

CARIBBEAN FOOD CROPS SOCIETY  
XVth Meeting  
SURINAME - November 13-18, 1978

EPANDAGE D'EFFLUENTS DE DISTILLERIE  
EN PLEIN CHAMP

EFFECT OF SPREADING DISTILLERY WASTE  
IN OPEN FIELD

J. et M. GAUTHEYROU, J.F. TURENNE

21 DEC. 1978 *ES*  
O. R. S. T. O. M.  
Collection de Références  
n° *B 9486Pd*

CARIBBEAN FOOD CROPS SOCIETY

XVth Meeting

SURINAME - November 13-18, 1978

EPANDAGE DE RESIDUS DE DISTILLERIE  
EN PLEIN CHAMP

J. et M. GAUTHEYROU\*, J.F. TURENNE\* \*

Une expérimentation d'épandage en plein champ d'effluents de distillerie a été conduite en Martinique et en Guadeloupe, sur des sols lourds argileux et complète les résultats obtenus dans d'autres régions géographiques ; l'épandage à différentes doses d'irrigation, d'effluent neutralisé ou non, conduit à une augmentation du potassium et de l'azote du sol. Dans le cas d'irrigation de courte durée il n'affecte pas les propriétés du sol, mais entraîne des modifications de l'état de la matière organique du sol et en particulier des formes azotées.

EFFECT OF SPREADING DISTILLERY WASTE  
IN OPEN FIELD

J. and M. GAUTHEYROU\*, J.F. TURENNE\* \*

Experiments by spreading distillery waste on heavy clay soils in F.W.I. (Martinique and Guadeloupe), confirm results obtained in other geographic conditions. The spreading of neutralized or not distillery waste at different irrigation levels leads to an increase of potassium and nitrogen in the soil. In this particular case of short time irrigation, physical properties of the soil are not affected, but this irrigation induces changes in soil organic matter, and in nitrogen forms.

\* OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE MER  
B.P. 504 - POINTE A PITRE - F.W.I.

\* \* OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE MER  
B.P. 81 - 97201 FORT DE FRANCE CEDEX - F.W.I.

CARIBBEAN FOOD CROPS SOCIETY

XV th Meeting

PARAMARIBO - SURINAME - November 13-18, 1978

EFFET DE L'EPANDAGE DE RESIDUS DE DISTILLERIE  
EN PLEIN CHAMP

J. et M. GAUTHEYROU, J.F TURENNE

---

INTRODUCTION (1) :

Les effluents de l'industrie du rhum et du sucre aux Antilles Françaises représentent un volume non négligeable; leur élimination dans les rivières, ou le rejet direct dans la mer créent une pollution importante, aggravée lors des années de sécheresse par le faible débit des rivières. Les demandes chimiques et biologiques en oxygène de ces résidus sont élevées et la dégradation et la transformation des effluents perturbent le milieu en y prélevant une part importante de l'oxygène dissous. Le pH très bas, la température élevée, la richesse en matière organique, sont source de nuisances.

Depuis de nombreuses années ces effluents font l'objet d'épandage en plein champ dans diverses régions géographiques : c'est le cas en particulier au Brésil où, considérés comme fertilisants, ils font l'objet d'applications rationnelles, fournissant à la plante les éléments nutritifs nécessaires.

Dans le cas particulier du système insulaire de la Martinique et de la Guadeloupe, des essais ont été mis en place afin de contrôler l'effet de l'épandage en plein champ, à différentes doses, de ces effluents. L'étude ne concerne pas seulement l'aspect fertilisation mais tente d'apprécier les modifications éventuelles pouvant survenir dans le domaine organique. Les essais sont brièvement présentés et les résultats concernant la dynamique des éléments majeurs sont commentés.

I - MATERIEL - METHODES :

I-1 - Les sols :

L'expérimentation est menée dans deux situations différentes sous le contrôle des Centres Techniques de la Canne et du Sucre : en Martinique, les

(1) Le travail, a été mené dans le cadre d'une convention d'études avec les Centres Techniques de la Canne et du Sucre de la Martinique et de la Guadeloupe et a reçu le concours financier du Ministère de la Culture et de l'Environnement, service de l'Environnement Industriel, Direction de la Prévention des pollutions et nuisances.

parcelles d'essai correspondent à des sols de bas de pente, intergrades entre des sols ferrallitiques et fersiallitiques. La compacité du sol est importante, avec des teneurs en argile voisine de 60%, mélange de kaolinite et montmorillonite. La capacité d'échange est élevée, (35 à 45 me), les teneurs en bases échangeables atteignent 25 à 35 me, avec un taux de saturation élevé. Le pH est de l'ordre de 5.5, et la différence pH eau - pH KCl de une unité en surface. Dans les parcelles les plus basses, on observe localement des traces d'hydromorphie.

