

## Parasitoses intestinales et environnement dans les villes Sahélo-Soudaniennes : l'exemple de Pikine (Sénégal)

*Intestinal parasitic infection and environment in Sahelo-Sudanese towns: the case of Pikine (Senegal)*

G. SALEM<sup>(1)</sup>, L. VAN DE VELDEN<sup>(2)</sup>, F. LALOÉ<sup>(2)</sup>, B. MAIRE<sup>(1)</sup>, A. PONTON<sup>(1)</sup>, P. TRAISSAC<sup>(1)</sup>, A. PROST<sup>(3)</sup>

(1) ORSTOM-GIP RECLUS, 17 Rue Abbé de l'Épée, F34000 Montpellier (Tirés à part: G. Salem).

(2) Projet Pikine.

(3) OMS.

*A survey carried out in Pikine (Senegal) on a sample of 5 groups of children drawn from ecologically representative sections of the town confirms the high prevalence in urban areas of Africa of intestinal infection, especially *A. lumbricoides* (35.6%), *T. trichiura* (35.4%), and *Giardia* (43.7%). The prevalence of *A. lumbricoides* (35.6%), *T. trichiura* (35.4%), and *Giardia* (43.7%). The prevalence of *A. lumbricoides* and *T. trichiura* are appreciably higher in the oldest sectors of the town or in those with a better sanitary standard: up to 47.7% for *Ascaris* and 46% for *Trichuris*. The use of  $X^2$  tests and log-linear analysis demonstrates a significant association between *Ascaris* and *Trichuris*. The highest prevalence for *Giardia* (56.8%) were to be found on the outskirts of the town, where the lowest prevalence of *Ascaris* (21.7%) and *Trichuris* (22.9%) were noted; moreover, age-based prevalence for the three parasites vary from one ecological area to another. The relationship between the urbanization process, the variation in environmental factors and intestinal parasitic infection, and the operational implications arising from this geographically-based approach are discussed.*

*Medical geography. Intestinal parasitic infection. Urbanization. Africa. Environment.*

*Une enquête réalisée dans la ville de Pikine (Sénégal), sur un échantillon de 5 groupes d'enfants habitant dans des zones écologiquement représentatives, confirme l'existence d'une forte prévalence des parasitoses intestinales en milieu urbain africain, notamment *A. lumbricoides* (35,6%), *T. trichiura* (35,4%) et *Giardia* (43,7%). La prévalence de *A. lumbricoides* et *T. trichiura* est surtout importante dans les quartiers les plus anciennement urbanisés ou les plus assainis, jusqu'à 47,7% pour *Ascaris* et 46% pour *Trichuris*. Les résultats de l'analyse statistique (test du  $X^2$  et analyses par des modèles log-linéaires) montrent une association significative entre *Ascaris* et *Trichocépales*. La plus forte prévalence de *Giardias* est observée sur le front d'urbanisation (56,8%), significativement associée aux plus faibles taux d'*Ascaris* (27,1%) et de *Trichuris* (22,9%); en outre, la prévalence de ces différents parasites, calculée par classe d'âge des enfants, varie selon les zones écologiques. Les relations entre processus d'urbanisation, variables environnementales et parasitoses intestinales, et l'intérêt opérationnel de cette approche géographique, sont discutés.*

*Géographie de la santé. Parasitoses intestinales. Urbanisation. Afrique. Environnement.*

Texte reçu le 1<sup>er</sup> septembre 1993. Acceptation définitive le 23 février 1994.

05 SEP. 1994

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 40.055 ex 1

Cote : B

## INTRODUCTION

Si les villes du Tiers-Monde sont remarquables par leur hétérogénéité sociale et géographique, les facteurs qui sont supposés favoriser de fortes prévalences de parasitoses intestinales (faible ou mauvaise alimentation en eau, fortes densités de population, habitat précaire, sous-équipement, péril fécal, etc...), se trouvent rarement réunis simultanément dans une même zone. Ces parasitoses, qui ne peuvent pas toujours être identifiées dans des laboratoires manquant de moyens de travail, n'en représentent pas moins un problème de santé publique réel, fréquemment associé à une incidence importante des diarrhées et aux mauvais états nutritionnels [1].

L'enquête faisant l'objet de cet article s'inscrit dans une recherche plus large sur les relations entre conditions d'habitat, alimentation en eau, morbidité et état nutritionnel des enfants de Pikine. Cette ville, créée ex nihilo en 1952 par les autorités coloniales, à la périphérie de Dakar, était dès 1987 la première agglomération urbaine du Sénégal avec 700 000 habitants environ [2] (fig. 1).

Dans cette étude qui porte sur un échantillon de 570 enfants âgés de 0 à 60 mois, on a étudié la prévalence et le portage simultané de parasitoses intestinales en fonction de l'âge et du sexe et de la localisation dans la ville. Ces données, recueillies en juillet 1986 ont été confrontées aux variables environnementales et aux signes morbides présentés par l'enfant. Les objectifs étaient de définir le profil épidémiologique des enfants parasités, d'apprécier les associations de parasites et d'identifier d'éventuelles variables environnementales permettant de dessiner des zones à risques particuliers et d'inférer des résultats ponctuels d'un échantillon restreint à l'ensemble de la ville. Cette recherche doit également permettre de vérifier l'hypothèse selon laquelle la bande côtière sénégalaise avec les agglomérations de Dakar-Pikine et Banjul en particulier, serait une des zones de savane sèche d'Afrique de l'Ouest, favorables à l'entretien d'une endémie ascaridienne, soit pour des raisons climatiques [3], soit sous l'influence du phénomène d'urbanisation [3, 5]. Les nombreuses enquêtes menées dans cette zone, avant son urbanisation massive

