

Evolution annuelle de l'aptitude à la reproduction chez le nématode *Scutellonema cavenessi*

Gaetano GERMANI

Laboratoire de Nématologie, ORSTOM, B.P. 1386, Dakar, Sénégal.

RÉSUMÉ

Des expériences concernant les variations annuelles de l'aptitude à la reproduction de *Scutellonema cavenessi* au champ et au laboratoire sont décrites. Au cours de la saison sèche (novembre-juin) une zone infestée par *S. cavenessi* a été ensemencée en arachide et irriguée. De décembre à mai les taux de pénétration et de reproduction du nématode ont été insignifiants. A partir du mois de juin les taux de pénétration et de reproduction sont comparables à ceux observés au cours d'une culture normale, non irriguée, d'arachide (juillet-novembre). Le ralentissement de l'activité reproductrice de *S. cavenessi* pendant la période sèche a été confirmé au laboratoire par étude comparative de la reproduction de nématodes extraits du sol récolté avant (AD) et après (CA) la saison des pluies. A température constante (30°) le taux de reproduction des nématodes AD a été de 3,7 et de 0,9 pour les nématodes CA. A température ambiante (20-32°) ces taux ont été respectivement de 1,8 et 0,37. La cinétique de ponte des deux catégories de nématodes est représentée par deux droites (ponte régulière) dont les pentes et les ordonnées à l'origine différent, ceci en liaison avec le taux de reproduction moins élevé des nématodes CA.

SUMMARY

Annual changes in the reproductive ability of the nematode Scutellonema cavenessi

Field and laboratory experiments on the annual variation in reproduction of *S. cavenessi* are described. During the dry season (November-June) a field infested by *S. cavenessi* was sowed with peanuts and irrigated. From December to May, infestation of roots and reproductive rate of the nematodes were very low. After June infestation of roots and reproductive rate were similar to those observed during a non irrigated conventional peanut growth season (July-November). The decrease in reproductive rate of *S. cavenessi* during the dry season has also been observed in the laboratory by comparing the reproduction of nematodes extracted before (AD) and after (CA) the rainy season. At 30° the reproductive rate was 3.7 for (AD) nematodes and 0.9 for (CA) nematodes. At ambient temperature (20-32°) these rates were, respectively, 1.8 and 0.37. The egg laying kinetics of both AD and CA nematodes was represented by two straight lines (regular egg-laying) with different slopes. This was due to a lower reproductive rate in CA nematodes.

Les tentatives d'élevage du nématode *Scutellonema cavenessi* effectuées à plusieurs reprises, au Sénégal, au cours de la saison sèche, tant à partir du sol naturellement infesté que de populations extraites, ont jusqu'à ce jour été infructueuses. Au cours de ces essais on observait toujours un faible taux de pénétration du parasite dans les racines de l'hôte (arachide) et une diminution du nombre des nématodes par rapport à l'inoculum initial, 60 à 80 jours après l'infestation. L'hypothèse que l'arachide pouvait être un mauvais hôte a été envisagée et on a recherché parmi la végétation arborescente de la région de Bambey un hôte d'intercampagne du parasite. Ces recherches se sont révélées

infructueuses. Il apparaît donc que les seuls hôtes de *S. cavenessi* sont des plantes annuelles et qu'en absence de celles-ci (pendant la saison sèche) son unique localisation est le sol sec dans lequel il survit dans un état anhydrobiotique (Demeure, 1976).

En définitive, lorsqu'au cours de la saison sèche le nématode est placé artificiellement dans des conditions favorables (humidité, présence de l'hôte) son taux de reproduction reste insignifiant comparativement à celui observé au cours d'une campagne d'arachide normale mesuré lors d'études antérieures (Germani, 1979). L'ensemble des éléments recueillis suggère l'existence d'une phase d'arrêt ou de ralen-

tissement de l'activité reproductrice de *S. cavenessi* et l'objet de cette étude est de tester la valeur de cette hypothèse.

Matériel et méthodes

Cette étude comporte des expériences au champ et au laboratoire dont le déroulement chronologique est schématisé à la figure 1.

