



HAL
open science

Exportation des éléments fertilisants par lessivage en sol sableux des Landes de Gascogne. Résultats de 8 années d'observations en cases lysimétriques

Christian Juste, Jean Tauzin, Paulette Dureau, Claude Courpron

► **To cite this version:**

Christian Juste, Jean Tauzin, Paulette Dureau, Claude Courpron. Exportation des éléments fertilisants par lessivage en sol sableux des Landes de Gascogne. Résultats de 8 années d'observations en cases lysimétriques. *Agronomie*, 1982, 2 (1), pp.91-98. <hal-00884356>

HAL Id: hal-00884356

<https://hal.science/hal-00884356v1>

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Exportation des éléments fertilisants par lessivage en sol sableux des Landes de Gascogne. Résultats de 8 années d'observations en cases lysimétriques

Christian JUSTE, Jean TAUZIN, Paulette DUREAU & Claude COURPRON †

I.N.R.A., Station d'Agronomie, Centre de Recherches de Bordeaux, F 33140 Pont-de-la-Maye.

RÉSUMÉ

*Lessivage,
Fertilisants,
Sol sableux,
Landes de Gascogne,
Maïs.*

On a mesuré, de 1972 à 1979 (pluviométrie moyenne : 922 mm), la perte en éléments fertilisants (N nitrique, P_2O_5 , K_2O , CaO, MgO), enregistrée sous des cases lysimétriques de 1 m de profondeur contenant un profil reconstitué de sol sableux organique des Landes de Gascogne portant une culture irriguée (304 mm) de maïs. Le rendement moyen de ce dernier, mesuré de 1977 à 1979 et dont les résidus de culture (tiges, rafles, feuilles) sont enfouis chaque année, a été de 91,5 q/ha (15,5 p. 100 d'humidité), c'est-à-dire de l'ordre de grandeur des productions enregistrées dans la région. Pour un apport moyen annuel de fertilisants par les engrais minéraux de : 210 kg/ha de N, 215 kg/ha de P_2O_5 , 225 kg/ha de K_2O , 275 kg/ha de CaO, 50 kg/ha de MgO, les pertes par lessivage (637 mm de drainage en moyenne) ont été respectivement de : 50 kg/ha, 0,36 kg/ha, 69 kg/ha, 281 kg/ha, 97 kg/ha. La couverture hivernale du sol par un engrais vert (ray-grass) réduit les pertes en éléments fertilisants, notamment en potasse, mais le remplacement du maïs par du soja ne recevant que 30 kg/ha d'azote, fait passer à 81 kg/ha le lessivage annuel de l'azote nitrique. L'interruption de la culture de maïs et de la fertilisation provoque un accroissement considérable des pertes d'azote qui passent à 127 kg/ha mais est sans action sur le lessivage de la potasse et diminue celui de la chaux et de la magnésie. Les concentrations maximales en éléments fertilisants dans les eaux de drainage, observées durant la période hivernale (décembre-janvier-février) pour les cases cultivées et durant l'automne (septembre-octobre-novembre) pour les cases non cultivées, résulteraient pour partie de la forte activité biologique de ces sols riches en matière organique et maintenus humides en été par l'irrigation, dont les produits sont éliminés lors de la reprise des drainages.

SUMMARY

*Leaching,
Fertilizers,
Standy soil,
Landes de Gascogne,
Maize.*

Nutrient losses through drainage water in sandy soils of the « Landes de Gascogne ». Results of 8 years of lysimeter studies

From 1972 to 1979 (922 mm of rain) the nutrient (N- NO_3 , P_2O_5 , K_2O , CaO, MgO) losses were measured in lysimeters (1 m depth) containing a reconstituted sandy organic soil cropped with continuous and irrigated (304 mm) maize. The average yield measured from 1977 to 1979 was 9.15 t/ha (15.5 p. 100 moisture content), that is to say comparable to the yields observed in fields in the vicinity. The crop residues (stalks, leaves, ears) were buried each year. In the presence of the following annual application of mineral fertilizers : N = 210 kg/ha ; P_2O_5 = 215 kg/ha ; K_2O = 225 kg/ha ; CaO = 275 kg/ha ; MgO = 50 kg/ha, the average annual nutrient losses through the drainage water (annual average = 637 mm) were respectively : 50 kg/ha, 0.36 kg/ha, 69 kg/ha, 281 kg/ha, 97 kg/ha. Cropping the soil during winter with rye-grass decreased nutrient losses (mainly potassium) but when soybean was cropped instead of maize, leaching of nitrogen was considerably higher (81 kg/ha) despite the moderate amount (30 kg/ha) of applied nitrogen fertilizer. Interruption of cropping and fertilization led to a strong increase in nitrogen losses (127 kg/ha) did not change the leaching of potassium and decreased calcium and magnesium losses.

The highest nutrient levels in drainage water observed during the winter season (December-January-February) for the cropped lysimeters and during autumn (September-October-November) for the uncropped lysimeters could be partly explained by the high biological activity prevailing in the wet organic soils of this area during the summer season.