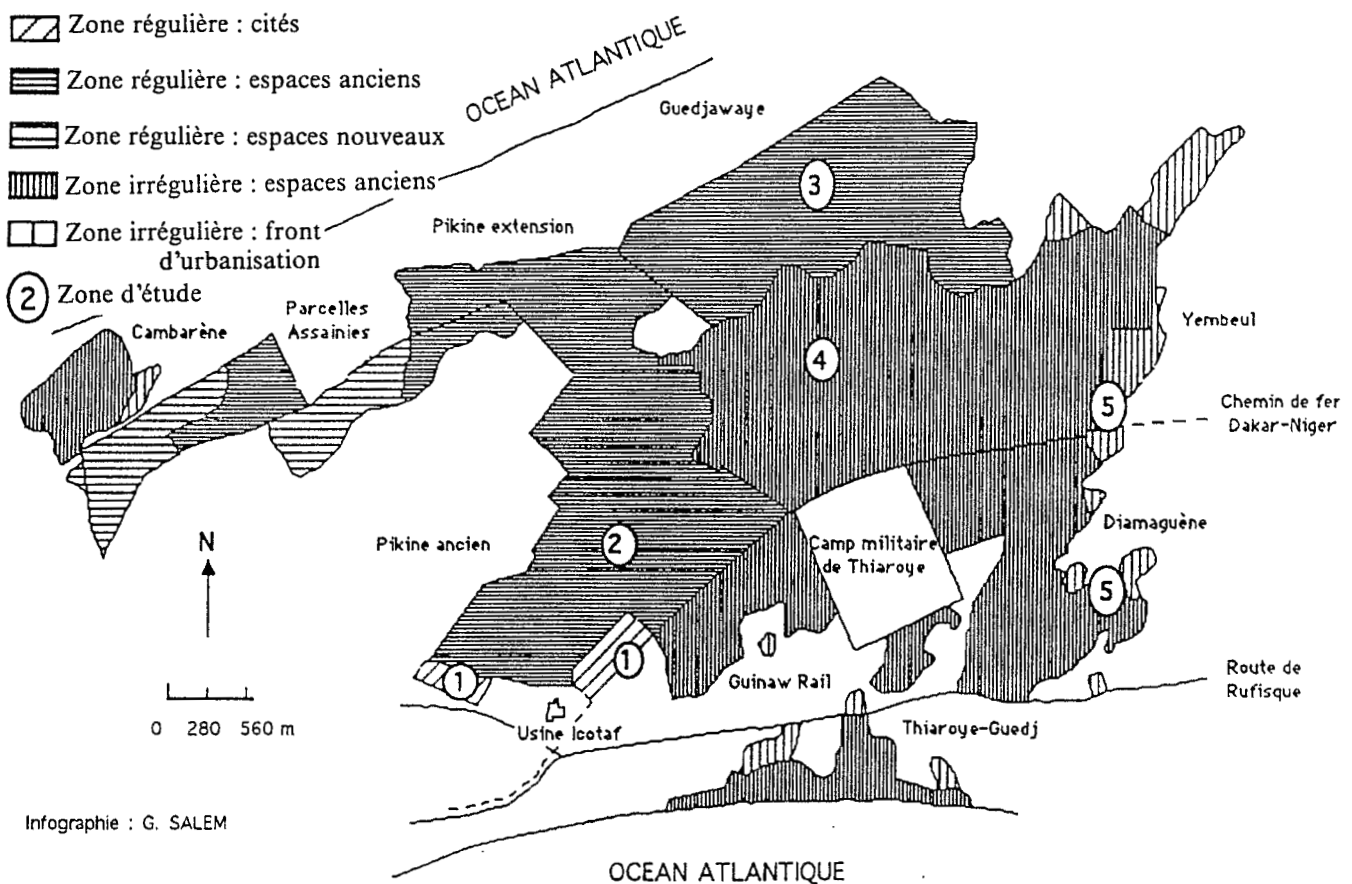


FIG. 1. — Pikine (1986) : type d'urbanisation et parasitoses intestinales.

[6-9], permettront une discussion du poids des facteurs urbains.

## MÉTHODOLOGIE

La ville de Pikine est située à 14°40 Nord de latitude et 17°20 Ouest de longitude. Ville sahélo-soudanienne, elle connaît une longue période de saison sèche, allant grossièrement du mois d'octobre au mois de juillet, puis une saison pluvieuse, avec des précipitations de l'ordre de 300 mm ces dernières années. Les amplitudes thermiques et hygrométriques annuelles, mesurées en cinq points de la ville pendant une année, sont importantes: températures minimales de 10 à 31°C, températures maximales de 14 à 39°C, hygrométrie relative à 8 h de 30 à 100 %, hygrométrie relative à 15 h de 26 à 100 %.

## LE CHOIX DES QUARTIERS

La dynamique spatiale des villes africaines fait que l'on rencontre rarement dans le même quartier tous les facteurs de risque favorisant une forte incidence des diverses parasitoses intestinales.

Les quartiers enquêtés ont été choisis selon les différents facteurs de risque connus de parasitoses intestinales et dans le souci d'une représentativité des situations écologiques de la ville. La recherche d'une telle représentativité fait que les effectifs des sous-zones étudiées ne sont pas proportionnels à l'effectif global de la population et peut-être même sans rapport avec la structure par âge de la population infant-juvénile de l'agglomération. L'étude vise plus à montrer la diversité des situations intra-urbaines au regard des parasitoses intestinales qu'à établir la situation «moyenne» de la ville.

Ce choix est justifié par les deux phénomènes paradoxaux rencontrés à Pikine, et plus généralement dans les villes africaines:

- les facteurs de risque semblent jouer en sens contraires: si les quartiers anciens connaissent à la fois les plus fortes densités de population, le plus grand nombre d'équipements sanitaires et le meilleur accès à l'eau courante, en revanche, les quartiers les plus récents disposent d'un moindre accès à l'eau, de la plus mauvaise desserte en équipements mais enregistrent de moins grandes densités de populations;

- la ville de Pikine est double (*fig. 1*): à l'espace d'urbanisation régulière (12 km<sup>2</sup>) est accolée un espace d'urbanisation irrégulière (13 km<sup>2</sup>) dont les quartiers peuvent être pourvus en équipements collectifs et dont les constructions sont majoritairement en matériaux durables [10]. Paradoxe supplémentaire, une large zone marécageuse (niaye), partiellement cultivée, est accolée à l'espace d'urbanisation régulière, donnant à cet espace un environnement bien plus rural que celui des quartiers irréguliers les plus anciens, où toutes traces d'activités agricoles et de végétation naturelle ont disparu. De même, le front d'urbanisation irrégulier, en bordure de zones de cultures et de micro-niayes, constitue une aire environnementale mixte, rurale/urbaine.

