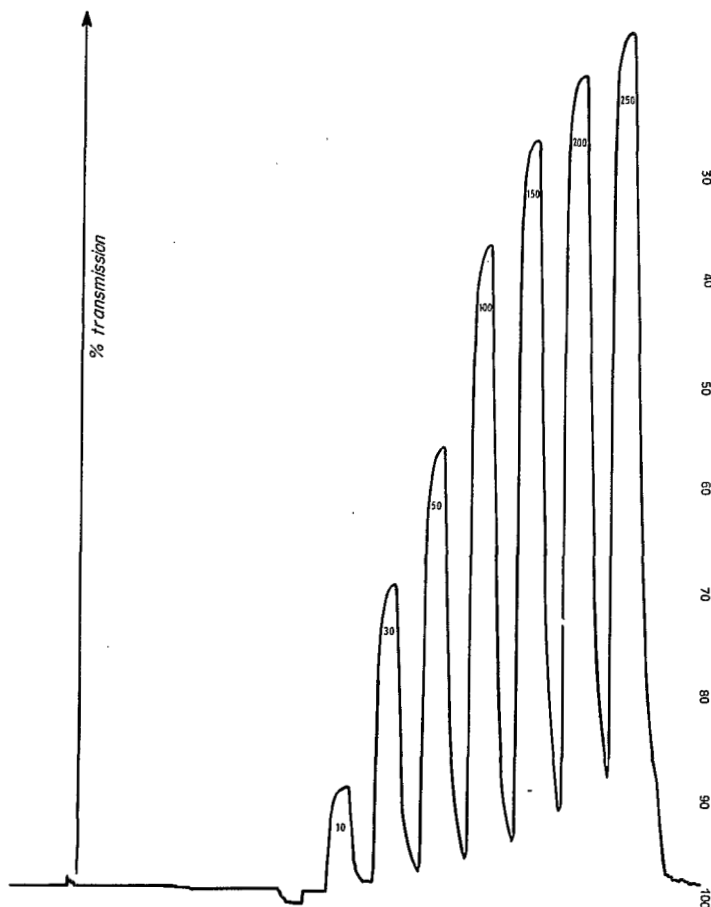


Fig. 18

ENREGISTREMENT DE LA GAMME
ÉTALON - CHLORE
(γ /ml)
prélèvement 45 secondes

COMPARAISON DE QUELQUES RESULTATS OBTENUS
 PAR LA METHODE MANUELLE CYANOARGENTIMETRIQUE DE CHARPENTIER ET VOLHARD
 ET LA METHODE AUTOANALYTIQUE

TABL. VI — Expérimentation sur MANDARINIERS irrigués à l'eau douce et à l'eau salée

Echantillonnage		Méthode manuelle	Méthode autoanalytique
eau douce	1	0, 18	0, 19
"	2	0, 30	0, 34
"	3	0, 19	0, 18
"	4	0, 14	0, 15
"	5	0, 28	0, 28
"	6	0, 12	0, 14
eau salée	7	0, 66	0, 71
"	8	0, 44	0, 43
"	9	0, 97	1, 04
"	10	0, 11'	0, 16
"	11	0, 40	0, 43
"	12	1, 14	1, 21