I. INTRODUCTION

Selon diverses estimations, la surface du plateau sableux des Landes de Gascogne actuellement consacrée à l'agriculture représenterait 45 000 à 50 000 ha disséminés par îlots au sein de l'immense massif forestier de pins maritimes qui couvre près d'un million d'hectares.

Le système de culture dominant est la monoculture irriguée du maïs, le déficit hydrique estival exigeant la mise en œuvre d'une irrigation systématique de mi-juin à début septembre (200 à 350 mm). Ce mode d'exploitation du sol est quelquefois rompu par des cultures conjonctuelles (soja, légumes destinés à la conserverie, pommes de terre, betteraves...) ou par des céréales d'hiver.

TABLEAU 1
Principales caractéristiques des sols des cases lysimétriques
Characteristics of lysimeter soils

Profondeur (cm) Horizons :	0-20 A 11	20-40 A 12	40-60 Bh 21	60-80 Bh 22	80-100 C	Eléments dans la totalité totalité du profil
Mat. organique % Mat. organique t/ha	5,4 146	5,1 143	4,0 119	3,5 111	3,1 105	624
Azote total % Azote total kg/ha	0,97 2 619	0,81 2 254	0,62 1 845	0,43 1 376	0,39 1 326	9 420
C/N	27,7	31,7	32,0	40,0	39,7	
P ₂ O ₅ Dyer % P ₂ O ₅ total kg/ha	0,170 810	0,142 700	0,250 1 050	0,160 800	0,084 680	4 040
K échangeable % K ₂ O total kg/ha	0,054 3 564	0,034 4 200	0,018 5 940	0,012 8 448	0,010 9 996	32 148
Mg échangeable % MgO total kg/ha	0,063 448	0,051 465	0,033 498	0,019 531	0,016 847	2 789
Ca échangeable % CaO total kg/ha	0,640 3 969	0,522 3 920	0,306 2 940	0,193 2 912	0,174 3 570	17 311
pH eau	5,3	5,2	5,1	5,0	5,1	

TABLEAU 2
Occupation, régime hydrique et fertilisation des cases de 1972 à 1979
Covercropping, water measurements and fertilization of lysimeters, 1972-1979

Case	Année	Couverture du sol	Fertilisation (kg/ha) N - P ₂ O ₅ - K ₂ O	Amendement calco-magnésien	Pluviométric (mm)	Irrigation (mm)	Drainage (mm)	Coefficient (*)
2	1972	Fétuque	200-250-250		821	720	666	43
	1973	Maïs + ray-grass	200-200-200		965	200	609	52
	1974	Maïs + ray-grass	210-250-200	500 CaO	935	440	782	57
	1975	Maïs + ray-grass	220-150-190		847	280	451	40
	1976	Nuc	0		862	240	745	68
	1977	Nuc	200-200-200	500 CaO 50 MgO	1 022	40	672	63
	1978	Nuc	200-200-200	500 CaO 50 MgO	758	241	777	78
	1979	Nuc	K ₂ O = 200		1 029	241	875	69
	3	1972	Maïs	216-260-200	420 CaO 210 MgO	821	720	805
1973		Maïs	200-250-200		965	200	898	77
1974		Maïs	210-250-200	500 CaO	935	440	633	46
1975		Maïs	220-150-190		847	280	484	43
1976		Nuc	0		862	240	786	71
1977		Maïs	200-200-200	500 CaO 50 MgO	1 022	40	491	46
1978		Maïs	200-200-200	500 CaO 50 MgO	758	235	505	51
1979		Maïs	220-200-400	50 MgO	1 029	235	644	51
4		1972	Maïs	216-260-200	420 CaO 210 MgO	821	720	805
	1973	Maïs	200-250-200		965	200	914	78
	1974	Soja	30-150-150		935	440	780	57
	1975	Soja	30-150-150		847	280	517	46
	1976	Nuc	0		862	240	772	70
	1977	Nuc	0		1 022	40	695	65
	1978	Nuc	0		758	303	837	79
	1979	Nuc	200 K ₂ O		1 029	303	924	69

(*) Coefficient de drainage (Drainage/Irrigation + Pluviométrie).

La caractéristique principale de cette agriculture, où la grande exploitation (plus de 100 ha) domine, est son intensivité qui suppose, entre autres, l'utilisation massive d'engrais et notamment d'engrais azotés. On rappellera à cet égard que le département des Landes figure avec une consommation annuelle de 410 unités/ha d'éléments fertilisants dans le peloton de tête des départements gros consommateurs d'engrais, ce classement étant dû en grande partie aux exploitations situées dans le secteur des sols sableux. Jusqu'à ces derniers temps, des fertilisations annuelles de 200 à 250 kg/ha de chaque élément étaient courantes et trouvaient leur justification *a priori* dans le contexte pédo-climatique de la région (pluviosité hivernale et printanière importante, texture grossière entraînant un faible pouvoir de stockage des sols pour l'eau et les fertilisants, exigences du maïs...).