Cinq zones ont donc été définies selon leur situation écologique (*fig. 1*):

*Habitat planifié (zone 1)*: les Cités Icotaf et Sotiba sont des quartiers réguliers, préconstruits, avec adduction d'eau et systèmes d'évacuation des *excreta*. Les densités de population à l'intérieur des parcelles sont faibles<sup>(1)</sup> (408 à 603 hbts/ha), de même que les densités de quartiers (142 à 400 hbts/ha) [2]. Dans cette zone, les températures minimales annuelles varient de 14 à 27°C (moyenne annuelle = 21°, les températures maximales de 14 à 39°C (moyenne 25,8°); l'amplitude hygrométrique diurne annuelle est de 10 à 100 % (moyenne annuelle = 62 %). Cette zone d'habitat «moderne» jouxte de nombreuses micro-niayes et terrains non construits qui constituent des aires de jeux pour les enfants de ces quartiers, donc des zones à risque de contamination fécale, mais également des quartiers voisins non assainis.

*Habitat ancien régulier (zone 2)*: les quartiers dits de Pikine Ancien, créés en 1952, disposent d'une bonne alimentation en eau mais sont sans système collectif d'évacuation des *excreta*. L'habitat auto-construit est de bonne qualité, essentiellement en matériaux durables. Les densités de population à l'intérieur des parcelles sont moyennes (603 à 689 hbts/ha), alors que les densités de quartiers sont fortes (429 à 461 hbts/ha). Dans cette zone, les températures minimales annuelles varient de 10 à 31° (moyenne = 19,4°), les températures maximales de 17 à 39° (moyenne 28,2°); l'amplitude hygrométrique diurne annuelle est de 10 à 100 % (moyenne = 67 %). Cette zone est de caractère très urbain, ne laissant aux enfants que les rues et ruelles de sable comme aires de jeux.

*Habitat récent régulier (zone 3)*: Guedjawaye, quartier implanté à partir de 1972, a une faible alimentation en eau et pas de système collectif d'évacuation des *excreta*. L'habitat est auto-construit, le plus souvent en matériaux précaires. Les densités de population à l'intérieur des parcelles sont très fortes (689 à 787 hbts/ha) alors que les densités de quartiers sont faibles (326 à 429 hbts/ha) en raison d'une voirie surdimensionnée. Dans cette zone, les températures minimales annuelles varient de 11 à

(1) Le calcul des densités de population, trait épidémiologique majeur des zones urbaines, n'est pas aussi simple qu'il y paraît. Une densité de population exprime le rapport d'une population sur une unité de surface. Or, l'unité de surface peut être celle de la maisonnée, du quartier comprenant la petite voirie, ou de la zone comprenant également la grande voirie, les équipements administratifs, les zones non construites etc... Ces densités ne varient pas nécessairement de façon linéaire, des maisons de forte densité de population pouvant se trouver dans des quartiers de faible densité de constructions, des maisons de faible densité de population pouvant se trouver dans des quartiers de forte densité de constructions. C'est en fonction de chaque problème de santé particulier qu'il faut choisir l'échelle d'étude et les rapports entre les résultats obtenus entre ces différentes échelles. Pour une discussion approfondie sur ces concepts et méthodes, voir [21].

26° (moyenne = 19,2°), les températures maximales de 15 à 39° (moyenne 25,8°); l'amplitude hygrométrique diurne annuelle est de 20 à 96 % (moyenne = 71 %). Un mince cordon d'arbres et quelques cultures maraîchères séparent cette zone de la mer, cordon qui sert de zone de défécation aux adultes et de terrains de jeux aux enfants laissés à eux-mêmes.

*Habitat ancien irrégulier (zone 4)*: les quartiers dits de Pikine irrégulier, sont anciens (1960), avec une faible alimentation en eau et pas de système d'évacuation des *excreta*. L'habitat est auto-construit en matériaux durables. Les densités de population à l'intérieur des parcelles sont fortes (603 à 689 hbts/ha), ainsi que les densités de quartiers (446 à 461 hbts/ha). Dans cette zone, les températures minimales annuelles varient de 11 à 25° C (moyenne = 19°), les températures maximales de 19 à 35° C (moyenne = 28,6°); l'amplitude hygrométrique diurne annuelle est de 40 à 95 % (moyenne = 66 %). Cette zone est l'illustration même de quartiers irréguliers taudifiés, ne laissant comme aires de jeux aux enfants que d'étroites ruelles sablonneuses. Le péril fécal y semble maximum.

*Habitat du front d'urbanisation irrégulier (zone 5)*: les quartiers de ce front récent (1986) ont une très mauvaise alimentation en eau, les puits et céanes constituant la source essentielle d'approvisionnement en eau, et aucun système d'évacuation des *excreta*. L'habitat est mixte (parcelles en cours de construction, baraques, maisons en matériaux durables). Les densités de population à l'intérieur des parcelles sont faibles (408 à 537 hbts/ha), ainsi que les densités de quartiers (142 à 326 hbts/ha). Nous ne disposons pas de données météorologiques sur cette zone qui apparaît comme un espace de transition entre la ville et la campagne, construite sur une sebkha<sup>(2)</sup> qui s'inonde aux premières pluies importantes. Les marges peu denses du quartier servent de zones de défécation à la population.

#### LA POPULATION D'ENFANTS

On disposait pour l'enquête des fiches de base du recensement familial nominatif pour chaque zone sélectionnée [11], évitant ainsi un biais d'échantillonnage. Les selles de 570 des 589 enfants sélectionnés ont été examinées, les 19 enfants perdus étant également répartis sur la ville. On dispose pour chacun d'eux de renseignements sur son lieu de résidence dans la ville, son sexe, son âge (en mois) et pour 431 d'entre eux d'informations sur son environnement de vie (alimentation en eau, densités de population, type d'habitat), son milieu socio-culturel (catégorie socio-professionnelle et niveau scolaire des parents, équipements de la maison) et les signes morbides déclarés par sa mère et/ou constatés par notre équipe médicale. Les 149 enfants pour lesquels nous ne disposons pas de ces données sont également répartis dans les 5 zones d'étude.