ÉTUDE AU CHAMP

Au cours de la saison sèche (novembre-juin) une parcelle infestée par *S. cavenessi*, située à la station ISRA (Institut Sénégalais de Recherches Agricoles) de Darou (Sine-Saloum), a été ensemencée en arachide cv. 55-437, hôte de ce parasite, et irriguée. Trois cultures d'arachide se sont succédées depuis le 12 décembre (date du premier semis) jusqu'au 23 juillet. A des intervalles d'environ 15 jours, les nématodes de dix échantillons de sol et de racines ont été extraits, identifiés et comptés. Au cours de la deuxième culture (mars-mai), six séries de dix prélèvements ont également été effectuées sur une parcelle contiguë à la première, mais en jachère nue et non irriguée. Ces échantillons étaient alors humidifiés pendant 72 heures au laboratoire avant extraction afin de permettre la reviviscence et la réactivation des nématodes en anhydrobiose (Demeure, 1976).

Les deux premières cultures se sont déroulées au cours d'une période plus fraîche que la troisième, laquelle a coïncidé avec la saison normale de culture de l'arachide, c'est à dire la saison des pluies (juin-novembre). Les nématodes du sol ont été extraits par la méthode des éluutriateurs (Seinhorst, 1962) et ceux des racines par la méthode des asperseurs (Seinhorst, 1950). Les résultats du dénombrement de nématodes sont exprimés par dm³ de sol et par 100 g de racines. L'analyse des données a été faite au moyen du test de Mann-Whitney (Snedecor & Cochran, 1967).

ÉTUDES AU LABORATOIRE

Quatre expériences réalisées au laboratoire ont consisté à infester au même moment du soja cv. 44 A 73, également très sensible à

S. cavenessi, par des individus provenant d'un sol prélevé au champ en juillet (AD) et en novembre (CA). Le prélèvement de sol AD a été effectué peu avant les premières pluies et stocké au laboratoire. Le prélèvement de sol CA a été effectué peu après la récolte d'arachide alors que les pluies avaient cessé. Au moment de l'expérimentation on disposait, donc, de deux types de nématodes: les uns (AD) étaient restés en anhydrobiose pendant 12 mois, les autres (CA) étaient entrés en anhydrobiose seulement depuis quelques jours (Fig. 1).

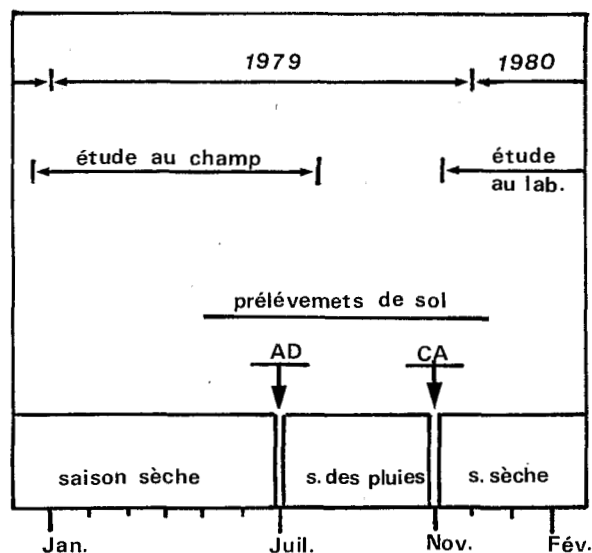


Fig. 1. Déroulement chronologique des études effectuées au champ et au laboratoire.

Schedule of laboratory and field studies.

Au cours de la première expérience (huit répétitions) les plants de soja, placés dans des pots contenant 1,5 dm³ de sol, stérilisés et placés à 30 °, ont été inoculés avec 5 000 nématodes AD ou CA (adultes et juvéniles des stades 3 et 4). Les nématodes ont été extraits du sol et des racines 40 jours après l'inoculation.

Dans la seconde expérience réalisée à température ambiante (20° – 32°) des plants de soja ont été placés (dix répétitions) dans des pots de 2,5 dm³ contenant du sol naturellement infesté par 13 000 nématodes pour le sol AD et 19 000 nématodes pour le sol CA. L'extraction des nématodes du sol et des racines fut effectuée 44 jours après le semis.

Au cours de la *troisième expérience* on a évalué et comparé les taux de reproduction d'adultes en anhydrobiose (parents vieux) aux taux de reproduction d'adultes issus de juvéniles de 4^{ème} stade inoculés 30 jours auparavant à des sojas (parents jeunes). Une série de soja (neuf répétitions) a été inoculée avec 50 femelles et 50 mâles AD ou CA (parents vieux) et une autre série (sept répétitions) avec 54 femelles et 18 mâles (parents jeunes). Ce dernier inoculum tient compte de la proportion de femelles et de mâles obtenus en inoculant des juvéniles de 4^{ème} stade.