Le renchérissement des facteurs de production, notamment des engrais azotés, et la crainte exprimée par diverses instances de voir augmenter les risques de pollution des nappes, des axes de drainage et de leurs exutoires constitués par des étangs littoraux à caractère récréatif, ont conduit à réaliser une première approche du devenir apparent de la fraction des engrais non utilisée par la plante, par des études en cases lysimétriques et en bassin versant (COURPRON, 1974 ; JUSTE *et al.*, 1977).

Le but du présent travail est d'affiner ces premières estimations en exploitant les résultats de 8 années consécutives de mesures, réalisées en cases lysimétriques soumises à différents modes d'exploitation du sol.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le dispositif lysimétrique utilisé a été décrit en détail dans les publications précédemment citées. Les cases, au nombre de 4 et de dimensions $2 \times 1,5 \times 1$ m, ont été mises en place en 1970 au domaine expérimental de la Compagnie d'Aménagement Rural d'Aquitaine en vue d'étudier le comportement hydrique des sols sableux de la région ; elles sont constituées par des enceintes en forme de parallépipèdes rectangles en tôle d'acier, dont la base est garnie par une épaisseur de 25 cm de gravier lavé. Les cases ont été remplies en reconstituant soigneusement le profil initial sur 1 m de profondeur ; ce dernier est du type podzol hydromorphe profond, avec un horizon B meuble de 60 à 100 cm. Les caractéristiques des différentes couches sont indiquées dans le tableau 1 : elles font apparaître la forte charge en matière organique à rapport C/N élevé, la faible valeur du pH et, à l'exception de l'acide phosphorique, un faible niveau d'enrichissement en éléments fertilisants.

L'occupation des sols des 3 cases, qui ont été suivies de 1972 à 1979, ainsi que leur régime hydrique et leur fertilisation sont résumés dans le tableau 2. Les engrais phospho-potassiques (superphosphate et chlorure de potassium) ainsi que les amendements calco-magnésiens sont épanchés courant mars lors du bêchage des cases ; l'azote (ammonitrate) est apporté en 3 fractions (40 unités en mars et le reste en 2 parts égales fin mai et fin juin). L'irrigation au canon est assurée par les soins de l'agriculteur ; les résidus de culture sont restitués. De 1973 à 1975, la case n° 2 a été occupée durant l'hiver par un ray-grass semé à mi-octobre et enfoui fin mars. Les cases nues sont maintenues en état par désherbage mécanique.

Les prélèvements d'eau sont effectués chaque semaine — à jour et, autant que possible, à heures fixes ; le volume d'eau drainée est mesuré et une aliquote de 1 litre est

prélevée aux fins d'analyse. Les échantillons sont filtrés sur filtre rapide, de pores de 3 à 4μ ; si l'on se réfère aux normes rappelées par RYDEN *et al.* (1973), ces dimensions sont très supérieures au seuil de $0,45 \mu$ qui permettrait de séparer la fraction soluble des phosphates de celle liée aux sédiments mais, compte tenu de l'absence d'argile dans ce type de sol, on a considéré que les filtrats obtenus selon ce mode opératoire ne contenaient que les formes solubles des éléments dosés.

Les déterminations suivantes ont été réalisées : pH, résistivité, résidu sec, K, Ca, Mg (par absorption atomique), matière organique (par oxydation manganométrique), N ammoniacal et N nitrique (distillation en présence du réactif de Dewarda et, à partir de 1975, par utilisation de l'électrode spécifique à l'ion nitrate), P_2O_5 (compte tenu de ses très faibles concentrations, cet élément a été dosé par colorimétrie du complexe phospho-molybdique réduit par l'acide ascorbique (DUVAL, 1966), après concentration par 8 des eaux recueillies).

III. RÉSULTATS

A. Régime hydrique des cases

La pluviométrie moyenne de la période considérée (1972-1979) a été de 922 mm, avec la répartition suivante :

mars-avril-mai (période I)	262 mm ;
juin-juillet-août (période II)	176 mm ;
septembre-octobre-novembre (période III)	210 mm ;
décembre-janvier-février (période IV)	274 mm.

La majeure partie de l'irrigation (304 mm en moyenne pour les 8 années) est appliquée durant la période II (259 mm) et le reste durant la période III. Quel que soit le mode d'occupation des cases, le drainage maximum intervient toujours en hiver (période IV). Le coefficient de drainage, de l'ordre de 55 p. 100 pour les cases cultivées et de 71 p. 100 pour les cases sans culture (tabl. 2), est largement supérieur aux valeurs moyennes citées pour l'Europe de l'Ouest par LOW & ARMITAGE (1970) : 50 p. 100 pour les sols nus et 20 à 30 p. 100 pour les sols cultivés, de même qu'aux valeurs indiquées par COPPENET (1969) sous le climat du Finistère. L'importance de ces coefficients de drainage s'explique avant tout par les faibles capacités de stockage en eau de ces sols sans colloïdes minéraux et par l'irrigation appliquée.