(2) Les sebkhas sont des fonds de dépression fermée en climat semi-aride, le plus souvent sèches, mais parfois inondées en saison des pluies par la montée des nappes phréatiques.

#### PRÉLÈVEMENT ET EXAMEN DES SELLES

Pour chacun des enfants concernés, étaient déposés à son domicile un récipient en matière plastique et un bâtonnet de bois. La mère de l'enfant devait prélever un échantillon des premières selles du lendemain, échantillon acheminé au laboratoire par l'enquêteur dans le courant de la matinée. Les selles n'ayant pu être collectées le matin, l'étaient l'après-midi lors d'un second passage de l'enquêteur.

Au laboratoire, les suspensions standard ont été préparées [12]: suspensions de matières fécales dans une goutte d'eau saline physiologique, déposée sur une lame porte-objet et recouverte d'une lamelle couvrepied de 22 × 22 mm. Afin de faciliter l'examen microscopique, la densité de la suspension doit être telle qu'un texte imprimé en petits caractères reste tout juste lisible à travers le frottis. On estime qu'une telle préparation contient approximativement 2 mg de matières fécales. En multipliant par 500 le nombre d'œufs comptés par préparation standard, on obtient une estimation assez grossière du nombre d'œufs par gramme de matières fécales.

## RÉSULTATS

### DESCRIPTION DE LA POPULATION ÉTUDIÉE

Le *tableau I* montre la répartition géographique des 570 enfants. L'échantillon comprend 301 filles (52,8 %) et 269 garçons (47,2 %).

TABLEAU I. — Répartition géographique de l'échantillon d'enfants.

Zones	effectif	%
Pikine Ancien	124	21,7
Pikine Planifié	114	20,0
Guedjawaye	103	18,1
Pikine Irrégulier	111	19,5
Front d'urbanisation	118	20,7
Total	570	100

### PRÉVALENCE DES DIFFÉRENTES PARASITOSE

422 des 570 enfants examinés étaient porteurs au moins d'un parasite (74 %), 294 d'un helminthe (51,6 %) et 327 d'un protozoaire (57,4 %) (*tableau II*).

TABLEAU II. — *Prévalence des différents parasites et pathogénicité.*

Parasites	Effectif	Prévalence (%)	Pathogénicité
<i>G. lamblia</i>	249	43,7	+?
<i>A. lumbricoides</i>	203	35,6	+
<i>T. trichiura</i>	202	35,4	+
<i>E. coli</i>	129	22,6	-
<i>T. hominis</i>	44	7,7	-
<i>E. hartmanni</i>	32	5,6	-
<i>E. histolytica</i>	24	4,2	+
<i>C. mesnili</i>	15	2,6	?
<i>I. bütschlii</i>	15	2,6	?
<i>S. stercoralis</i>	9	1,2	+
<i>H. nana</i>	7	1,2	+
<i>E. nana</i>	5	0,9	?
Ankylostome	1	0,2	+

TABLEAU III. — *Prévalence des parasites par classe d'âge (%).*

Parasites	< 1 an	1 an	2 ans	3 ans	4 ans	p
<i>G. lamblia</i>	18	44	54	52	49	**
<i>A. lumbricoides</i>	10	28	42	52	44	**
<i>T. trichiura</i>	5	18	33	53	64	**
<i>E. coli</i>	4	9	18	36	43	**
<i>T. hominis</i>	3	5	6	10	14	NS
<i>E. hartmanni</i>	1	1	4	8	13	NS
<i>E. histolytica</i>	0	2	3	3	11	NS
<i>C. mesnili</i>	0	2	2	4	4	NS
<i>I. bütschlii</i>	1	2	3	4	3	NS
<i>S. stercoralis</i>	1	3	1	2	1	NS
<i>N. nana</i>	0	0	0	2	4	NS
<i>E. nana</i>	0	0	0	3	1	NS
Ankylostome	0	0	0	0	1	NS

\*\* p = 0,01, NS = non significatif.

*G. lamblia*, *A. lumbricoides*, *T. trichiura* et *E. coli*, ont une prévalence nettement plus importante que les autres parasites, *E. histolytica*, *S. stercoralis* et *E. nana*, notamment, sont très pathogènes. Pour ce dernier parasite, les kystes n'ont probablement pas été décelés. Les enteromonas n'ont pas été recherchés du fait des conditions de prélèvement et de leur faible signification épidémiologique. La forte prévalence et la pathogénicité des trois premiers justifient une étude approfondie; les autres parasites pathogènes mais de préva-

lence moindre mériteraient une analyse plus spécifique.

#### PRÉVALENCE PAR ÂGE

Les seules différences significatives entre les différentes classes d'âge ne sont observées que pour les 4 premiers parasites (*tableau III*). Cette classification en années est toutefois grossière comme le montre la courbe par classe d'âge de 6 mois (*fig. 2*). Cette courbe montre une croissance très rapide des giar-

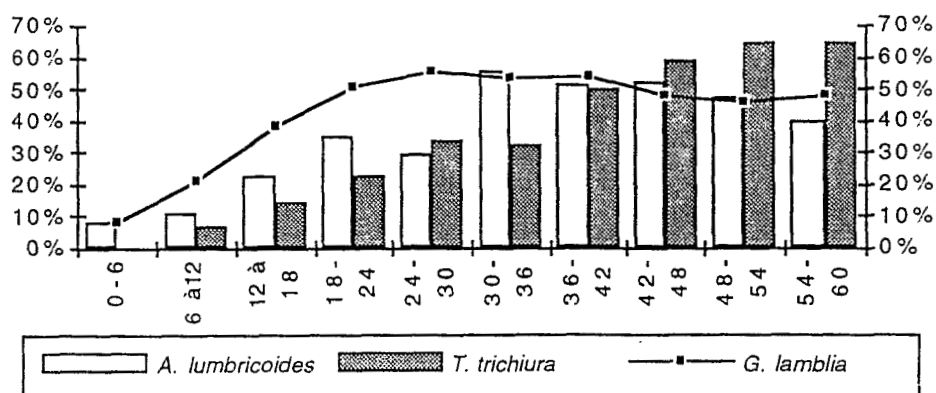


FIG. 2. — Prévalence par classe d'âge des trois principaux parasites.

diasés jusqu'à l'âge de 30 mois, correspondant à une prévalence maximale supérieure à 55 %, puis un plateau jusqu'à 60 mois ; la croissance plus lente de la prévalence d'ascaridioses et de trichocéphaloses est marquée par une prédominance de prévalence d'*A. lumbricoides* jusqu'à 3 ans et une baisse après 48 mois, tandis que la prévalence de *T. trichiura* continue de croître jusqu'à 5 ans. Aucune différence significative selon le sexe de l'enfant n'a été observée.