En Guadeloupe, les parcelles d'essai correspondent à des vertisols : ils contiennent 60 à 75% d'argile montmorillonitique, à capacité d'échange également élevée (50 me). Le complexe absorbant est saturé en calcium (le calcaire est présent sous forme de sables) le pH est de 7.5 à 7.8, localement 6.3 en surface, et 8 en profondeur. La différence entre le pH eau et KCl est de une unité ; ces sols sont plus ou moins profonds de 60cm à 1,20m.

Les parcelles sont plantées en canne.

#### 1-2 - Dispositif expérimental :

Le dispositif expérimental est adapté à chaque situation ; le point commun étant le stockage de l'effluent dans un bassin creusé à même le sol. Ceci entraîne la neutralisation rapide de l'effluent (Guadeloupe).

L'épandage est réalisé par aspersion (Guadeloupe) le terrain ne permettant pas un système d'irrigation dans le sillon, et de nuit, sur une parcelle de 8 ha environ. Un essai d'aspersion a été également mis en place en Martinique, mais l'essai principal porte sur 9 parcelles de 100m<sup>2</sup> irriguées par gravité dans le sillon. L'effluent est donc épandu à 2 variantes, brut, neutralisé, à différentes doses.

#### 1-3 - L'effluent ou vinasse :

La composition des effluents subit des variations, suivant la nature et la conduite des traitements en usine (VASSEUR et al. 1977, ROBERT et al. 1978) : elle est différente (tableau 1a) suivant qu'il s'agit de vinasse de mélasse ou de jus de canne. On note les teneurs élevées en K, en matière organique et en azote ; les effluents contiennent par ailleurs des quantités non négligeables de fer, cuivre, manganèse provenant de la corrosion des installations : ils pourraient être utilisés pour déceler une pollution éventuelle des nappes.

L'effluent épandu après stockage dans la mare est différent de l'effluent usine (tableau 1b). On constate une baisse importante de la demande chimique en oxygène, l'élévation des teneurs en azote NH<sub>4</sub>, la baisse des teneurs en azote total, la concentration relative en potassium. VASSEUR et MONTREAU préconisent un passage sur lit bactérien (lagunage) avant stockage et épandage, lorsque la neutralisation naturelle comme en Guadeloupe ne peut être obtenue (tableau 1, Effluent après lagunage aéré).

#### 1-4 - Modes d'application :

L'irrigation est conduite en Martinique de façon à SATISFAIRE les besoins en eau de la canne à sucre, en relation avec le déficit hydrique, et utilise la vinasse à la sortie de la mare de stockage, brute ou neutralisée à pH 7. Les doses correspondent à 12.5mm/15 jours du 07/07/76 au 30/05/76, 25mm/15 jours du 30/05/76

au 30/06/76 et 50mm/15 jours du 30/06/76 au 30/09/76. Au total 3 000m<sup>3</sup> ont été épandus/ha et 3 parcelles ont reçu 5 500m<sup>3</sup>. La neutralisation nécessite 4kg de chaux industrielle par m<sup>3</sup> d'effluent à ajouter au moment de l'épandage, le pH redescendant en 24 heures en stockage (Fr. MONTREAU in VASSEUR et al. Op. Cit). L'engrais (1 tonne de 12.8.24) a été normalement épandu en une fois.

En Guadeloupe l'irrigation est conduite sur la base d'une fumure en potassium et phosphore nécessaires à la plante (60 à 80kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 160 à 180kg de K<sub>2</sub>O ou encore 2.5 à 34kg de P et 65 à 73kg de K par hectare. Le mélange est épandu par aspersion, de nuit, avec l'effluent neutralisé naturellement par un séjour en bassin à même la terre, et représente 22mm en 6 mois, soit 220m<sup>3</sup>/ha.

Les essais se situent donc entre la moyenne des essais dans d'autres régions (200 - 500m<sup>3</sup>) ou sont supérieurs aux doses que proposent les auteurs brésiliens (1 000m<sup>3</sup>/ha/an).

#### 1-5 - Prélèvements :

Ils sont effectués à différentes périodes (temps 0, avant épandage, à 3 mois, 6 mois, et en fin de récolte (12 mois). En Guadeloupe les contrôles sont faits à 0, 6, 12 mois. Les résultats représentent pour l'essai Martinique la moyenne de 15 prélèvements. En Guadeloupe la moyenne est de 6 prélèvements, un diagnostic foliaire est effectué à 6 mois.

#### II - RESULTATS : (Tableau 2)

Si l'aspersion de jour avec l'effluent non neutralisé, provoque l'apparition de brûlures sur les feuilles, la même opération, de nuit, avec l'effluent neutralisé, n'entraîne aucune brûlure.