B. Pertes en éléments fertilisants et caractéristiques des eaux de drainage de la case occupée par une monoculture de maïs (case n° 3) (tabl. 3)

Pour des fertilisations moyennes de l'ordre de 200 unités/ha de chacun des éléments, les pertes enregistrées sont très voisines de celles indiquées par COURPRON (1975) après seulement une année de campagne de mesures. Tout au moins pour ce qui concerne l'azote, ces pertes (50 kg/ha/an) représentent un pourcentage de récupération apparent dans les drainages analogue à celui observé dans d'autres situations du territoire (COPPENET, 1969 ; GACHON & TRIBOÏ, 1977 ; MULLER, 1979), en présence de doses de fertilisation azotée pourtant beaucoup plus faibles. Les exportations de cet élément par le grain de maïs, mesurées pour les années 1977-1978 et 1979 (89,8-88,6-112,3 kg/ha), correspondant à des rendements à l'ha de 68-74-90 q/ha de matière sèche et, peut-être, la moindre disponibilité de l'azote inclus dans les parties aériennes restituées (40,2-45,0-48,0 kg/ha pour les

TABLEAU 3

Pertes annuelles moyennes des éléments fertilisants par lessivage et caractéristiques des eaux de drainage de la case en monoculture de maïs (case n° 3), 1972-1979

Amount and character of leaching losses in the lysimeter cropped with continuous maize (lysimeter n° 3), 1972-1979

	Pertes annuelles moyennes (kg/ha)	Composition moyenne des eaux de drainage (mg/l)
Matière sèche	2 181 (1 479-2 964)(*)	340
C	143 (85-226)	22,2
N (NO ₃)	50 (40-66)	7,8
P ₂ O ₅	0,361 (0,175-0,857)	0,056
K ₂ O	69 (49-100)	10,7
CaO	281 173-460	43,8
MgO	97 (50-156)	15,0
pH moyen		6,4 (5,9-6,8)
Résistivité moyenne Ω cm ⁻¹		4 450 (3 000-6 530)

(*) Valeurs extrêmes.

3 années considérées) expliquent la relative modicité des pertes par lessivage en cet élément. La longue absence de couverture hivernale et printanière du sol qui caractérise la monoculture de maïs ne paraît donc pas conduire spécialement à un lessivage exagéré de l'azote. Les pertes en CaO (281 kg/ha), également du même ordre de grandeur que celles enregistrées à Versailles et à Quimper, correspondent sensiblement à la totalité des apports de chaux effectués durant la période considérée ; par contre, les exportations de la potasse (69 kg/ha) et de la magnésie (97 kg/ha) par le lessivage sont sensiblement supérieures à celles mesurées dans d'autres stations du territoire et excèdent largement, pour ce qui est de la magnésie, les incorporations réalisées durant la période d'observation. En accord avec ce qui a été observé dans beaucoup d'autres dispositifs, les entraînements annuels d'acide phosphorique sont minimes et n'excèdent jamais le kilogramme par hectare.

Les plus fortes concentrations (mg/l) en azote nitrique (9,5-11,2), potasse (11,0-13,6), magnésie (14,6-21,2) et chaux (42,1-66,4) des eaux de drainage sont observées durant les périodes estivale (période II) et hivernale (période IV) (fig. 1), qui correspondent respectivement au minimum et au maximum des débits de drainage : comme cela a également été observé dans beaucoup d'autres situations, il n'y a donc pas de corrélation entre les débits et les concentrations en éléments fertilisants. A l'opposé, les concentrations maximales en acide phosphorique et carbone sont relevées durant les périodes printanière et automnale.

C. Influence de la couverture hivernale du sol par un ray-grass sur les exportations par lessivage des éléments fertilisants en monoculture de maïs (case n° 2) (tabl. 4)

La comparaison réalisée pendant les périodes d'octobre à mars pour les 3 hivers consécutifs : 1973-1974-1975 fait apparaître que le ray-grass abaisse les concentrations en éléments fertilisants des eaux de drainage, phénomène particulièrement net pour la potasse ; il en résulte une diminution des pertes en K₂O (- 32 kg/ha) et en CaO (- 38 kg/ha), l'effet de l'engrais vert sur le lessivage de l'azote étant moins net, sans doute en raison de l'absorption moins intense de cet élément en période froide.

TABLEAU 4

Pertes des éléments fertilisants par lessivage et caractéristiques des eaux de drainage de la case en monoculture de maïs (case n° 3) et de la case en monoculture de maïs avec culture d'hiver de ray-grass (case n° 2). Octobre à mars, 1973-1975

Amount and character of leaching losses in the lysimeter cropped with continuous maize (lysimeter n° 3) and in the lysimeter cropped with maize and winter rye-grass (lysimeter n° 2). October to March, 1973-1975

	Pertes moyennes (kg/ha)		Composition moyenne des eaux de drainage (mg/l)	
	Maïs	Maïs + ray-grass	Maïs	Maïs + ray-grass
N - NO ₃	31	22	7,7	6,1
P ₂ O ₅	0,20	0,17	0,051	0,047
K ₂ O	43	11	10,8	2,9
CaO	157	119	39,5	32,2
MgO	51	42	12,9	11,3