#### PRÉVALENCE PAR ZONE

La prévalence d'helminthes et de protozoaires est différente selon les zones avec une nette prédominance des helminthes sur Pikine irrégulier et de protozoaires sur le front d'urbanisation (tableau IV). On retrouve ces différences entre les zones étudiées de Pikine, notamment pour les trois parasites les plus fréquemment rencontrés (*G. lamblia*, *A. lumbricoides*, *T. trichiura*). De même, des différences, bien que statistiquement non interprétables, pour les parasites moins fréquents mais pathogènes, sont à noter, notamment à Guedjawaye pour *H. nana* et à Guedjawaye et Pikine irrégulier pour *E. histolytica* (tableau V).

On note également une faible prévalence de trichocéphaloses et d'ascaridioses dans la zone de Pikine Planifié, et une forte prévalence de *T. trichiura* à Pikine Ancien. Cela pourrait s'expliquer par la consommation de vermifuges à larges spectres (type mébenda-

TABLEAU IV. — Prévalence d'helminthes et de protozoaires par zone (%).

Zones	Helminthes	Protozoaires
Pikine Ancien	54	53
Pikine Planifié	43	51
Guedjawaye	54	60
Pikine Irrégulier	64	54
Front d'urbanisation	43	69

zole) qui sont coûteux et seulement disponibles en pharmacie dans les quartiers plus aisés de Pikine Planifié. En revanche, les enfants de Pikine Ancien, de condition plus modeste, utiliseraient plutôt de la pipérazine vermifuge disponible dans la plupart des postes de santé mais inactive contre les trichocéphales. Ces hypothèses n'ont pu être confirmées par les réponses relatives aux traitements antiparasitaires qui se sont révélées inutilisables en raison de la mauvaise souvenance des mères. Les calculs de prévalence par année d'âge pour chacune des 5 zones, pour des raisons d'effectifs, montrent des différences encore plus tranchées (tableau VI) : la prévalence augmente avec l'âge pour Pikine Ancien et Pikine irrégulier, tandis que pour Pikine Planifié et Guedjawaye cette tendance est plus incertaine. Le front d'urbanisation se singularise par une pente très forte de la prévalence de giardiasés (atteignant 83 % dans la classe d'âge 2-3 ans), chiffres extrêmes qui donnent sa physionomie à la courbe générale de la ville.

TABLEAU V. — *Prévalence des différents parasites par zone (%)*.

Parasites	P. Ancien	P. Planifié	Guedj.	P. Irrég.	Front	p
G. Lamblia	40,3	39,4	42,7	38,7	56,8	*
A. lumbricoides	37,9	32,4	33,0	47,7	27,1	*
T. trichiura	46,0	23,7	28,8	45,9	22,9	**
E. coli	25,8	22,8	22,3	18,9	22,8	NS
T. hominis	9,7	0 %	5,8	11,7	11,0	NS
E. hartmanni	0,8	2,6	8,7	8,1	8,5	NS
E. histolytica	1,6	2,6	6,8	6,3	4,2	NS
C. mesnili	4,8	0	2,9	2,7	2,5	NS
I. bütschlii	4,0	2,6	1,9	0,9	3,4	NS
S. stercoralis	0,8	0,9	0	2,7	3,4	NS
H. nana	0	0	5,8	0,9	0	NS
E. nana	0,8	0,9	1,9	0,9	0	NS
Ankylostome	0	0,9	0	0	0	NS

\*  $p = 0,05$     \*\*  $p = 0,01$     NS = non significatif.

TABLEAU VI. — *Prévalence des principaux parasites par zone et classe d'âge (%)*.

Parasite/zone	< 1 an	1 an	2 ans	3 ans	4 ans	p
A. lumb. P. Ancien	5	23	32	56	64	**
A. lumb. P. Planifié	11	36	39	38	32	NS
A. lumb. Guedj.	15	29	26	50	37	NS
A. lumb. P. Irrégul.	5	38	73	65	67	**
A. lumb. Front urb.	16	15	33	52	22	*
T. trich. P. Ancien	9	23	42	66	80	**
T. trich. P. Planifié	0	12	17	33	55	NS
T. trich. Guedjawaye	0	19	26	60	63	NS
T. trich. P. Irrégul	9	21	55	88	76	**
T. trich. Front urb.	4	15	22	28	48	**
G. lamblia P. Ancien	5	42	47	50	52	**
G. lamblia P. Planifié	11	44	52	38	50	**
G. Lamblia Guedj.	46	38	42	55	37	**
G. Lamblia P. Irrégul.	18	31	50	65	38	*
G. Lamblia Front urb.	20	63	83	56	70	**

\*\*  $p = 0,01$ , \*  $p = 0,05$ , NS = non significatif

#### DIVERS

Aucune différence significative n'a été observée pour la prévalence de parasites en fonction du sexe de l'enfant ni de l'aspect macroscopique des selles.

#### ASSOCIATIONS ENTRE PARASITES ET ÂGE

Nous avons analysé à l'aide de modèles log-linéaires, cas particuliers des modèles linéaires généralisés [13], le tableau de contingence (tableau VII) des 40 effectifs selon les

TABLEAU VII. — Associations et effectifs observés.

Combinaisons <sup>a</sup>	Age (années)					Total
	1	2	3	4	5	
atg	80	43	18	17	10	168
atG	19	38	24	18	12	111
aTg	2	6	9	12	13	42
aTG	4	4	8	10	20	46
Atg	11	12	7	13	8	51
AtG	2	7	18	6	5	38
ATg	2	8	14	21	15	38
ATG	1	5	12	24	12	54

<sup>a</sup> les parasites sont notés par leur initiale : une minuscule indique l'absence du parasite, une majuscule sa présence.

différentes combinaisons d'âge (5 classes) et de présence/absence des 3 parasites *A. lumbricoides*, *T. trichiura* et *G. lamblia* ( $2^3 = 8$  classes). Le choix de ces trois parasites est justifié par des raisons d'effectifs et de pathogénicité.