L'inoculation a été réalisée sur des plants de soja placés sur du sable stérile contenus dans des récipients de 75 ml et maintenus à 30°. Les œufs et les juvéniles présents dans le sol et les racines ont été comptés 28 jours après l'inoculation.

Le dénombrement des nématodes du sol a été effectué après extraction par la technique des deux erlenmeyers (Seinhorst, 1955) et le dénombrement *in situ* des nématodes des racines après fixation et coloration de celles-ci au lactophénol-fuschine acide.

La *quatrième expérience*, réalisée dans des conditions identiques à la précédente, avait pour objet l'étude de l'évolution dans le temps de la ponte des femelles AD et CA. Elle a consisté à inoculer 25 plantules de soja avec 30 femelles et 30 mâles et à effectuer le dénombrement des œufs et des juvéniles présents dans le sol et les racines sur cinq plantes à cinq dates : 10, 17, 24, 31 et 38 jours après le semis.

Résultats

EXPÉRIMENTATION AU CHAMP

L'évolution des populations de *S. cavenessi* présentes dans le sol et les racines au cours des trois cultures est donnée au tableau 1 et à la figure 2. Au cours des deux premières cultures, le nombre de nématodes extraits des racines est très faible et ne comporte que de très rares juvéniles de 2^{ème} stade et ceci seulement à partir de la deuxième culture (Tab. 1). Le nombre des nématodes du sol demeure invariable et n'est pas statistiquement différent de celui que l'on

observe dans le sol sec en jachère nue (Fig. 2). Au cours de la troisième culture, les racines contiennent d'importantes populations de nématodes composées essentiellement de juvéniles, ce qui indique que le nématode se multiplie.

Tableau 1

Nombre moyen de *Scutellonema cavenessi* extraits de 100 g de racines au cours de trois cultures d'arachides irriguées.

Density of S. cavenessi in 100 g of roots during three consecutive crops of peanuts.

	Date de prélèvement Sampling date	Nématodes des racines Number of nematodes in roots		
		Juv. 2	Juv. 3-4	Adultes
1 ^{re} culture 1st crop	5/1	0	4670	750
	22/1	0	4940	770
	7/2	0	920	128
	23/2	0	180	9
	9/3	0	140	11
2 ^e culture 2d crop	28/3	0	430	40
	11/4	60	1320	210
	26/4	10	1480	230
	10/5	160	2140	240
	23/5	90	2230	280
3 ^e culture 3d crop	14/6	100	2800	630
	28/6	1400	10.440	1220
	9/7	980	6870	320
	23/7	1050	19.140	370

Des semis d'arachide et de soja ont été effectués en serre sur du sol prélevé dans la parcelle en jachère nue au cours de la seconde ou troisième culture. Le sol prélevé au début de la seconde culture ne donnait lieu à aucun développement de la population, tandis que celui prélevé à la fin de la seconde culture présentait une multiplication importante (Fig.3).

EXPÉRIENCE AU LABORATOIRE

Les deux premières cultures (décembre-mai) de l'expérience au champ relatée ci-dessous ont eu lieu au cours d'une période qui présente de fortes variations nycthémerales de température peu favorables à la culture de l'arachide (9,8° — 51,2° dans le sol à 5 cm). C'est dans le but de se placer dans de meilleures conditions que des expériences ont été réalisées à température constante (30°).