#### II-1 - Propriétés physiques :

Les propriétés physiques des sols retenues sont par ailleurs assez mauvaises, ceci dû à leur texture lourde et la présence de montmorillonite. On n'observe pas de variations significatives du taux d'agrégats stables, après traitement à l'effluent, ce taux demeure constant, on augmente même légèrement, la diminution de la stabilité structurale remarquée en fin de récolte étant moins marquée sur les parcelles ayant reçu l'effluent : les doses élevées d'effluent (5 500m<sup>3</sup>/ha) n'affectent pas la stabilité sur un cycle cultural d'un an.

Les capacités de rétention en eau restent constantes.

#### II-2 - Le pH :

Dans le cas des parcelles irriguées, on observe : la baisse faible, mais systématique, de la différence pH eau - pH KCl, bien que non significative, cette différence pourrait indiquer un effet sel déjà signalé : on note en effet une faible mais apparente augmentation du pH KCl.

#### II-3 - Le complexe absorbant :

Dans les deux cas étudiés, la capacité d'échange reste constante.

En épandage par irrigation (Martinique) on note une augmentation du potassium en surface (0.35 à 0.45 me) la plus forte augmentation étant notée lorsque l'on épand une double dose de vinasse neutralisée à pH7 (0.44 à 0.89 me). Les terrains irrigués ou non ne montrent pas de variations significatives. Par contre, on observe une augmentation très nette en fin d'épandage dans les horizons sous-jacents (40 - 60cm) et une diminution en fin de récolte, après la saison des pluies: il apparaît que dans le cas de l'irrigation dans le sillon, une grande partie du potassium, et des éléments apportés par l'effluent, est susceptible de migrer en profondeur. (Fig. 1)

En aspersion, après 6 mois, le niveau de potassium échangeable a triplé. Le complexe absorbant étant saturé par le calcium, le magnésium ne subit pas de modification significative. Il n'y a pas de variation en profondeur.

#### 11-4 - Matière organique et phosphore :

##### Azote :

Dans les deux cas il y a augmentation du taux d'azote total : la diminution du rapport C/N sur les parcelles irriguées par l'effluent (11.5 à 10.5) peut être dû en grande partie à cette augmentation. ROBERT et GAUTHEYROU (1978) notent pourtant que le bilan par diagnostic foliaire décèle une utilisation incomplète de l'azote (indice bas). L'analyse des formes de l'azote permet de faire apparaître dans les parcelles irriguées une augmentation très nette de l'azote aminé hydrolysable : ceci est particulièrement net dans la parcelle recevant l'effluent brut. La part d'azote aminé dans l'azote total passe de 11.2, 11.4% dans le terrain à 17.8, 19.1, 16.7, dans les parcelles irriguées. (Fig. 2)

L'épandage de l'effluent contribue à la transformation des produits azotés en formes aminées.

##### Carbone :

Le carbone organique reste stable ou augmente légèrement dans le cas de l'aspersion.

On relève en irrigation par gravité une augmentation générale des taux d'extraction d'acides fulviques et humiques, liée à l'humidité élevée entretenue par l'irrigation et à la saison des pluies : le taux d'extraction le plus élevé est noté pour les parcelles recevant double dose de vinasse neutralisée à pH 7 ; ce sont également les parcelles dans lesquelles on note le taux le plus élevé d'acides fulviques dans la partie extraite (78% de la fraction humique). En irrigation par aspersion, la part des acides fulviques dans la matière organique totale ne varie pas. L'analyse des densités optiques des extraits alcalins (matières humiques totales) et la comparaison des rapports d'extinction à 400, 500, 600nm (EQ 400/500 EQ 500/600) (SALFELD J. Chr., H. SOCHTIG, 1974) montre qu'il existe plusieurs familles de produits, et met en évidence une décondensation des substances humiques dans l'ordre de décondensation croissante (Fig. 3) : parcelles soumises à l'irrigation par l'effluent à pH 7, parcelles soumises à irrigation par l'effluent à pH 3.5 ; la diminution de la condensation est la plus élevée avec l'effluent à pH 3.5. L'humidité maintenue toute l'année contribue à cette décondensation et à l'élévation du taux d'acides fulviques. La persistance d'un taux élevé d'acides fulviques est susceptible à la longue d'entraîner une altération de la stabilité structurale et une migration profonde des éléments complexés.

### Phosphore :

(ROBERT et al. Op. Cit) On note une augmentation du  $P_{2O_5}$  total dans le sol permettant de dépasser largement le seuil de réponse nécessaire à la canne à sucre dans ces sols. (Avant épandage Témoin 73.3mg/100g, 80.26mg/g, à 12 mois Témoin 70.29, parcelle irriguée 118.4).

### III - DISCUSSION :

Les contrôles effectués en période de récolte montrent, dans les parcelles irriguées une augmentation du tonnage récolté 20T de cannes/ha (Guadeloupe, cannes irriguées 96T/ha, Témoin 76T/ha) sans que la richesse en sucre soit affectée. Le diagnostic foliaire, effectué à 6 mois, en parcelles irriguées donne les résultats suivants :

	N	P	K
Canne (moyenne)	1.879	0.225	1.411
Normes C.T.C.S.	1.9-2.1	0.18-0.20	1.12-1.22

Les normes adoptées pour des cannes bien alimentées, en essais variétaux, sont dépassées par le phosphore et le potassium, provoquant des consommations de luxe. L'excès de potassium n'affecte pas les fermentations en distillerie, mais peut se montrer gênant en sucrerie.

