

## DEDICACE

*AU DIEU Tout Puissant, qui m'a accordé santé, force et courage pour la rédaction de ce mémoire,*

*A Mon père FONGANG Victor,*

*Ma mère MAKUETCHE Pauline,*

*Ma feu grand-mère WOBIVO Suzanne,*

*Ma feu grand-mère DJOUKOUO Christine,*

*Mes oncles TCHENDJOU Jean-Paul, TAGUEYANG Joseph, SOKOUNDJOU Michel,*

*TALLA Isaac, TAJO Luc, TCHENDJOU David, MOUAFFO David, FOKOU Philippe,*

*M. TCHADI Eric Bertin,*

*Mes frères et sœurs,*

*Toute ma famille,*

*Toute la grande famille du culte d'enfants.*

Trouvez en ce modeste travail le symbole d'un effort qui veut satisfaire vos espoirs.

## REMERCIEMENTS

Au moment de livrer ce travail à son destin, je remercie avec autant d'émotion que de gratitude le Pr. TCHUEM TCHUENTE Louis-Albert dont l'appui intellectuel m'a été indispensable. Ce parrain, par ses conseils et ses recommandations n'a ménagé aucun effort, malgré ses nombreuses responsabilités, pour me guider et m'orienter pendant tout mon séjour au Centre Schistosomiasés & Parasitologie.

De même, je ne saurais ignorer ma dette envers mes professeurs M. GWET Henri, M. NDONG NGUEMA Eugène Patrice, et tous les professeurs français. Qu'ils trouvent par ces mots l'expression de ma profonde gratitude pour la contribution qu'ils ont apportée à ma formation.

Mes remerciements vont également à tous les membres de ma famille, aux Moniteurs du culte d'enfants de Messa I et de la diaspora, à M. FOTSING Luc, à Mlle Josiane Stella NOUMBISSI, à Mlle Yolande FOTSO, à M. TADOUM William, à M. Tchoudjang K Martial, à M. Maffo Meli Landry, à Mme Octavie MBIAKOUP épouse ZAMEU, au couple Giselle et Emile TCHAPMEN, pour leur soutien fidèle. Je suis aussi reconnaissant à Mme ABBO Evelyne pour les corrections de saisie apportées à ce document, à Mlle NANA NANSY Edith C. pour l'impression de ce document, à M. NKABKOB Thio'mi pour la relecture de ce mémoire.

Je dis ma gratitude particulière aux membres du jury qui me font l'honneur de critiquer et d'améliorer ce travail.

A tous ceux qui m'ont soutenu d'une manière ou d'une autre je vous dis merci du fond de mon cœur.

## **SOMMAIRE**

<b>DEDICACE.....</b>	<b>2</b>
<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>2</b>
<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>2</b>
<b>RESUME.....</b>	<b>2</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
<b>CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES STATISTIQUES .....</b>	<b>7</b>
<b>I.1 Cadre général des enquetes sur la bilahrziouse à Loum .....</b>	<b>8</b>
<b>I.2 Présentation et codage des données des enquêtes sur la bilharziouse à Loum.....</b>	<b>8</b>
<b>I.3 Analyse statistique .....</b>	<b>10</b>
<b>CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION.....</b>	<b>12</b>
<b>II.1. Etat de la bilharziouse à Loum en 2002 .....</b>	<b>13</b>
<b>II.1.1 Niveau d'infection lors des différentes enquêtes en 2002 .....</b>	<b>13</b>
<b>II.1.2 Niveau d'infection par rapport à l'âge en 2002.....</b>	<b>21</b>
<b>II.1.3 Taux de guerison après les traitements en 2002.....</b>	<b>27</b>
<b>II.1.4 Niveau d'infection post traitement .....</b>	<b>31</b>
<b>II.2 Etat de la bilharziouse en 2004 à Loum .....</b>	<b>34</b>
<b>II.2.1 Niveau d'infection en 2004 .....</b>	<b>34</b>
<b>II.2.2 Niveau d'infection par rapport à l'âge en 2004.....</b>	<b>38</b>
<b>II.3 Examen de la différence en 2004 entre les enfants traités et ceux non traités en     2002 ? .....</b>	<b>40</b>
<b>II.4 Etude de quelques groupes infectés .....</b>	<b>43</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>48</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>51</b>
<b>ANNEXE.....</b>	<b>52</b>
<b>Rappels mathématiques sur les tests. ....</b>	<b>53</b>
<b>A) Le test de Kruskal Wallis .....</b>	<b>53</b>
<b>B) Le test de comparaison de deux proportions.....</b>	<b>54</b>