Chaque effectif peut être noté  $N_{ijkl}$  où :

- $i = 1$  ou  $2$  selon la présence ou l'absence d'*A. lumbricoides* ;
- $j = 1$  ou  $2$  selon la présence ou l'absence de *T. trichiura* ;
- $k = 1$  ou  $2$  selon la présence ou l'absence de *G. lamblia* ;
- $l = 1 \dots 5$  selon la classe d'âge.

On considère que chaque effectif observé  $N_{ijkl}$  est une réalisation d'une loi de Poisson d'espérance  $\Pi_{ijkl}$ .

La modélisation des  $\Pi_{ijkl}$  est une fonction exponentielle d'une combinaison linéaire analogue à celles de l'analyse de variance d'un modèle linéaire. Ainsi, sous l'hypothèse d'indépendance des 4 sources de variations, on a  $\Pi_{ijkl} = \text{constante} \cdot \pi_{a_i} \cdot \pi_{t_j} \cdot \pi_{g_k} \cdot \pi_{\text{âge}_l}$ , soit :  $\text{Ln } \Pi_{ijkl} = \text{Ln}(\text{constante}) + \text{Ln}\pi_{a_i} + \text{Ln}\pi_{t_j} + \text{Ln}\pi_{g_k} + \text{Ln}\pi_{\text{âge}_l}$ , où :

- $\pi_{a_i}$  = probabilité de présence ( $i = 1$ ) ou d'absence ( $i = 2$ ) d'*A. lumbricoides*.
- $\pi_{t_j}$  = probabilité de présence ( $j = 1$ ) ou d'absence ( $j = 2$ ) de *T. trichiura*.
- $\pi_{g_k}$  = probabilité de présence ( $k = 1$ ) ou d'absence ( $k = 2$ ) de *G. lamblia*.
- $\pi_{\text{âge}_l}$  = probabilité d'appartenir à l'âge  $l$ .

L'hypothèse d'indépendance est donc associée à un modèle additif n'incluant que les effets principaux. Lorsqu'un modèle est valide, la déviance résiduelle (analogue de la variance résiduelle d'un modèle linéaire) issue de son ajustement suit approximativement une loi du Chi 2. L'ajustement du modèle additif associé à l'hypothèse d'indépendance donne une déviance résiduelle de 265,5 pour 32 degrés de liberté. L'hypothèse d'indépendance est donc rejetée ( $p < 0,001$ ).

Cette non-indépendance admise, nous avons recherché un modèle compatible avec les effectifs observés. Nous avons utilisé une méthode de régression pas à pas, par ajouts successifs d'interactions d'ordre 2, c'est-à-dire d'associations entre couples de variables. Le critère d'entrée dans le modèle est la diminution de la déviance résiduelle moyenne. Cette procédure conduit à introduire successivement dans le modèle les interactions entre *T. trichiura* et âge, puis entre *A. lumbricoides* et *T. trichiura*, puis entre *G. lamblia* et âge et enfin, entre *A. lumbricoides* et âge (tableau VIII).

Le modèle 5 apparaît satisfaisant car la valeur du Chi2 observée (22,4) est inférieure au seuil de rejet à 10 %, égal à 27,2. Les effectifs ajustés par ce modèle sont présentés dans le tableau IX. Ce modèle prend en compte les 3 interactions faisant intervenir l'âge ainsi que celle associant *A. lumbricoides* et *T. trichiura*.



TABLEAU VIII. — Étapes de la sélection du modèle.

Modèle	DDL résiduel	Déviante résiduelle	Déviante moyenne
Modèle 1	32	265,5	8,23
Modèle 2	28	145,6	5,2
Modèle 3	27	87,1	3,28
Modèle 4	23	50,5	2,2
Modèle 5	19	22,4	1,18

Modèle 1 = *A. lumbricoides* + *T. trichiura* + *G. lamblia* + âge

Modèle 2 = modèle 1 + « *T. trichiura*. âge »

Modèle 3 = modèle 2 + « *A. lumbricoides*. *T. trichiura* »

Modèle 4 = modèle 3 + « *G. lamblia*. âge »

Modèle 5 = modèle 4 + « *A. lumbricoides*. âge »

TABLEAU IX. — Effectifs ajustés selon le modèle 5<sup>a</sup>.

Combinaisons	Âge (années)					Total
	1	2	3	4	5	
atg	77	44	19	17	13	170
atG	21	34	24	16	13	108
aTg	5	7	7	12	14	45
aTG	1	6	9	11	15	42
Atg	11	12	11	11	4	49
AtG	3	10	14	10	5	42
ATg	2	6	12	23	15	58
ATG	1	5	15	21	16	58

<sup>a</sup> En chiffres arrondis à l'entier le plus proche.

L'introduction des interactions associant l'âge aux 3 parasites permet de rendre compte des effectifs croissants avec l'âge d'enfants parasités, comme observé précédemment (fig. 2).

L'apport supplémentaire de l'interaction *A. lumbricoides*/*T. trichiura* permet de corriger les sous-estimations des présences ou absences conjointes de ces parasites (AT ou at) et inversement de corriger les sur-estimations des combinaisons impliquant la présence d'un seul de ces deux parasites (aT ou At).

#### PARASITES, VARIABLES ENVIRONNEMENTALES, SOCIO-CULTURELLES ET SIGNES MORBIDES

Nous avons complété ces analyses par une série de croisements avec les variables environnementales, socio-culturelles et les signes

morbides de l'enfant, déclarés par la mère et/ou constatés par notre équipe médicale. Pour ce dernier point, la méthodologie suivie est celle préconisée par Kroegger [14, 15].