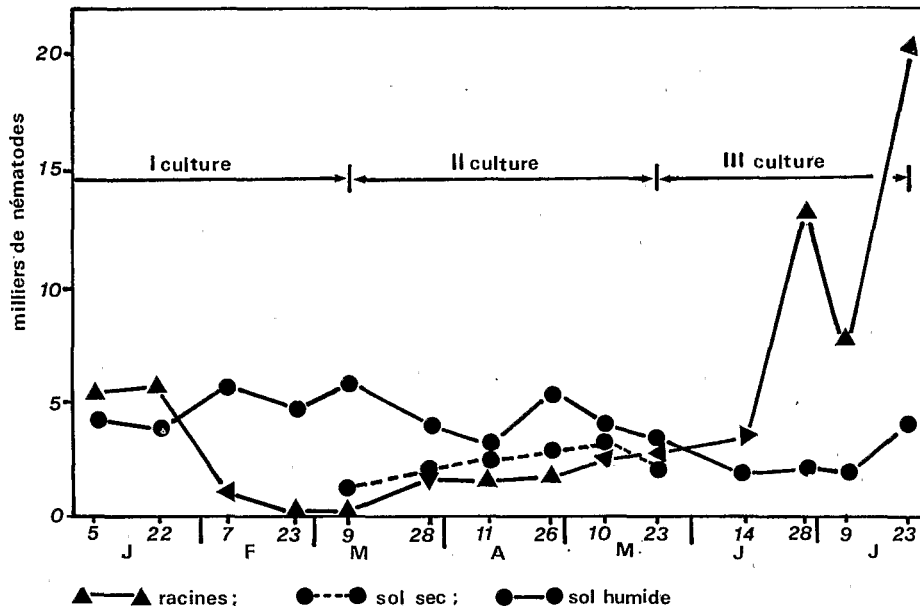


Fig. 2. Evolution dans le temps des populations de *Scutellonema cavinessi* dans le sol et les racines d'arachide en culture irriguée et dans un sol sec. Nombre de nématodes rapportés à un dm³ de sol et 100 g de racines.
Population dynamics of Scutellonema cavinessi in peanut roots and soil in irrigated and non-irrigated cultures. Densities per l of soil or per 100 g of roots.

Tableau 2

Inoculation sur soja de 5 000 *Scutellonema cavinessi* AD et CA à 30°. Nombre moyen de parasites par pot extraits du sol et des racines 40 jours après l'inoculation
Density and rate of multiplication of S. cavinessi AD and CA on potted soybeans after 40 days at 30°

	Inoculum Numbers inoculated	Adultes Adults		Juvéniles		Total *	Taux de multiplication Rate of multiplication
		sol soil	racines roots	sol soil	racines roots		
AD	5 000	2 430	100	1 260	13 600	17 390 (± 2 915)	3,5
CA	5 000	2 750	60	490	1 190	4 490 (± 1 030)	0,9

* Moyenne et écart-type.
Means and standard deviation.

Les résultats de la première expérience à 30° (Tab. 2) montrent que quarante jours après l'inoculation, la population totale était de 17 390 individus par pot (taux de multiplication de 3,5) pour AD et 4 490 (taux de multiplication de 0,9) pour CA. Le nombre total d'adultes, dont la quasi-totalité est dans le sol, est iden-

tique en AD et CA. Les juvéniles, essentiellement endophytes, étaient neuf fois plus nombreux dans les sojas ayant été inoculés avec des populations AD. Dans l'impossibilité de distinguer les individus inoculés de ceux de la deuxième génération on ne peut définir un coefficient de reproduction. Dans le cas de

Tableau 3

Semis de soja sur sol AD et CA naturellement infesté. Nombre moyen par pot de *Scutellonema cavenessi* extraits du sol et des racines après 44 jours de végétation à température ambiante.

Density and rate of multiplication of S. cavenessi after 42 days on potted soybeans growing in naturally infested soil.

	Infestation du sol Initial density in soil	Adultes sol Adults soil	Adults racines Adults roots	Juveniles sol Juveniles soil	Juveniles racines Juveniles roots	Total *	Taux de multiplication Rate of multiplication
AD	13 000	5 080	1 460	1 240	16 260	24 060 (± 2 552)	1,85
CA	19 000	5 620	350	290	770	7 030 (± 960)	0,37

* Moyenne et écart-type.
Means and standard deviation.

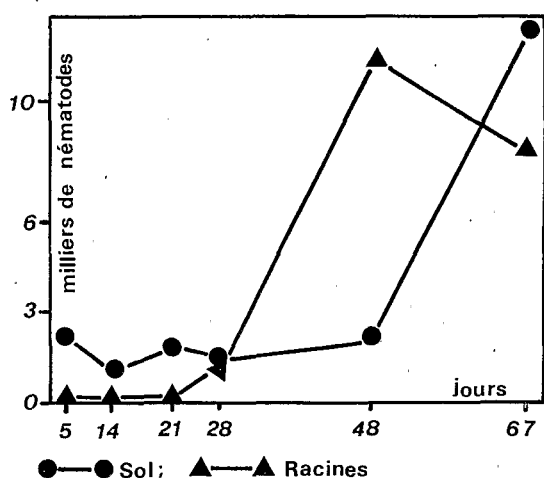


Fig. 3. Développement de *Scutellonema cavenessi* à partir d'un sol à l'humidité ambiante prélevé au champ en mai et semé en soja. Nombre de nématodes par pot dans le sol et dans les racines.