Pour l'azote la teneur minimale n'a pas été atteinte et cette dynamique doit être suivie dans le cas d'irrigations répétées.

L'apport important de potassium et de phosphore est donc bien mis en évidence, ainsi que la nécessité d'un complément azoté à court terme, ce complément pouvant être compensé par une augmentation de l'azote sous forme de composés aminés biodégradables. L'analyse des variations qualitatives de la matière organique fait toutefois apparaître des modifications : ces modifications sont un indice utile des possibilités de changement défavorable du système sol dans le cas d'épandage prolongé. La décondensation des substances humiques peut en effet agir sur la stabilité structurale et sur la complexation des éléments nutritifs.

L'utilisation agricole des effluents de l'industrie rhumière et sucrière (NADIR A. GLORIA 1975) présente donc une solution à l'élimination de cet effluent. Les deux essais réalisés en Guadeloupe et en Martinique montrent les limites de deux possibilités d'utilisation, (a) satisfaction des besoins en fertilisants (b) satisfaction des besoins en eau.

Si l'on souhaite éliminer de grosses quantités (il faut compter 24 litres d'effluent pour la fabrication d'un litre d'alcool) sur de petites surfaces, il faut élever les doses d'irrigation. Les doses utilisées ici (220m<sup>3</sup>) (3 000m<sup>3</sup>) (5 500m<sup>3</sup>) n'affectent pas les propriétés physiques du sol sur un court cycle de culture. L'irrigation par gravité, si la topographie s'y prête, limite les installations, mais les fortes doses sont susceptibles d'entraîner un lessivage profond. L'attention doit être portée sur les effets à moyen et long terme dans le sol (accumulation, effet du potassium sur le complexe organo-minéral, niveau azoté, et éventuellement dans la plante (qualité). Le rythme d'irrigation doit être étudié de manière à ménager une alternance de période sèche et humide, afin d'éviter les effets défavorables sur la structure d'une humidité prolongée.

REFERENCES :

- NADIR A. DA GLORIA, 1975. Utilizacao agricola da vinhaça. Brasil Açucareiro, nº 5 pp. 397-403.
- PLANAL SUCAR, Rapport annuel 1976. Programa nacional de melhoramento da cana de açúcar.
- ROBERT G., CHOFARDET D., GAUTHEYROU J et M, 1978. Etude d'épandage à la Distillerie DAMOISEAU BELLEVUE - Grande-terre (Guadeloupe) Année 1977. ORSTOM Antilles. 31 p. multigr. annexes.
- SALFED J./Chr., H. SOCHTIG, 1974. Proposals for the characterization of soil organic matter as an approach to understand its dynamic. FAO. ROME.
- VASSEUR J.G, MONTREAU F.R, 1977. Les effluents des industries sucrières et rhumières aux Antilles. Centre Technique de la canne et du sucre, Martinique. 30 p. annexes, multigr.
-

Tableau 1 : COMPOSITION DES EFFLUENTS

		Suspension mg/l	DCO	DB05	pH	N mg/l	P mg/l	K g/l	Ca g/l	Extrait sec g/l
<u>MARTINIQUE</u>										
EFFLUENTS DE MELASSE	1a	2 200	50 000	26 000	3.2	227	13.9	3.8	1.5	53
EFFLUENTS DE JUS DE CANNE	1a	5 700	18 000	8 000	3.5	100	22.5	1.2	0.2	11
MELANGE EPANDU	1b	1 700	13 500	8 200	3.4	371	137	1.42	-	6.63
EFFLUENT APRES LAGUNAGE AERE			200		8.7	23	217	3.81		
<u>GUADELOUPE</u>										
EFFLUENTS DE MELASSE	1a		45 000		3.27	315				36
EFFLUENTS DE JUS DE CANNE	1a		14 000		3.22	164	67	0.438	0.2	13.9
MELANGE EPANDU (MARE)	1b		992	288	7.1	66	36	0.598	0.364	6

Source : Centres Techniques de la Canne et du Sucre Martinique et Guadeloupe.