## RESUME

Des enquêtes parasitologiques ont été réalisées chez des élèves dans plusieurs écoles primaires dans la ville de Loum en 2002, puis de nouvelles enquêtes ont été réalisées en 2004 dans les mêmes écoles. A partir des données disponibles, nous avons fait une analyse à la fois transversale et comparative sur deux ans. L'analyse statistique de ces données épidémiologiques sur la bilharziose à Loum, révèle des taux d'infection en général assez importants lors des premières enquêtes en 2002 (**42,35%** ; **56,4%**) et en 2004 (**56,86%**), confirmant ainsi la ville de Loum comme un foyer actif ou dynamique de transmission de la schistosomiase ou bilharziose. L'importance des taux de guérison (**43,61%** ; **71,4%** ; **73,08%**) et de réduction de charge parasitaire après les différents traitements en 2002 (**85,09%** ; **92,8%** ; **91,38%**) confirme l'efficacité du Praziquantel pour le déparasitage et le traitement des enfants atteints de la schistosomiase. Elle révèle également des différences assez significatives, non seulement au niveau des taux d'infection, mais aussi au niveau de la charge parasitaire suivant les âges des enfants, ce qui nous amène à observer de plus près le comportement des enfants des âges indexés, pour déterminer les causes ou origines de leurs grandes charges parasitaires. Il n'y a pas de différence significative en terme de taux d'infection en 2004 entre les enfants traités en 2002 et ceux non traités. Par contre, il existe une différence significative entre garçons et filles non traités en 2002 (p-value = **0.01011**), ce qui suggère un rythme de réinfection rapide après les traitements.

## ABSTRACT

Parasitological surveys of school children were conducted in the town of Loum in 2002 and another were also conducted in 2004 in the same primary schools. We perform a transverse and comparative study with the data provided.

Statistical analysis of these epidemiological data on Schistosomiasis in the town of Loum has shown important infection rates in the first surveys conducted in 2002 (56,4% ) and 2004 (56,86%); this confirms that, the town of Loum is an active transmission focus of Schistosomiasis. Greatness of cure rates (43,61% ; 71,4% ; 73,08%) and intensities reduction rates after treatments (85,09% ; 92,8% ; 91,38%) in year 2002 suggests good efficacy of Praziquantel for the treatment of Schistosomiasis. It has also been shown, significant difference in intensity of infection, infection rates between children of different âges; this leads us to observe behaviour of these indexed children to find reasons or causes, origins of their higher infection. There was no significant difference in 2004, in infection rates between treated children and non treated children in 2002. On the other hand, there was a significant difference in year 2004, in infection rates between girls and boys who where not treated in 2002 (p-value = 0.01011), that reveals a rapid rhythm of re-infection after treatments

# **INTRODUCTION**

La schistosomiase (ou bilharziose) et les vers intestinaux constituent un important problème de santé publique au Cameroun. Ces maladies sévissent sur l'ensemble du territoire, avec :

- plus de 5 millions de personnes à risque d'infection par la schistosomiase ;
- plus de 2 millions de personnes parasitées, plus de 10.000 nouveaux cas par an ;
- plus de 10 millions de personnes infectées par les vers intestinaux.

(TCHUEM TCHUENTE, communication personnelle).

Ces maladies sont liées à la pauvreté, et contribuent à son aggravation par leur ampleur. Elles entraînent en effet :

- la baisse du développement intellectuel et de la croissance des enfants,
- la baisse de la capacité de travail et de productivité des adultes.

Les enfants d'âge scolaire (6-15 ans) constituent le groupe vulnérable le plus touché par ces infections, avec des risques de graves morbidité.

Conscient de l'ampleur des vers, et pour donner une réplique appropriée au fléau, le gouvernement a inscrit ces maladies dans la stratégie sectorielle de santé, et le Programme National de Lutte contre la Schistosomiase et les Helminthiases Intestinales (PNLSHI) a été mis sur pied en mars 2003. Mais avant cette date, il existait déjà au Cameroun une structure de recherche sur ces maladies, il s'agit du « Centre Schistosomiasés & Parasitologie », en abrégé « Centre Schisto », créé par le professeur Louis Albert TCHUEM TCHUENTE en 1999. Depuis sa création, le Centre Schisto a réalisé plusieurs études épidémiologiques dans différentes zones écologiques du Cameroun. Des enquêtes parasitologiques ont été réalisées dans 54 écoles réparties dans 32 villages/villes et dans 5 des 10 provinces du Cameroun. Au total, plus de 10000 personnes ont été examinées et plus de 5000 ont été déparasitées (déparasitage à l'aide du « Praziquantel » pour la schistosomiase et de « l'albendazole » pour les vers intestinaux). En outre, diverses recherches ont été réalisées, dont quelques principaux résultats sont les suivants :

- Mise à jour de la carte de distribution nationale des schistosomiasés et des géohelminthiases ;
- Mise en évidence de l'existence d'un fort polyparasitisme : plus de 50% des enfants sont infectés par au moins deux espèces d'helminthes ;
- Suggestion de l'existence d'une prédisposition génétique favorable à la polyinfestation et aux fortes charges parasitaires chez certaines personnes ;
- Causeries éducatives et campagnes de sensibilisation des communautés ;
- L'efficacité du Praziquantel vis-à-vis de la Schistosomiase.