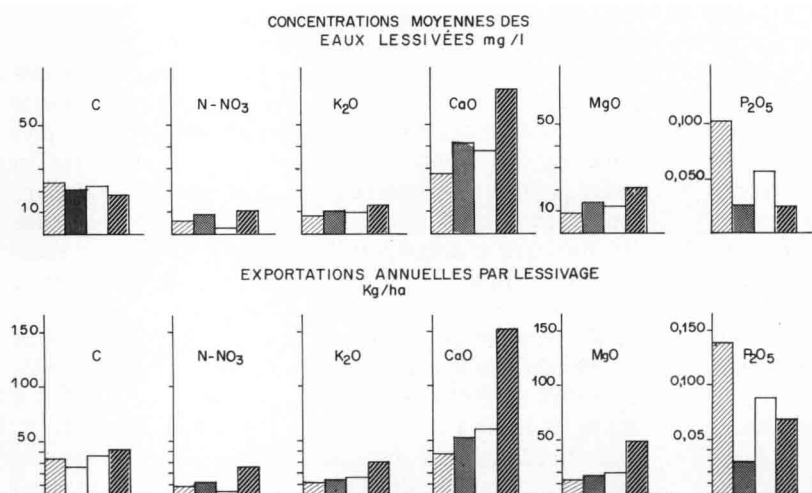


Figure 1

Drainage des éléments fertilisants et caractéristiques des eaux de drainage de la case en monoculture de maïs (case n° 3), (moyenne annuelle, 1972-1979)

Amount and character of annual leaching losses in the lysimeter cropped with continuous maize (lysimeter n° 3), (1972-1979)

■ Période I □ Période II
 ■ Période III □ Période IV

Période I : mars, avril, mai (Period I : March, April, May).

Période II : juin, juillet, août (Period II : June, July, August).

Période III : septembre, octobre, novembre (Period III : September, October, November).

Période IV : décembre, janvier, février (Period IV : December, January, February).

TABLEAU 5

Pertes annuelles moyennes par lessivage de l'azote nitrique de la case en monoculture de maïs (case n° 3) et de la case portant une culture de soja (case n° 4) et concentration moyenne annuelle en azote nitrique des eaux de drainage (1974-1975)

Average annual leaching losses of nitrogen (as $N-NO_3$) in the lysimeter cropped with continuous maize (lysimeter n° 3) and in the lysimeter cropped with soybean (lysimeter n° 4) and concentration of nitric nitrogen in the drainage water (1974-1975)

	Pertes annuelles moyennes (kg/ha)	Concentration (mg/l)
Maïs	44	7,9
Soja	81	12,4

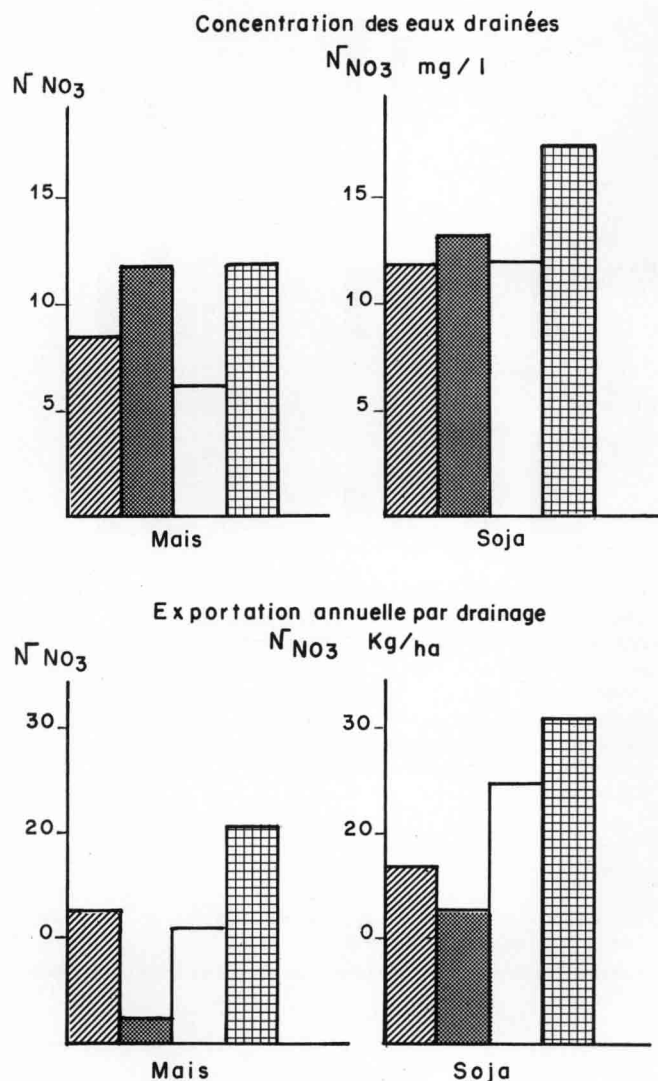


Figure 2

Drainage annuel de l'azote nitrique et concentration en azote des eaux de drainage de la case en monoculture de maïs (case n° 3) et de la case portant une culture de soja (case n° 4), (moyenne 1974-1975); même légende que celle de la fig. 1.

Average leaching losses of nitrogen (as NO_3) and concentration of nitric nitrogen during the year in the lysimeter cropped with continuous maize (lysimeter n° 3) and in the lysimeter cropped with soybean (lysimeter n° 4), (1974-1975); legend as for fig. 1.