Pour ces études complémentaires, nous avons utilisé l'analyse des correspondances multiples, en raison des nombreuses variables qualitatives à notre disposition. Il n'est apparu que peu de relations marquées entre ces différentes variables. L'analyse factorielle a permis de confirmer la présence de giardias sur le front d'urbanisation, d'ascaris et de trichocéphales dans les quartiers les plus denses, et la présence simultanée d'ascaris, de trichocéphales et de giardia dans les quartiers irréguliers anciens et les quartiers réguliers mal pourvus en eau. Cependant, rien de vraiment tranché n'apparaît, aucune variable ou groupes de variables ne permet l'inférence spa-

tiale espérée. De même, certains indicateurs sociaux (télévision, réfrigérateurs, salon) sont liés à la présence ou l'absence de parasites mais insuffisamment pour servir de référents systématiques. Parmi les signes morbides déclarés par la mère, seules les diarrhées sont associées aux giardiasés et les vers aux trichocéphaloses et ascaridiosés, ce qui n'est pas surprenant.

## DISCUSSION

Cette recherche met en évidence une très forte prévalence de parasitoses intestinales, notamment d'ascaris, de trichocéphales et de giardiasés. Les chiffres observés sont très supérieurs à ceux enregistrés dans les villes d'Afrique de l'Ouest [5, 16-19] et surtout à ceux rapportés par les auteurs ayant précédemment travaillé dans la presqu'île du Cap Vert [9]. On retrouve ainsi la discussion initiée par Prost [3] sur le caractère zonal de l'endémie ascaridienne et sur un éventuel facteur urbain. L'étude confirme l'importance d'un problème ascaridien dans la presqu'île du Cap Vert, un ensemble de variables environnementales semblant concourir à cet état de fait :

- humidité importante pour un site de cette latitude en raison de la proximité de la mer ;

- présence de sols humides à faible profondeur malgré la faible pluviométrie en raison d'une nappe phréatique peu profonde [20], presque affleurante sur les zones de sebkha et permanente dans les niayés ;

- couverture sableuse sur la totalité de la ville, assurant aux œufs de bonnes niches écologiques protégées des fortes amplitudes thermiques et hygrométriques, notamment dans les cours des maisonnées ;

- sable assez fin pour être remanié par les alizés et être disséminé dans les zones adjacentes.

Pour les ascaris, on peut émettre l'hypothèse que la transmission maximale survient à l'âge où l'enfant se traîne par terre et se contamine sur le sol dont les poussières sont riches en œufs d'ascaris (sol contaminé par les défécations incontrôlées des petits). La transmission paraît se réduire après l'appren-

tissage de la marche et l'utilisation d'aires de jeux qui ne sont plus exclusivement intra-domestiques. Ceci corroborerait l'hypothèse d'une meilleure survie des œufs d'ascaris à la faveur du micro-climat ombragé des cours, et leur fragilité quand ils sont exposés aux facteurs climatiques normaux de la zone.

Quand ces facteurs sont conjugués à de très fortes densités de population de quartiers - c'est-à-dire de densités calculées sur les superficies de parcelles et de petites voiries afin de prendre en compte les espaces de vie des enfants [21] - le risque de contamination tellurique semble maximum, comme en témoignent les fortes prévalences associées d'ascaris et de trichocéphales. Cette association des deux parasites, dont l'écologie est proche, constitue un résultat original pour l'Afrique. Les facteurs écologiques ne sont cependant pas les seuls. Les endémies ascaridienne et trichocéphalienne tiennent également aux traditions de géophagie des enfants, et aux comportements permissifs des mères vis-à-vis des enfants, filles ou garçons, dès que le sevrage est terminé [22]. Ce dernier facteur est bien illustré par la courbe originale de la prévalence par âge (*fig. 2*) et par l'absence de différence significative entre sexes.

L'épidémiologie des giardiasés est à la fois plus originale et plus difficile à interpréter, un phénomène épidémique n'étant pas à exclure dans le cas de cette parasitose. Toutefois, trois enseignements principaux sont à tirer de cette enquête : la forte prévalence moyenne sur la ville -probablement sous évaluée par les techniques de laboratoire alors à notre disposition- et plus encore sur le front d'urbanisation, la précocité de l'infection, notamment par rapport aux ascaris et aux trichocéphales, l'apparente concurrence de l'association ascaris-trichocéphales avec les giardiasés.

Aux différents types de situations urbaines semblent correspondre des profils épidémiologiques de parasitoses, comme en témoignent le tableau de prévalence par âge pour chacune des zones étudiées (*tableau VI*). A ce propos, cette analyse montre les risques d'erreurs d'interprétation de résultats basés sur des échantillons établis dans le seul souci de représen-

tativité démographique et non écologique. Des comparaisons historiques sont difficiles à mener tant les techniques de laboratoire et les rigueurs d'échantillonnage ont évolué. Toutefois, l'augmentation considérable des prévalences d'ascaris et de trichocéphales entre les années cinquante [6], soixante [7] et 1986, témoigne d'un phénomène d'accumulation de risques liés aux densifications de population propres à tous processus d'urbanisation. A l'opposé, la forte prévalence de giardiasis enregistrée sur la zone du front d'urbanisation, peu dense et mal alimentée en eau, apparaît comme l'indicateur d'une urbanisation incontrôlée en début de processus. Enfin, le tableau épidémiologique varié des zones intermédiaires de Pikine irrégulier et de Guedjawaye traduit un phénomène de transition urbaine plus avancé, marqué par une densification progressive de la population, une meilleure alimentation en eau grâce à l'obtention de bornes-fontaines et la fermeture progressive des puits [10]. Pour confirmer ces hypothèses, il faudrait renouveler cette recherche à dates régulières et dans des zones urbaines à l'écologie plus différenciée encore.

Il n'en reste pas moins qu'au plan statistique, les résultats obtenus pour les relations environnement/parasitoses sont minces. Cela nous semble moins tenir de la sophistication des mesures utilisées qu'à la complexité même de l'environnement urbain [21, 23] : il est bien difficile de définir les lieux de vie des citadins, même d'enfants en bas âge, tant la circulation des personnes est intense et les distances séparant deux zones écologiques différentes sont courtes. Un enfant peut vivre dans une maison présentant tous les confort et jouer dans des rues ou des maisons « à risque », ce que Feachem soulignait déjà en remarquant que la prévalence du parasitisme est moins liée à l'équipement individuel des familles en latrines qu'au niveau moyen d'assainissement du quartier [5]. De bonnes observations empiriques menées simultanément par des biologistes et des géographes pourraient bien donner des arguments aussi consistants que des statistiques ingrates.