La ville de Loum, est l'une des 32 villes ci-dessus citées, qui a fait l'objet d'enquêtes parasitologiques. Nous nous sommes intéressés à une série d'enquêtes menée par le Centre Schistosomiasés & Parasitologie, sur la bilharziose dans la ville de Loum (province du Littoral au Cameroun) en 2002 et 2004, et avons procédé à une analyse de ces données

épidémiologiques. En réalité, Loum étant un foyer dynamique de la schistosomiase, à partir des données disponibles, nous avons mené une analyse transversale et comparative sur deux ans, permettant de donner un état de la schistosomiase à Loum en 2002 et 2004 ; d'observer l'impact du facteur traitement sur l'infection des enfants (différence entre les enfants traités et ceux non traités, taux de réduction de la charge parasitaire après des traitements). Le fruit de cette analyse est présenté selon le chronogramme suivant :

**Matériels et Méthodes statistiques** : dans ce chapitre le cadre des enquêtes est tout d'abord évoqué. Ensuite, la présentation et le codage des données, ainsi que la méthodologie d'analyse statistique sont présentés.

**Résultats et discussion** : il s'agit là proprement dit de l'analyse statistique des données ci-dessus traités et des résultats obtenus. Ici, un regard est tout d'abord jeté sur l'état de la bilharziose à Loum en 2002, puis en 2004. Ensuite, un examen de la différence entre, les enfants traités en 2002 et ceux non traités, est fait. Enfin une observation est faite sur deux groupes d'enfants parasités, il s'agit des groupes d'enfants d'infection légère et ceux d'infection grave.

**Conclusion** : synthèse des résultats importants de l'analyse statistique, remarques et suggestions au sujet du travail.

# CHAPITRE I :

## **MATERIELS ET METHODES STATISTIQUES**

## I.1 CADRE GENERAL DES ENQUETES SUR LA BILHARZIOSE À LOUM

La ville de Loum est située à 4°43'Nord, 9°44'Est, et à 100 Km de Douala, à une altitude d'environ 180m. Dans la partie nord de Loum, s'élève le mont Koupe dont la hauteur est 2070 m ; la source du Mbette, une petite rivière qui coule à travers Loum est située sur le versant de cette montagne mais est renforcée par les tributaires de plusieurs sources d'eau de la ville. Loum est situé dans la zone équatoriale avec un climat très humide caractérisé par une lourde saison pluvieuse d'environ 9 mois (juin- septembre) suivi par une brève saison sèche. La ville de Loum est subdivisée en un certain nombre de quartiers et les principaux sites de transmission de la schistosomiase ont été identifiés d'après des études antérieures, dans ces quartiers contigus à la rivière Mbette et ses tributaires.

Des enquêtes parasitologiques suivies de traitements ont été réalisées chez des enfants des écoles primaires dans la ville de Loum en 2002, puis des nouvelles enquêtes ont été réalisées dans les mêmes écoles en 2004. Les enfants étaient invités à participer à l'étude et étaient enregistrés uniquement après explication des objectifs de l'étude à ces derniers, à leurs parents ou tuteurs et après un consentement total de leur part. Le protocole d'étude a été revu et approuvé par le comité national d'éthique du Cameroun. Initialement 2420 enfants ont été enregistrés. En 2002, après les trois premières enquêtes, les enfants étaient traités avec du Praziquantel après chaque enquête (il faut noter que ces enquêtes étaient réalisées à intervalle de trois semaines). Ils recevaient un nombre de comprimés suivant leur poids, les nombres de comprimés administrés pendant ces traitements étaient : 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4.

Lors de chaque enquête, des échantillons d'urine de chaque enfant étaient recueillis pendant deux jours consécutifs et transportés dans un laboratoire local où elles étaient examinées le même jour. Ces échantillons d'urine étaient recueillis dans des tubes en plastique de 50 ml entre 11 heures et 13 heures. Chaque échantillon d'urine était agité pour assurer une dispersion adéquate des œufs de parasites, 10 ml d'urine étaient filtrés et examinés au microscope pour observer la présence d'œufs de parasites.