D. Influence de l'introduction d'une culture de soja sur les pertes en azote nitrique (case n° 4) (tabl. 5)

Les comparaisons de ces pertes enregistrées sous monoculture de maïs et sous culture de soja ont été faites pour les années 1974 et 1975. On constate que, malgré le faible niveau de la fertilisation azotée apportée au soja (30 kg/ha), les pertes en cet élément sont pratiquement 2 fois plus importantes sous la légumineuse, les eaux de drainage recueillies sous cette dernière possédant des teneurs en N nitrique toujours supérieures à 10 mg/l et également toujours supérieures à celles observées sous maïs (fig. 2). Le drainage plus important observé sous soja en 1974 (+ 147 mm) intervient également pour expliquer le lessivage plus important de N; cette contribution du drainage a été cependant moins importante en 1975 (+ 33 mm). Ces fuites d'azote, enregistrées sous légumineuse, ont été signalées par de nombreux auteurs (CHAPMAN *et al.*, 1949; KARRAKER *et al.*, 1950; LOW & ARMITAGE, 1970; SINGH & SEKHON, 1977) et peuvent être attribuées soit à une lyse des nodosités intervenant au cours de l'été, soit à l'absence de piégeage par la légumineuse de l'azote issu de la minéralisation de la matière organique. Les résultats obtenus par JOHNSON *et al.* (1975), faisant état tout au contraire de la contribution du soja à l'utilisation de l'azote minéral du sol, sont peu compatibles avec la pratique agricole courante, une telle absorption n'intervenant — selon ces auteurs — que si l'on supprime le pouvoir de fixation de la légumineuse en lui ajoutant une fumure azotée importante.

E. Pertes en éléments fertilisants enregistrées dans les eaux de drainage après interruption de la culture (cases n° 2 et 4).

Dans le tableau 6, on a mentionné les pertes annuelles moyennes enregistrées de 1977 à 1979 sous la case nue non fertilisée (case n° 4), que l'on a comparées à celles de la case en monoculture de maïs (case n° 3) durant la même période. L'absence de couverture du sol provoque surtout une augmentation considérable des pertes en azote (+ 61 kg/ha en 1977; + 87 kg/ha en 1978; + 65 kg/ha en 1979) malgré la cessation de la fertilisation azotée à partir de 1976. Cette augmentation est due pour partie à un accroissement du drainage (+ 260 mm, soit 47 p. 100) et pour partie à une élévation notable de la concentration en azote nitrique des

TABLEAU 6

Pertes annuelles moyennes par lessivage des éléments fertilisants et caractéristiques des eaux de drainage de la case en monoculture de maïs (case n° 3) et de la case non cultivée et non fertilisée (case n° 4), 1977-1979

Amount and character of leaching losses in the lysimeter cropped with continuous maize (lysimeter n° 3) and in the uncropped and unfertilized lysimeter (lysimeter n° 4), 1977-1979

	Pertes annuelles moyennes (kg/ha)		Composition moyenne des eaux de drainage (mg/l)	
	Maïs	Case nue non fert.	Maïs	Case nue non fert.
N (NO_3)	56	127	10,0	15,5
P_2O_5	0,16	0,22	0,029	0,027
K_2O	71	89	12,8	10,9
CaO	318	303	57,1	37,1
MgO	100	77	17,9	9,4

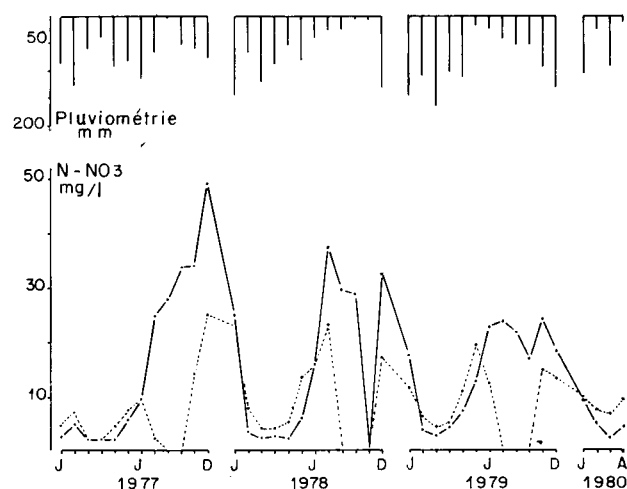


Figure 3

Evolution au cours d'une année (moyenne 1977-1979) de la concentration en azote nitrique de la case en monoculture de maïs (case n° 3) et de la case non cultivée et non fertilisée (case n° 4).

Evolution of nitric nitrogen concentration during the year in the lysimeter cropped with continuous maize (lysimeter n° 3) and in the uncropped and unfertilized lysimeter (lysimeter n° 4), (1977-1979).

— Case nue non fertilisée (Uncropped and unfertilized lysimeter).