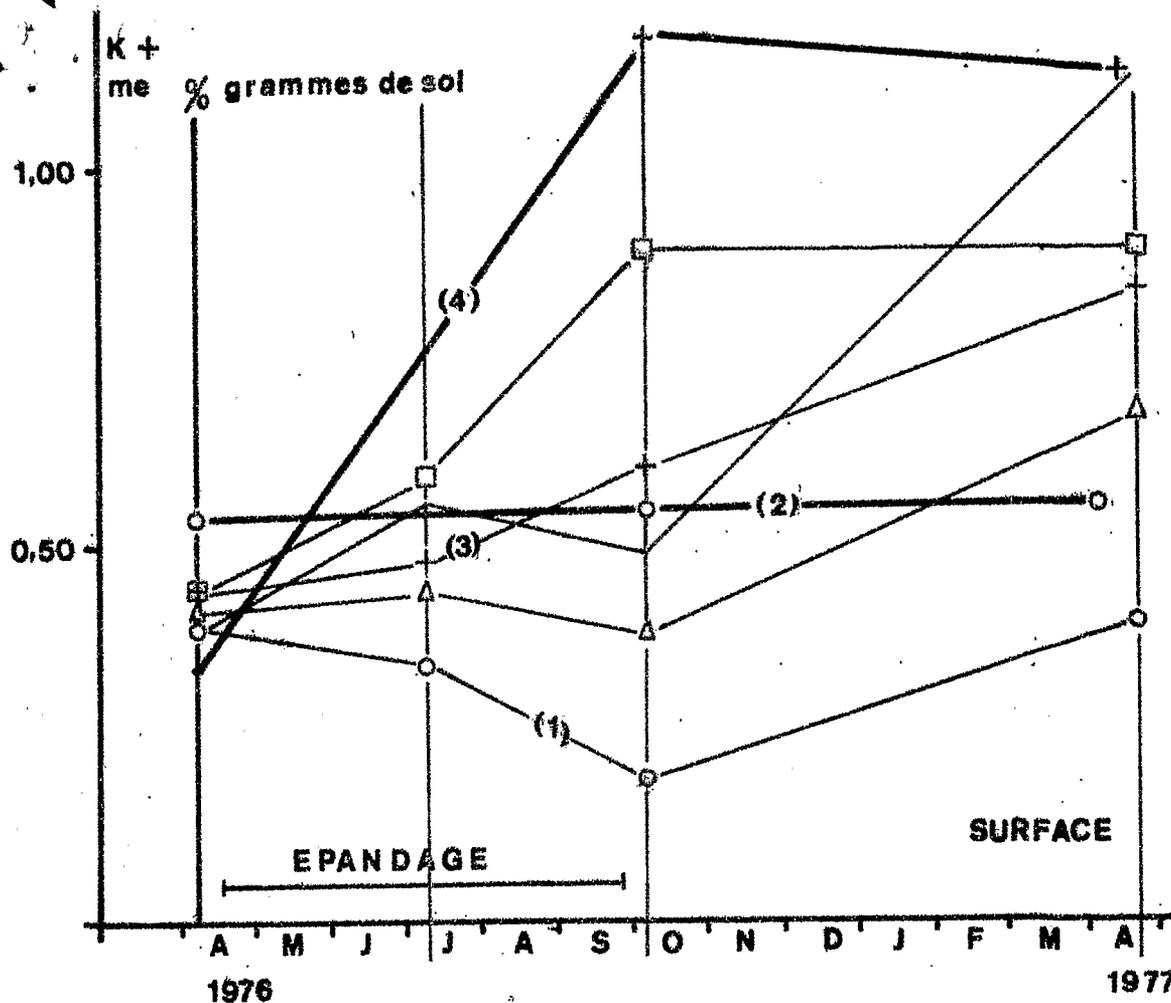
Tableau 2 : RESULTATS AGRONOMIQUES

	pH eau	pH Kcl	C ‰	N ‰	C/N	AF C‰	AH C‰	AF MHT	K <sup>+</sup> me%g	CE me%g	SAT %	NαA N‰	Ag %
<u>IRRIGATION PAR GRAVITE</u>													
<u>EFFLUENT BRUT</u>													
1	6.0	4.9	21.93	1.90	11.5	6.65	2.47	72.9	0.39	33.8	77.1	.182	38.73
2	5.7	4.9	19.77	1.91	10.3	5.93	2.29	72.1	0.56	35.0	79.6	.280	38.51
3	5.9	5.0	21.01	1.93	10.8	6.38	2.33	73.2	0.49	34.2	75.8	.322	40.22
4	6.2	4.9	19.51	2.18	8.9	5.72	1.87	74.7	1.12			.364	37.80
<u>EFFLUENT pH 7</u>													
1	6.1	4.9	21.69	1.84	11.7	6.45	2.19	74.6	0.44	32.3	77.7	.224	40.87
2	5.7	4.9	18.96	1.81	10.5	5.90	1.92	75.4	0.48	33.0	73.0	.182	40.67
3	5.9	5.1	21.44	2.10	10.2	6.45	2.53	71.2	0.60	34.6	79.0	.280	40.51
4	6.1	4.9	19.87	2.05	9.7	6.07	1.98	75.4	0.83			.392	36.88
<u>EFFLUENT pH 7 (x 2)</u>													
1	6.2	5.0	21.62	1.94	11.1	6.51	2.53	71.9	0.44	32.6	87.0	.252	40.30
2	6.0	5.0	21.55	1.98	10.9	6.34	2.23	74.0	0.58	35.5	78.0	.182	42.30
3	6.0	5.2	20.81	1.94	10.7	54.5	2.19	74.6	0.89	35.6	74.6	.224	42.63
4	6.1	4.8	18.65	2.04	9.2	6.04	1.71	78.0	0.77			.364	37.11
<u>EAU</u>													
1	5.9	5.0	18.07	1.71	10.5	3.33	1.65	67.0	0.42	30.0	79.4	.294	35.76
2	5.8	4.9	18.15	1.70	10.7	3.87	1.59	70.0	0.44	30.0	80.2		33.73
3	5.8	5.1	19.37	1.75	11.1	4.02	1.50	73.0	0.37	31.5	80.2	.252	33.22