## I.2 PRESENTATION ET CODAGE DES DONNEES DES ENQUETES SUR LA BILHARZIOSE A LOUM

En 2002, quatre enquêtes de parasitologie ont été réalisées à intervalle de 3 semaines. Lors de chaque enquête parasitologique, des échantillons d'urine étaient prélevés chez les enfants pendant deux jours consécutifs. Mais d'un jour à l'autre on peut noter des absents. Après le prélèvement du deuxième jour, les enfants étaient traités. Ainsi il y a eu 3 traitements au total en 2002 : 1 traitement après la première enquête, 1 traitement après la deuxième enquête et 1 traitement après la troisième enquête. Il n'y a pas eu de traitement après la quatrième enquête.

En 2004, cinq enquêtes de parasitologie ont été réalisées. A chaque enquête parasitologique, des échantillons d'urine ont été prélevés chez les enfants.

Dans le fichier initial des données ; on retrouve les variables suivantes et leur explication :

2002ShAi= nombre d'œufs de parasites (schistosome=Sh) observés chez l'enfant après l'examen du premier échantillon d'urine (A) au cours de l'enquête n°i (i allant de 1 à 4) de l'année 2002.

2002ShBj= nombre d'œufs de parasites (schistosome=Sh) observés chez l'enfant après l'examen du deuxième échantillon d'urine (B) au cours de l'enquête n°j (j allant de 1 à 4) de l'année 2002.

2002PZQi= traitement au Praziquantel après l'enquête n°i (i allant de 1 à 3) de l'année 2002.

2002NbrePZQi= nombre de comprimés de Praziquantel administrés à l'enfant lors du traitement n°i (i allant de 1 à 3) de l'année 2002.

2004Shi = nombre d'œufs de parasites (schistosome=Sh) observés chez l'enfant après l'examen de l'échantillon d'urine au cours de l'enquête n°i en 2004 (i allant de 1 à 5).

En plus de ces variables nous avons les variables : Sexe, Âge, et identification. Dans l'échantillon des enfants, il y a des individus ayant participé aux différentes enquêtes en 2002 et 2004

Pour notre travail, nous avons tenu compte de l'absence des enfants d'une enquête à l'autre. Pour chaque enquête de 2002 nous avons considéré soit l'unique résultat d'analyse des urines par enquête, soit la moyenne des 2. Nous avons également ramené les cinq enquêtes de 2004 en une seule enquête, compte tenu du fait qu'il n'y a pas eu de traitements en 2004, et avons donc considéré soit l'unique résultat d'analyse des urines, soit la moyenne des résultats disponibles. Nous avons renommé les variables du fichier initial comme suit :

no2i = nombre d'œufs de parasites (schistosome=Sh) observés chez l'enfant après examen d'échantillon d'urine au cours de l'enquête n°i de l'année 2002 (i allant de 1 à 4).

no4i = nombre d'œufs de parasites (schistosome=Sh) observés chez l'enfant après examen d'échantillon d'urine au cours de l'enquête n°i de l'année 2004 (i allant de 1 à 5).

Comme annoncé plus haut ces cinq variables no41, no42,..., no45 ont été transformées par la suite en une seule variable **no4** qui représente le nombre d'œufs de parasites (schistosome=Sh) observés chez l'enfant après examen d'échantillon d'urine au cours de l'enquête de l'année 2004.

trait2i = traitement au Praziquantel après l'enquête n°i en 2002 (i allant de 1 à 3)

comp2i = nombre de comprimés de Praziquantel administrés à l'enfant lors du traitement n°i en 2002 (i allant de 1 à 3).

Âge = l'âge de l'enfant

Sexe = sexe de l'enfant

Iden = n° d'identification de l'enfant.

Nous avons résumé dans les tableaux qui suivent certaines caractéristiques de tendance centrale et de disposition des différentes variables avec lesquelles nous avons travaillé.

1) Analyse descriptive des variables quantitatives

Noms des variables	Moyenne arithmétique	Moyenne géométrique	Ecart type	Nombre de valeurs manquantes	Médiane	Minimum	Maximum
no21	23,80	2,29	95,88	812	0	0	1545
no22	4,76	1,5	13,12	1856	0,5	0	147
no23	1,34	0,27	13,78	1868	0	0	311
no24	1,00	0,25	5,09	2132	0	0	55
no4	45,94	4,12	216,60	1618	1	0	5323