..... Case cultivée en monoculture de maïs (lysimeter cropped with continuous maize).

eaux de percolation (fig. 3). L'azote ainsi éliminé (127 kg/ha/an) a pour seule origine l'azote organique du sol des cases, dont la minéralisation débute en mai-juin : en effet, on peut estimer qu'aucun reliquat minéral azoté en provenance des engrais azotés précédemment épandus n'existe dans la case non cultivée et non fertilisée depuis 1976, par suite :

- 1) de l'importance du lessivage en regard de la faible capacité de rétention pour l'eau de ce type de sol sableux ;
- 2) de la faible fertilisation azotée apportée au soja en 1974 et 1975 (30 kg de N/ha) ;
- 3) de la forme en cloche plus ou moins étalée qui traduit l'évolution en N nitrique des eaux de lessivage de cette case (fig. 3) : tout l'azote minéral du profil est éliminé en une saison de drainage.

Contrairement à ce qui est noté sous la case en monoculture de maïs, les concentrations maximales en nitrates et autres éléments fertilisants sont observées durant la période

d'automne sous les cases nues, l'absence de végétation n'entraînant pas pour ces dernières une interruption notable du drainage.

La case nue qui reçoit une fertilisation minérale complète (case n° 2) donne lieu à une élimination massive de la plupart des éléments puisque 76 p. 100 de l'azote, 86 p. 100 de la chaux et la totalité de la magnésie appliquée sont lessivés (tabl. 7) ; par contre, le régime d'exportation de la potasse et de l'acide phosphorique n'est pas modifié par

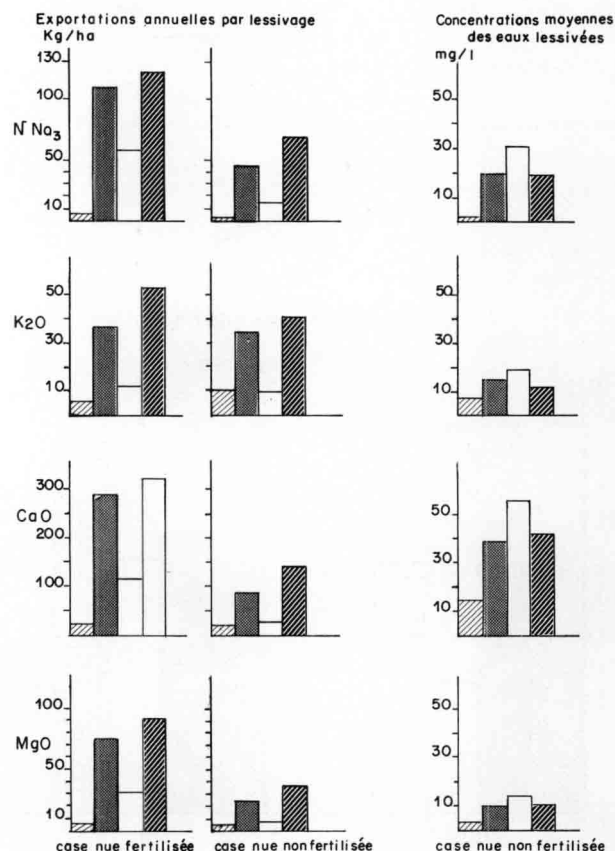


Figure 4

Drainage des éléments fertilisants et caractéristiques des eaux de drainage de la case non cultivée et non fertilisée (case n° 4) et de la case non cultivée et fertilisée (case n° 2), (moyenne 1977-1978) ; même légende que celle de la fig. 1.

Amounts and character of leaching losses during the year in the uncropped and unfertilized lysimeter (lysimeter n° 4) and in the uncropped and fertilized lysimeter (lysimeter n° 2), (1977-1978) ; legend as for fig. 1.

TABLEAU 7

Pertes annuelles moyennes par lessivage des éléments fertilisants et caractéristiques des eaux de drainage de la case non cultivée et non fertilisée (case n° 4) et de la case non cultivée et fertilisée (case n° 2), 1977-1978

Amount and character of leaching losses in the uncropped and unfertilized lysimeter (lysimeter n° 4) and in the uncropped and fertilized lysimeter (lysimeter n° 2), 1977-1978

	Pertes annuelles moyennes (kg/ha)		Composition moyenne des eaux de drainage (mg/l)	
	Case nue et non fertilisée	Case nue et fertilisée	Case nue et non fertilisée	Case nue et fertilisée
N (NO ₃)	125	277	16,3	38,1
P ₂ O ₅	0,21	0,12	0,027	0,016
K ₂ O	98	93	12,8	12,9
CaO	261	693	34,1	95,6
MgO	68	186	9,0	24,5

l'application de la fertilisation. On constate enfin que l'incorporation de la fumure aux cases nues ne modifie pas l'époque à laquelle on observe les concentrations maximales dans les eaux de drainage (fig. 4).