4	5.8	4.6	18.79	2.17	8.7	5.71	1.77	75.5	0.70			.252	31.4
<u>TEMOIN</u>													
1	5.6	4.7	22.25	1.96	11.3	3.78	1.62	68.5	0.39	34.0	71.7	.224	39.76
2	5.9	4.7	20.23	1.85	11.0	4.38	1.56	73.7	0.34	33.5	77.6	.210	39.55
3	5.6	4.8	20.23	1.75	11.5	3.81	1.89	66.8	0.18	34.0	70.0	.196	36.12
4	5.9	4.5	21.09	2.20	9.6	6.37	2.43	72.4	0.42			.252	38.7
<u>IRRIGATION PAR ASPERSION</u>													
<u>EFFLUENT pH 7</u>													
a	7.8	6.9	21.3	2.30	9.3	3.2	5.7	35.9	0.35	50.6	Sat		47.1
b	7.6	6.9	24.0	2.70	8.8	4.0	4.0	45.5	1.18	49.7	Sat		44.1
c	7.6	6.9	23.4	2.60	9.0				1.13	51.3	Sat		
<u>TEMOIN</u>													
a	8.0	7.2	23.4	2.50	9.3	3.5	6.0	36.8	0.54	45.2	Sat		37.2
b	8.0	7.2	21.7	2.40	9.0	4.3	5.9	42.0	0.55	47.1	Sat		41.2
c	7.9	7.1							0.57	47.6	Sat		

1 - Avant épandage 07/04/76  
 2 - Après épandage 09/07/76  
 3 - Après épandage 10/10/76  
 4 - En fin de récolte 28/04/77

a - avant épandage  
 b - à 6 mois  
 c - à 12 mois  
 (x2) - double dose

AF - Acides fulviques  
 AH - Acides humiques  
 NαA - Azote αaminé  
 Ag - Agrégats stables



- — Témoin (1) Irrigation par gravité (2) irrigation par aspersion
- + — Effluent pH 7 (3) irrigation par gravité (4) irrigation par aspersion
- — Effluent pH 7 double dose. Irrigation par gravité.
- Effluent pH 3.5 " "
- △ — Eau