2) Analyse descriptive des variables qualitatives

Noms des variables	Nombre de modalités	Effectif et Modalités des variables										Valeurs manquantes
		Filles					Garçons					
Sexe	2	1207					1211					2
Âge (ans)	10	<= 6	7	8	9	10	11	12	13	14	>=15	60
		285	238	302	238	313	214	231	210	146	183	
Trait21	2	Oui 1645					Non 2					773
Comp21	7	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4				760
		195	622	398	249	106	67	23				
Trait22	1	Oui 406					Non 0					2014
		1	1,5	2	2,5	3	3,5	4				
Comp22	7	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4				2014
		37	139	105	60	41	19	5				
Trait23	1	Oui 250					Non 0					2170
		1	1,5	2	2,5	3	3,5	4				
Comp23	7	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4				2172
		19	87	62	45	21	10	4				

## I.3 ANALYSE STATISTIQUE

Trois types de taux ont été calculés pour la présente étude et des intervalles de confiance ont été calculés pour ces taux. Ce sont :

- Le taux d'infection ou de prévalence qui est le rapport entre le nombre d'enfants malades et le nombre d'enfants examinés.

- Le taux de guérison après un traitement qui est le rapport entre le nombre d'enfants produisant des œufs lors de l'enquête avant le traitement et qui ne produisaient plus d'œufs de parasites après le traitement, et le nombre d'enfants produisant des œufs lors des deux enquêtes entourant le traitement. Des intervalles de confiance ont été calculés pour les proportions.
- Le taux de réduction de la charge parasitaire qui a été calculé par la formule suivante : **[1-(charge parasitaire après le traitement / charge parasitaire avant le traitement)]\*100.**

Le logiciel **R** a été utilisé pour obtenir les résultats d'analyse ainsi que les graphiques. Nous y avons choisi comme type de moyenne, la moyenne géométrique, au vu de la grande dispersion du nombre d'œufs de parasites chez les enfants. Sa formule est la suivante :

$$\text{mean.geo}=\text{function}(x)\{(10^{\text{mean}(\log_{10}(x[!is.na(x)]+1))}-1)\} .$$

Les tests statistiques utilisés sont les suivant :

- Le test de comparaison de proportions (**prop.test**) qui a permis de comparer les taux d'infection ou de prévalence entre les sujets des deux sexes, de différents groupes d'âge et de différents groupes.
- Le test de Kruskal Wallis (**kruskal.test**) qui a permis comparer les charges parasitaires entre les sujets des deux sexes, différents groupes d'âge et de différents groupes.

Les différences étaient considérées comme significatives pour des p-value strictement inférieures à 5%

Un bref rappel mathématique sur ces deux types de tests, est présenté en annexe de ce document.

## CHAPITRE II :

# RESULTATS ET DISCUSSION

Dans ce chapitre, les résultats importants et significatifs sont en gras.

## II.1. ETAT DE LA BILHARZIOSE A LOUM EN 2002

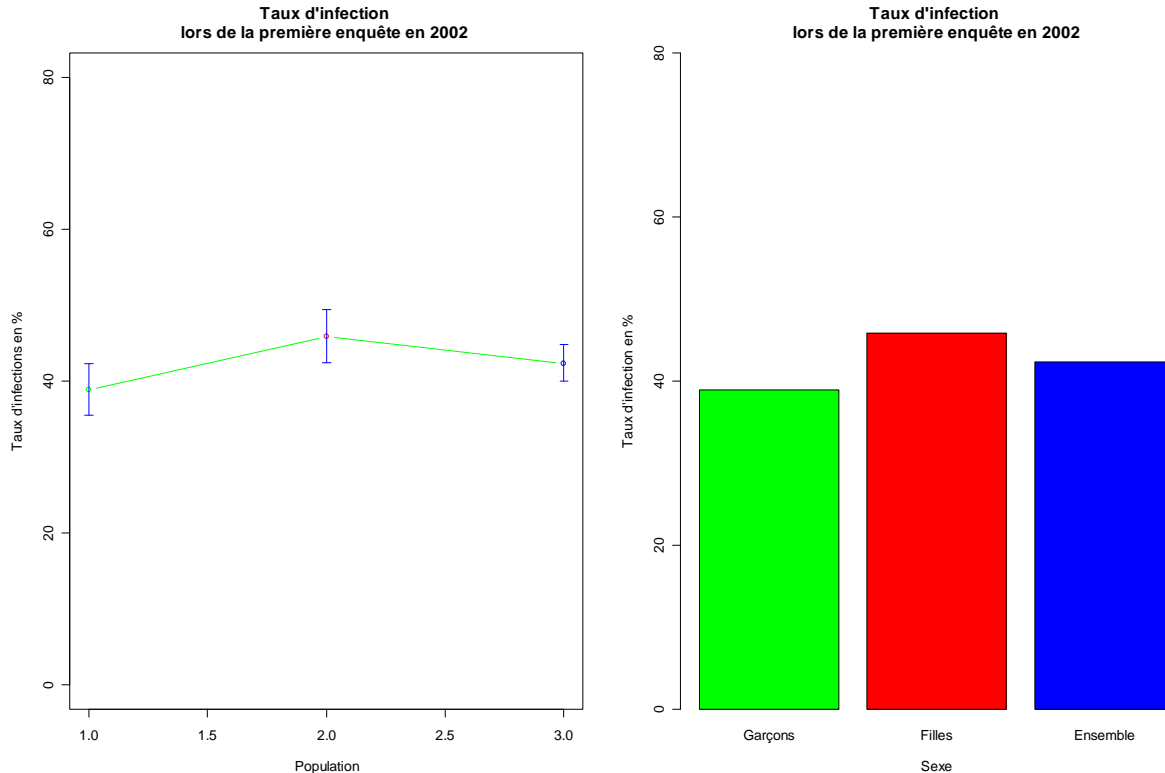
### II.1.1 NIVEAU D'INFECTION LORS DES DIFFERENTES ENQUETES EN 2002