IV. DISCUSSION ET CONCLUSION

Malgré des coefficients de drainage beaucoup plus élevés que ceux observés pour d'autres stations du territoire, les exportations des éléments fertilisants par lessivage en sol sableux des Landes sont du même ordre de grandeur que celles mesurées pour des situations moins drainantes et reflètent surtout le mode d'occupation du sol. En dépit de l'application de fumures azotées importantes (plus de 200 kg/ha/an en moyenne) et de l'absence prolongée de couverture hivernale du sol, la monoculture irriguée du maïs amenant à des productions en grain élevées freine notablement les entraînements d'azote nitrique issu des engrais et de la minéralisation de la matière organique par suite de ses exigences importantes en eau et azote minéral : les pertes d'azote enregistrées sous case non cultivée et non fertilisée représentent plus de 2,3 fois celles enregistrées sous la case en monoculture. En raison des très faibles prélèvements de potasse par le grain (36 kg/ha), de magnésium (17 kg/ha) et de chaux (2 kg/ha), l'efficacité du maïs pour le piégeage de ces éléments est beaucoup moins évidente et a pour conséquence un lessivage de ceux-ci et plus particulièrement de la magnésium, dont les pertes sont très loin d'être compensées par les fertilisations pratiquées.

Si la couverture hivernale du sol par un ray-grass que l'on enfouit avant la culture de maïs suivante atténue les exportations par drainage de l'azote et surtout du potassium

durant la croissance de la graminée, la substitution du soja au maïs détermine un accroissement très sensible des pertes en azote nitrique dues à une augmentation importante des concentrations en cet élément dans les eaux de percolation et un léger accroissement du drainage ; l'extension éventuelle de ce type de culture sur le plateau sableux des Landes pourrait donc poser en termes très différents le problème des risques de pollution des nappes, des axes de drainage et de leurs exutoires par les nitrates.

Les résultats de cette étude font apparaître que, quel que soit le mode d'occupation du sol, la période de mobilisation maximale des éléments entraînés ensuite par les eaux de percolation se situe en été et au début de l'automne, période au cours de laquelle les phénomènes de minéralisation sont à leur optimum ; l'interruption du drainage, très fréquemment observée durant cette période dans les cases cultivées, décale pour ces dernières l'apparition effective des concentrations maximales en éléments nutritifs dans les drainages d'hiver, alors que pour les cases non cultivées ce maximum apparaît plus tôt, durant la période automnale. Ces phénomènes de mobilisation, qui résultent pour partie de la forte activité biologique de ces sols riches en matière organique, intéressent autant l'azote que la potasse, le calcium et le magnésium, ces derniers pouvant être mis en circulation par une acidification temporaire du milieu, comme en témoignent la baisse du pH des eaux recueillies sous case nue pendant les périodes estivale et automnale (5 à 7/10 d'unité pH) et l'analogie des périodes de concentration maximale observées sous les cases non cultivées, que ces dernières soient fertilisées ou non (figure 4).

Reçu le 2 février 1981.

Accepté le 2 octobre 1981.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Chapman H. D., Liebig G. F., Rayner D. J.**, 1949. A lysimeter investigation of nitrogen gains and losses under various systems of covercropping and fertilization, and a discussion of error sources. *Hilgardia*, **19**, 57-128.
- Coppenet M.**, 1969. Résultat de douze années d'observations lysimétriques à Quimper (1953-1965). *Ann. agron.*, **20**, 111-143.
- Courpron C. †**, 1974. Pertes en éléments fertilisants dans les sols sableux des Landes soumis à une fertilisation et une irrigation intensives. *Ann. agron.*, **25**, 467-482.
- Duval L.**, 1966. Influence du silicium, du germanium et du fer sur le dosage céruléomolybdique de l'acide phosphorique. *Chim. Anal.* **48**, 290-294.
- Gachon L., Tribou E.**, 1977. Influence du système cultural sur la charge en nitrates des eaux d'infiltration. Coll. national « Protection des eaux souterraines captées pour l'alimentation humaine », Orléans-La Source, 143-159.
- Johnson J. W., Welch L. F., Kurtz L. T.**, 1975. Environmental implications of N fixation by soybeans. *J. Environ. Qual.*, **4**, 303-306.
- Juste C., Tazuin J., Courpron C. †, Dureau P.**, 1977. Lessivage des éléments fertilisants dans les sols sableux des Landes et contribution de ce phénomène à la pollution éventuelle des exutoires (fossés de drainage et lacs littoraux). Coll. national « Protection des eaux souterraines captées pour l'alimentation humaine », Orléans-La Source, 173-191.
- Karraker P. E., Bortner C. E., Fergus E. N.**, 1950. Nitrogen balance as affected by growing Kentucky bluegrass and certain legumes separately and together. Kentucky Agric. Exp. Station, Lexington, Bull. 557, 16 p.
- Low A. J., Armitage E. R.**, 1970. The composition of the leachate through cropped and uncropped soils in lysimeters compared with that of rain. *Plant Soil*, **33**, 393-411.
- Muller J.**, 1979. Lysimétrie et transferts d'azote dans le sol. Conf. ADEPRINA Paris, « Etudes actuelles sur les transferts d'azote dans le sol », 25 p.
- Ryden J. C., Syers J. K., Harris R. P.**, 1973. Phosphorus in runoff and streams. *Adv. Agron.*, **25**, 1-45.
- Singh B., Sekhon G. S.**, 1977. Some measures of reducing leaching loss of nitrate beyond rooting zone. *Plant Soil*, **47**, 585-591.