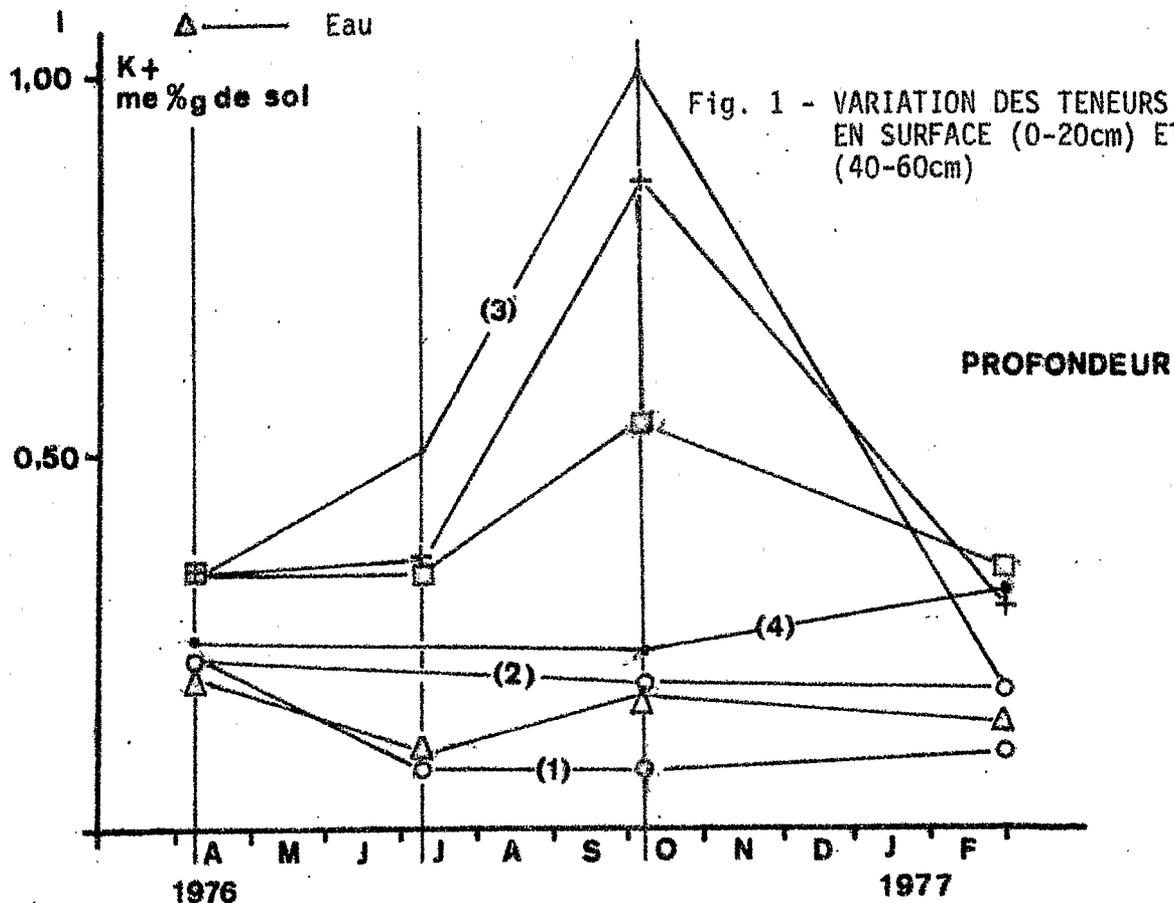


Fig. 1 - VARIATION DES TENEURS EN POTASSIUM EN SURFACE (0-20cm) ET PROFONDEUR (40-60cm)