➤ Lors de la première enquête :

- ❖ Lors de cette enquête, 1608 enfants sont examinés et 681 sont positifs, soit un taux d'infection de **42,35%**
- ❖ Les 1608 enfants sont répartis comme suit : 798 garçons, 808 filles et deux enfants dont on ne connaît pas le sexe (à savoir les enfants n° 933 et n°1329)
- ❖ Les 681 enfants positifs sont répartis de la manière suivante : 310 garçons et 371 filles ; soit un taux d'infection de **38,9%** chez les garçons et **45,9%** chez les filles. La charge parasitaire (moyenne géométrique) est de **15,66** œufs par échantillon de 10ml d'urine chez les enfants positifs en général, de **17,47** chez les garçons et **14,02** chez les filles. Résumons nous à travers le tableau suivant :

Population	Nombre d'enfants examinés	Nombres d'enfants positifs	Moyenne Géométrique du nombre d'œufs chez les enfants positifs	Taux d'infection et intervalle de confiance
Garçons	798	310	17,47	38,9% (35,5% :42,3%)
Filles	808	371	14,02	45,9% (42,4 %:49,4%)
Générale	1608	681	15,66	<b>42,35%</b> (40% :44,8%)

**Remarque** : le taux de participation lors de cette première enquête de 2002, est **66,45%**.

**Figure : 1****Légende :**

- 1.0 représente les garçons
- 2.0 représente filles
- 3.0 représente les enfants en général
- 1.5 et 2.5 ne sont pas à prendre en compte

➤ **Lors de la deuxième enquête :**

- ❖ Lors de cette enquête, 564 enfants sont examinés et 318 sont positifs, soit un taux d'infection de 56,4%. Les 564 enfants examinés ayant tous pris part à l'enquête initiale ont été tous traités.
- ❖ Les 564 enfants sont répartis comme suit : 252 garçons, 312 filles.
- ❖ Les 318 enfants positifs sont répartis de la manière suivante : 135 garçons et 183 filles ; soit un taux d'infection de 53,60% chez les garçons et 58,70% chez les filles.