Multiplication of Scutellonema cavenessi on potted soybeans in soil sampled in May. Densities of nematodes in roots and soil.

l'inoculum CA la reproduction est attestée par la présence de juvéniles de 2^e stade qui n'existent pas dans l'inoculum. Cependant comme l'effectif global par pot diminue, cette faible reproduction ne suffit pas à compenser la mortalité.

La seconde expérience à température ambiante (Tab. 3) montre des résultats similaires à l'expé-

rience effectuée à 30°, pour ce qui est de la différence des populations de *S. cavenessi* AD et CA. On remarque cependant qu'à la température ambiante la population totale est moins élevée qu'à 30° (le taux de multiplication est de 1,85 pour AD et de 0,37 pour CA).

Tableau 4

Etude de la ponte de *Scutellonema cavenessi*, à 30°, 28 jours après l'inoculation sur soja en fonction de la provenance (AD ou CA) et de l'âge des parents.

Influence of origin and age of parents on the reproduction of S. cavenessi on potted soybeans after 28 days at 30°.

	Nombre de juvéniles + œufs * Number of eggs and juveniles	Taux de reproduction Rate of reproduction
Parents vieux Old parents		
AD	725 (± 145)	14,5
CA	242 (± 109)	4,8
Parents jeunes Young parents		
AD	1 250 (± 250)	23,1
CA	620 (± 115)	11,5

* Moyenne et écart-type.
Means and standard deviation.

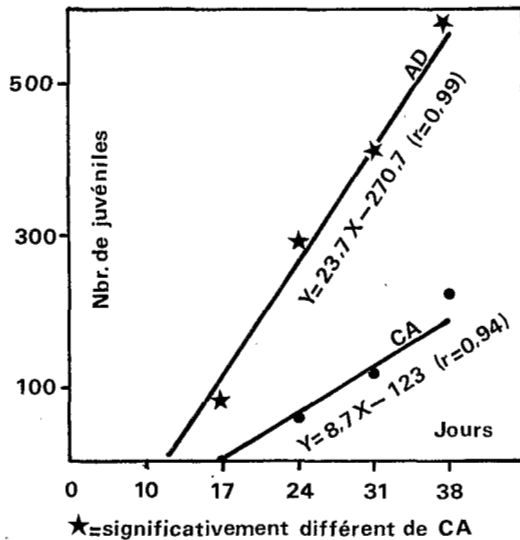


Fig. 4. Evolution de la ponte des femelles de *Scutellonema cavenessi* (AD et CA) inocuées à du soja à 30°. Production of eggs by females of *Scutellonema cavenessi* (AD or CA) on soybeans at 30°.

Les troisième et quatrième expériences, dont les résultats sont donnés au tableau 4 et à la figure 4, ont permis d'évaluer les coefficients de reproduction des nématodes AD et CA. L'inoculation d'adultes laisse apparaître, pour une population constante, que les femelles CA ont une ponte plus faible que les femelles AD et que les jeunes femelles ont une ponte plus élevée (Tab: 4). La cinétique (Fig. 4) de la ponte de femelles AD et CA est représentée par deux droites ($r = 0,99$; $r = 0,94$) ce qui implique que, dans la limite de la durée de l'expérience, la ponte est régulière. Ces deux droites se différencient par leur pente qui est de 23,7 pour AD et 8,7 pour CA et par leur ordonnée à l'origine.