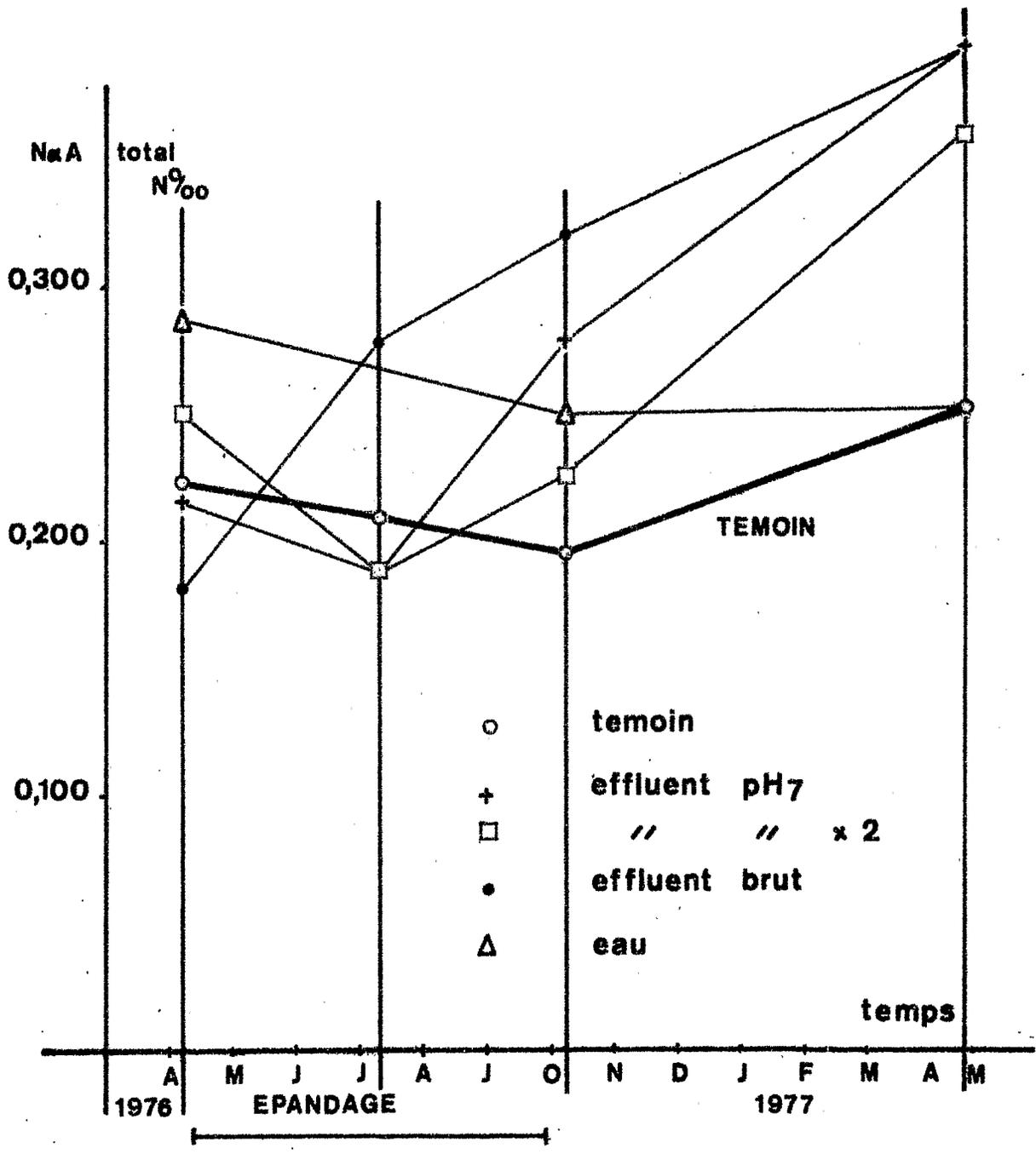


Fig. 2 - EVOLUTION DU TAUX D'AZOTE AMINE

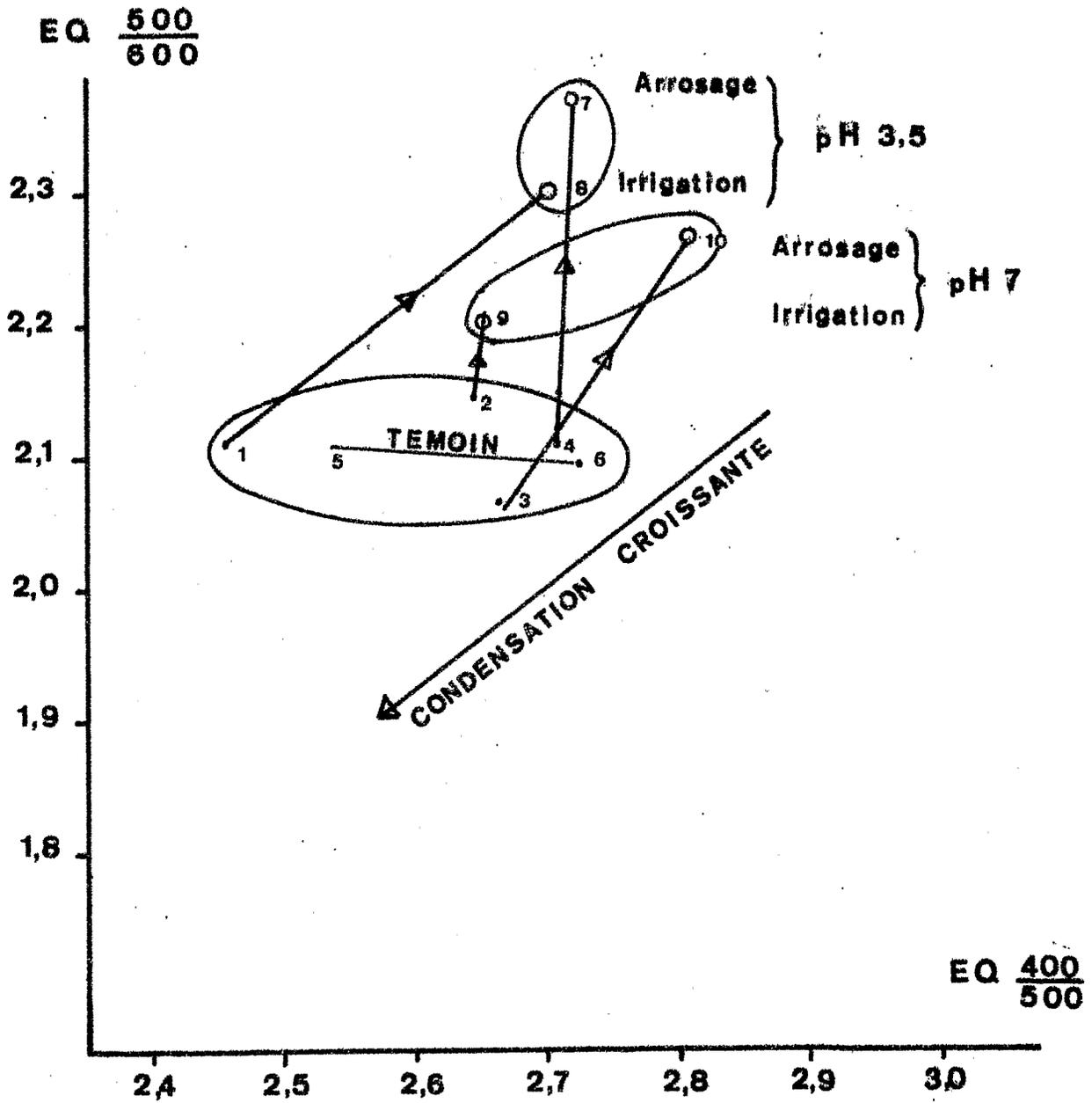


Fig. 3 - CARACTERISTIQUES OPTIQUES DES EXTRAITS HUMIQUES.