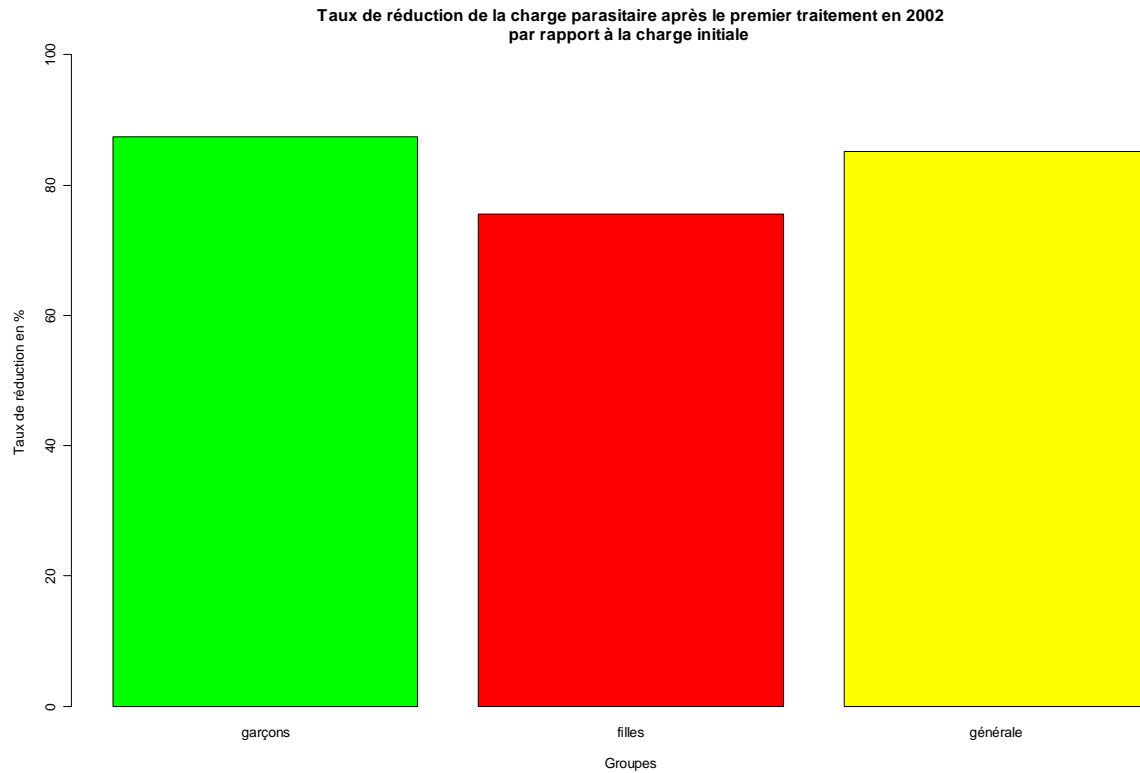
Après le traitement, la charge parasitaire (moyenne géométrique) est de 4,08 œufs par échantillon de 10 ml d'urine chez les enfants positifs en général ; soit de 4,17 œufs chez les garçons et 3,40 œufs chez les filles. Or à l'enquête initiale la charge parasitaire (moyenne géométrique) est de **24,89** œufs par échantillon de 10ml d'urine chez les enfants positifs en général ; de **33,05** chez les garçons et **13,95** chez les filles. Il s'en suit un taux de réduction de

la charge parasitaire dans la population malade de **85,09%**, soit **87,4%** chez les garçons et **75,60%** chez les filles.

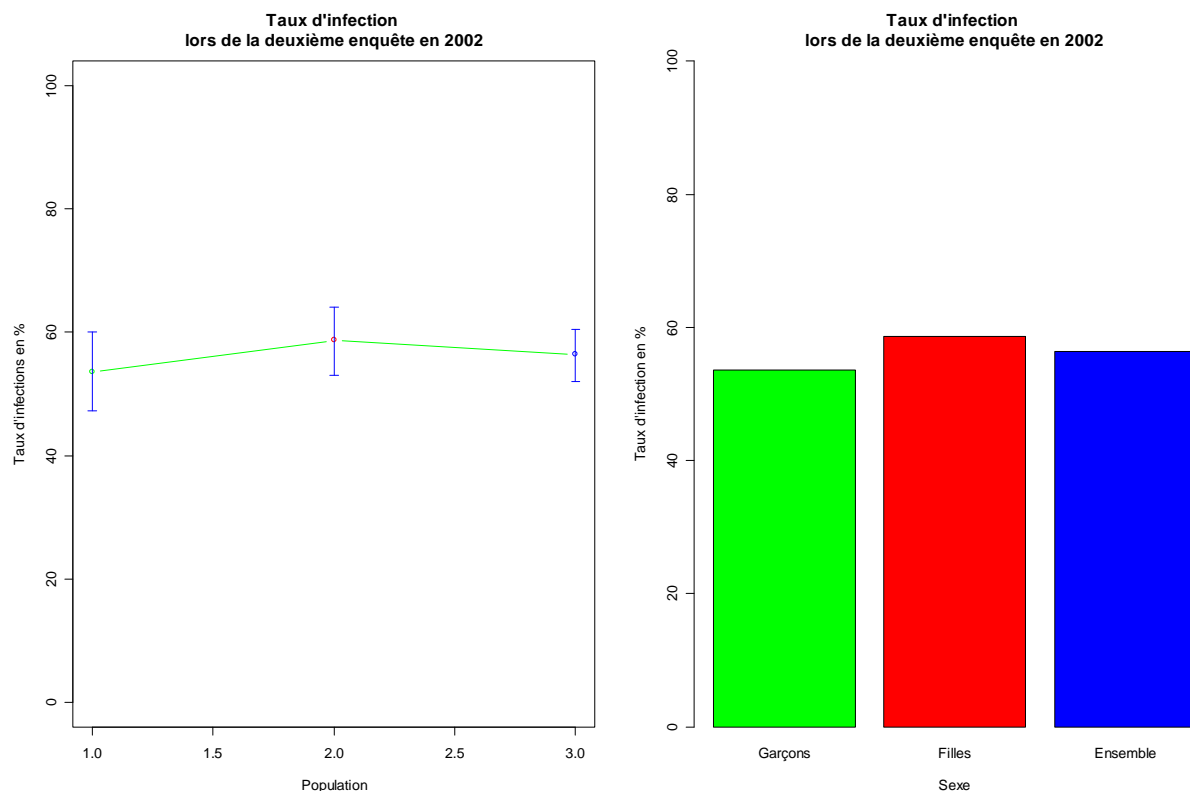
Résumons nous à travers le tableau suivant :