Résultats exprimés en g pour 100 g de matière sèche

DOSAGE DU CHLORE

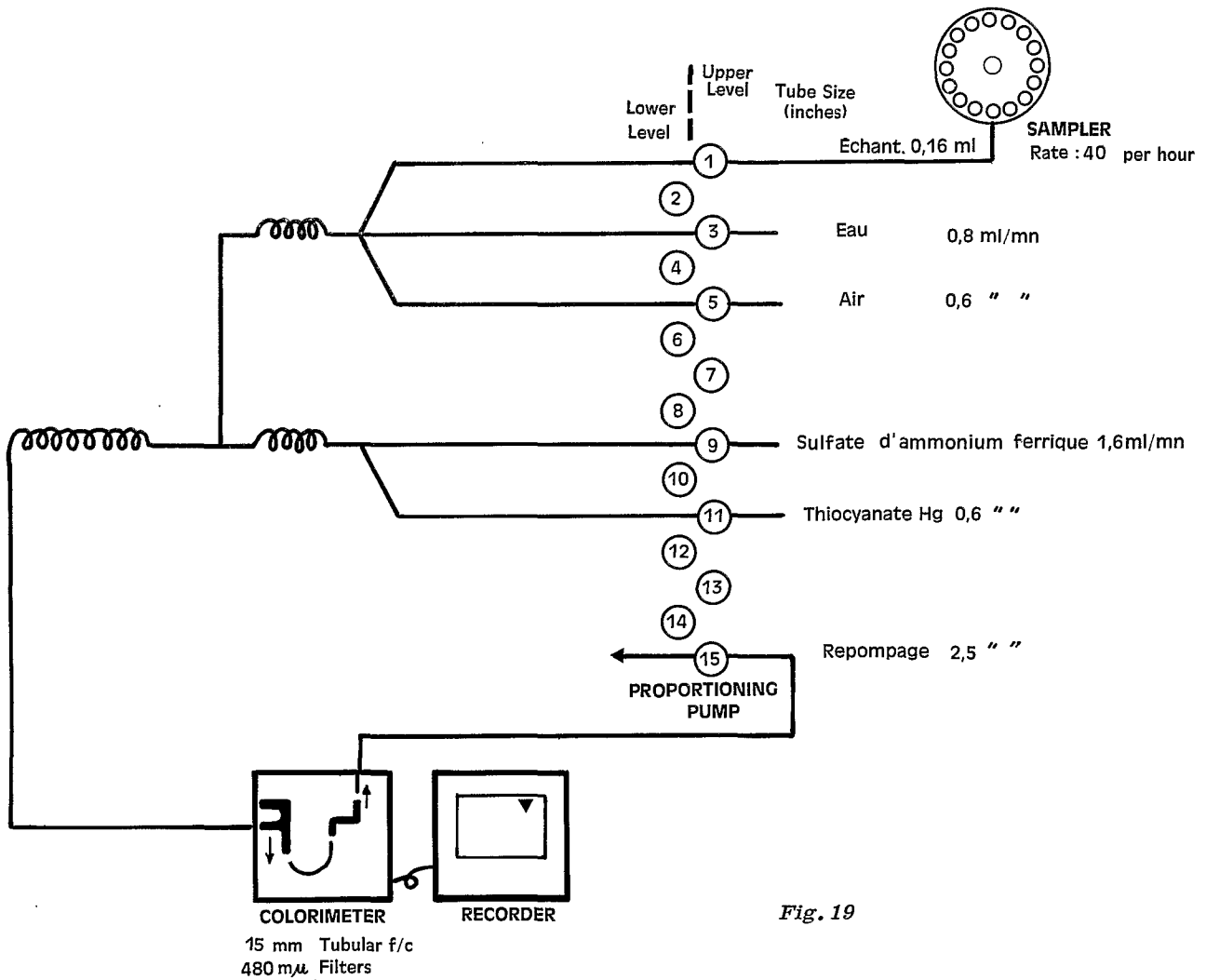


Fig. 19

MANIFOLD

- Temps de prélèvement : 45 secondes
- Rinçages intermédiaires : 45 secondes
- Les étalons standards sont passés tous les 20 échantillons
- Colorimétrie : cuve : 15 mm
 filtre : 480 m μ .

O.R.S.T.O.M.

Direction générale :

24, rue Bayard, PARIS 8^e

Service Central de Documentation :

70-74, route d'Aulnay - 93 - BONDY

IMP. S. S. C. Bondy
O. R. S. T. O. M. Éditeur
Dépôt légal : 1^{er} trim. 1969