Il reste que les enseignements de ce type de recherche, dans le contexte des systèmes

de soins et de capacité de recherche des villes africaines, semblent importants. D'un point de vue opérationnel, l'existence de zones à risques spécifiques, la forte présomption du type de parasitose porté par l'enfant en fonction de sa localisation dans la ville, pourrait servir de base à des comportements curatifs standards. D'un point de vue plus fondamental, des recherches complémentaires s'imposent sur la pathogénicité des parasites observés, notamment des giardiasis, en fonction de l'état nutritionnel de l'enfant.

### CONCLUSION

L'étude réalisée à Pikine auprès d'un échantillon de 570 enfants montre une forte prévalence de parasitoses intestinales. La prévalence de ces parasites est inégalement répartie dans l'espace, définissant de véritables zones à risque d'ascaris et de trichocéphales dans les zones anciennement urbanisées et de giardiasis dans les zones en cours d'urbanisation. Il y a une forte association entre ascariodose et trichocéphalose, relativement exclusive de giardiasis. La géographie de ces parasitoses semble liée au processus complexe d'urbanisation des villes africaines : densification/taudification et alimentation en eau potable dans les quartiers anciens, légaux ou non ; installations progressives de populations à la périphérie des villes, sans autres ressources en eau que les puits.

REMERCIEMENTS. — Les auteurs remercient les Professeurs F. Grémy et J. Mouchet pour leurs critiques et suggestions.

### RÉFÉRENCES

1. Collectif. *Diarrhée Dialogue* 1988 : 27.
2. Salem G, Arreghini L. Évaluations spatialisées rapides de la population des villes africaines : l'exemple de Pikine. *Population* 1991 ; 4 : 1000-6.
3. Prost A. L'ascariodose en Afrique de l'Ouest. *Revue Epidémiologique. Ann Parasitol Hum Comparées* 1987 ; 62 : 434-55.
4. Eyckmans L. Maladies parasitaires intestinales en milieu urbain tropical. *Bull Soc Path Ex* 1983 ; 76 : 263-8.
5. Feachem RG, Guy MW, Harrison S *et al.* Excreta disposal facilities and intestinal parasitism in urban Africa : preliminary studies in Botswana, Ghana and

- Zambia. *Trans Roy Soc Trop Med Hyg* 1983; 77: 515-21.
6. Sénécal J, Larivière M, Dupin H. Les parasitoses intestinales chez l'enfant à Dakar. *Algérie Méd* 1958; 62: 8.
  7. Larivière M, Satgé P, Dan V. Les parasitoses intestinales de l'enfant africain au Sénégal. In *Le Milieu urbain* Paris, 1965, C.I.E.
  8. Juminer B, Diallo S, Laurens D. Enquête parasitologique au sein d'une collectivité sérére du Sine (Sénégal). *Bull Soc Path Ex* 1971; 64: 901-13.
  9. Benyoussef A, Culter J, Baylet R *et al.* Santé, migration et urbanisation. Une étude collective au Sénégal. *Bull OMS* 1973; 49: 517-37.
  10. Salem G. Crise urbaine et contrôle social à Pikine. Bornes-fontaines et clientélisme. *Politique Africaine* 1992; 45: 21-38.
  11. Antoine P, Diouf P. Indicateurs de mortalité des enfants et conditions socio-économiques en milieu urbains: premiers résultats d'une enquête menée à Pikine. In Salem G, Jeannée E, eds. *Urbanisation et santé dans le Tiers Monde: transition épidémiologique, changement social et soins de santé primaires*. Collection Colloques et Séminaires. Paris, Orstom, 1989: 505-14.
  12. Richtie LS. An ether sedimentation technique for routine stool examination. *Bull U.S. Army Med Dept* 1948; 8: 326.
  13. McCullagh P, Nelder JA. *Generalized Linear Model*. Monograph on statistics and applied probability, 37. New York: Chapman & Hall, 1989.
  14. Laloë F, Salem G, Besnard C. Dimensions géographiques de la couverture sanitaire à Pikine. In Salem G, Jeannée E, eds. *Urbanisation et santé dans le Tiers Monde: transition épidémiologique, changement social et soins de santé primaires*, Collection Colloques et Séminaires. Paris, Orstom, 1989: 471-6.
  15. Kroeger A. Health Interviews Surveys in Developing Countries: A Review of the Methods and Results. *Interna Epidemiol* 1983; 12: 465-81.
  16. Adekunle LV, Bammeke AO, Lucas AO. Family influence on incidence of intestinal parasites among Nigerian children. *J Roy Soc Health* 1986; 106: 66-8.
  17. Annan A, Crompton D, Walters DE, Arnold SE. An investigation of the prevalence of intestinal parasites in pre-school children in Ghana. *Parasitology* 1986; 92: 209-17.
  18. Boukenem S, Samake F, Avromov L. Aspect statistique durant trois ans de l'épidémiologie parasitaire en milieu urbain (Bamako). *Med Afr Noire* 1976; 23: 175-9.
  19. Davies AM, Vardy-Cohen D. The health of school children in Monrovia. *West Afr Med J* 1962; 11: 207-14.
  20. Collin JJ, Salem G. *Pollution des eaux souterraines par les nitrates dans les banlieues non assainies des pays en développement: le cas de Pikine*, BRGM, Note technique, SGN/3E, 1989; 89/27.
  21. Salem G, Marois C, Arreghini L, Waniez P. Lieux de vie, densités et zones à risques: l'analyse spatiale au service de la santé à Pikine (Sénégal). in *Statistique Appliquée*, Séminfor V. Collection Colloques et Séminaires. Paris, Orstom, 1992: 419-30.
  22. Rabain J. *L'enfant du lignage. Du sevrage à la classe d'âge chez les wolof du Sénégal*. Payot, Paris, 1979.
  23. Holland CV, Taren Douglas LT, Crompton WT *et al.* Intestinal helminthiasis in relation to the socio-economic environment of panamian children. *Soc Sci Medecine* 1988; 26: 209-13.