Conclusion et discussion

Les expériences qui viennent d'être relatées ont mis en évidence un certain nombre de caractéristiques de la biologie de *S. cavenessi*. (1) Au cours de la saison sèche, dans un sol sec, le nématode survit en nombre constant et il a été démontré que cette survie se faisait à l'état anhydrobiotique. (2) Ni l'irrigation, ni la présence de l'hôte ne déclenchent (première et deuxième culture; Fig. 2) une augmentation

de la population comparable à celle observée au cours de la saison des pluies (troisième culture; Fig. 2). Ces résultats suggèrent fortement l'existence d'une phase apparemment obligatoire de ralentissement de l'activité reproductrice. Chez les individus présents en sol non irrigué, cette phase serait concomitante à l'anhydrobiose. Cependant il ne pouvait être exclu a priori que la baisse de la température au cours de la saison sèche ne puisse être à l'origine de ce ralentissement de l'activité sexuelle. Les expériences réalisées à 30° (Tab. 2 et 4) montrent que cette phase de repos sexuel persiste dans des conditions de température identiques à celles de la saison des pluies.

L'existence d'une diapause ovarienne, pouvant affecter toutes ou certaines formes des nématodes CA, a été également envisagée, la reproduction observée au laboratoire avec ces nématodes et celle observée au champ au cours de la saison sèche pouvant résulter d'un mélange avec les nématodes AD, survivants de l'année précédente.

L'hypothèse d'une diapause ovarienne chez les nématodes CA est à rejeter. En effet les femelles de première génération obtenues en laboratoire à partir de parents AD ont, 28 jours après leur inoculation à des sojas, un coefficient de reproduction de 3,3. Ce coefficient est peu différent de celui obtenu, à cette même date (4) avec des femelles CA récoltées au champ (Fig. 4). Il s'agit donc bien d'un ralentissement de l'activité reproductrice qui affecte non seulement les femelles CA (parents vieux) mais également les femelles CA obtenues à partir des juvéniles de 4^e stade (parents jeunes). Un phénomène similaire a été observé dans un cas d'anabiose chez *Ditylenchus dipsaci* (Cayrol, 1970).

En conclusion, l'activité biologique de *S. cavenessi* peut connaître deux sortes d'arrêts. Le premier, strict et affectant tous les individus, est dû à l'anhydrobiose induite par les conditions climatiques de la saison sèche. Il prend fin immédiatement après réhumidification du sol; il s'agit donc d'une quiescence (Cooper & Van Gundy, 1971). Le second affecte l'activité reproductrice et persiste obligatoirement pendant une grande partie de la saison sèche non seulement chez les animaux en anhydrobiose mais également chez les individus reviviscents, en terrain irrigué. Ce ralentissement de l'acti-

vité reproductrice obéit donc, vraisemblablement, à un déterminisme interne. Une étude cytologique fine du fonctionnement ovarien pourrait seule permettre de résoudre cette incertitude.

RÉFÉRENCES

- CAYROL, J.C. (1970). Action des autres composants de la biocénose du champignon de couche sur le nématode mycophage, *Ditylenchus myceliophagus* J.B. Goodey, 1958, et étude de son anabiose : forme de survie en conditions défavorables *Revue Ecol. Biol. Sol*, 7 : 409-440.
- COOPER, A.F. & VAN GUNDY, S.D. (1971). Senescence, quiescence, and Cryptobiosis. In Zuckerman, B.M., Mai, W.F. & Rhode, R.A. (Eds) *Plant Parasitic Nematodes*. Vol. II. New York, Academic Press : 297-315.
- DEMEURE, Y. (1976). Résistance à la sécheresse en zone sahélienne du nématode phytoparasite *Scutellonema cavenessi* Sher, 1963. *Cah. ORSTOM, Sér. Biol.*, 10 : 283-292.
- GERMANI, G. (1979). Nematicide application as a tool to study the impact of nematodes on plant productivity. In Mongi, H.O. & Huxley, P.A. (Eds). *Soils Research in Agroforestry*, Nairobi, Kenya, ICRAF : 297-313.
- SEINHORST, J.W. (1950). De betekenis van de grond voor het optreden van aanstasting door het stengelaaltje *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev. *Tijdschr. PlZiekt.*, 56 : 291-349.
- SEINHORST, J.W. (1955). Een eenvoudige methode voor het afscheiden van aaltjes uit grond. *Tijdschr. PlZiekt.*, 61 : 188-190.
- SEINHORST, J.W. (1962). Modifications of the elutriation method for extracting nematodes from soil. *Nematologica*, 8 : 117-128.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. (1967). *Statistical methods*. Iowa State Univ. Press. Sixth Ed., 593 p.

Accepté pour publication le 12 novembre 1980.