Population	Nombre d'enfants examinés	Nombre d'enfants positifs	Moyenne Géométrique du nombre d'œufs chez les positifs après le traitement	Moyenne Géométrique du nombre d'œufs chez les positifs avant le traitement	Taux d'infection et intervalle de confiance	Taux de réduction De la charge parasitaire
Garçons	252	135	4,17	33,05	53,6% (47,2 : 60%)	87,4%
Filles	312	183	3,40	13,95	58,7% (53%: 64,1%)	75,6%
Générale	564	318	4,08	24,89	56,4% (52%:60,5%)	85,09%

**Remarque** : le taux de participation lors de cette deuxième enquête est **23,30%**.



**Figure : 2**



**Figure : 3**

Légende : sur la figure ci dessus,  
 1.0 représente les garçons  
 2.0 représente filles  
 3.0 représente les enfants en général  
 1.5 et 2.5 ne sont pas à prendre en compte

➤ Lors de la troisième enquête :

- ❖ Lors de la troisième enquête, 552 enfants sont examinés et 103 sont positifs, soit un taux d'infection de **18,7%**. De ces 552 enfants ayant tous pris part à l'enquête initiale, seuls 384 enfants (170 garçons et 214 filles) ont été traités. Par ailleurs, parmi les 552 enfants examinés, 532 ont pris part aux deux enquêtes précédentes et parmi ces derniers, 378 enfants (168 garçons et 210 filles) ont été traités deux fois.
- ❖ Les 552 enfants sont répartis comme suit : 244 garçons, 308 filles.
- ❖ Les 103 enfants positifs sont répartis de la manière suivante : 44 garçons et 59 filles ; soit un taux d'infection de **18,03%** chez les garçons et **19,15%** chez les filles.

Après le traitement, la charge parasitaire (moyenne géométrique) est de **2,60** œufs par échantillon de 10ml d'urine chez les enfants positifs en général ; de **1,78** chez les garçons et **2,70** chez les filles.

Avant le traitement, la charge parasitaire (moyenne géométrique) est de **5,58** œufs par échantillon de 10 ml d'urine chez les enfants positifs en général; et en particulier de **5,1** chez les garçons et **3,96** œufs chez les filles. Il s'en suit un taux de réduction de la charge

parasitaire par rapport à la charge précédente dans la population malade de **59,30%**, de **65,20%** chez les garçons et **31,8%** chez les filles.

Par ailleurs, lors de l'enquête initiale, la charge parasitaire (moyenne géométrique) est de **31,17** œufs par échantillon de 10ml d'urine chez les enfants positifs en général; et en particulier de **32,60** œufs chez les garçons et **30,15** œufs chez les filles. Il s'en suit un taux de réduction de la charge parasitaire par rapport à la charge initiale dans la population malade de **92,80%**, soit **94,60%** chez les garçons et **91,04%** chez les filles.

**Remarque** : le taux de participation lors de cette troisième enquête est **22,80%**.

Les chiffres ci-dessus sont résumés dans le tableau suivant :

Population	Nombre d'enfants examinés	Nombre d'enfants positifs	Moyenne géométrique du nombre d'œufs chez les enfants positifs après le traitement	Moyenne géométrique du nombre d'œufs chez les positifs avant le traitement	Moyenne géométrique du nombre d'œufs chez les enfants positifs lors de la 1ere enquête	Taux d'infection et Intervalle de confiance.	Taux de réduction de la charge parasitaire par rapport à la charge précédente	Taux de réduction de la charge parasitaire par rapport à la charge initiale
Garçons	244	44	1,78	5,10	32,60	18,03% (14%:24%)	65,20%	94,60%
Filles	308	59	2,70	3,96	30,15	19,15% (15%:24%)	31,80%	91,04%
Générale	552	103	2,60	5,58	31,17	18,7% (15,5%:22,2%)	59,30%	92,80%

**Remarque** : on note une importante réduction de la charge parasitaire après deux traitements (**92,80%**).

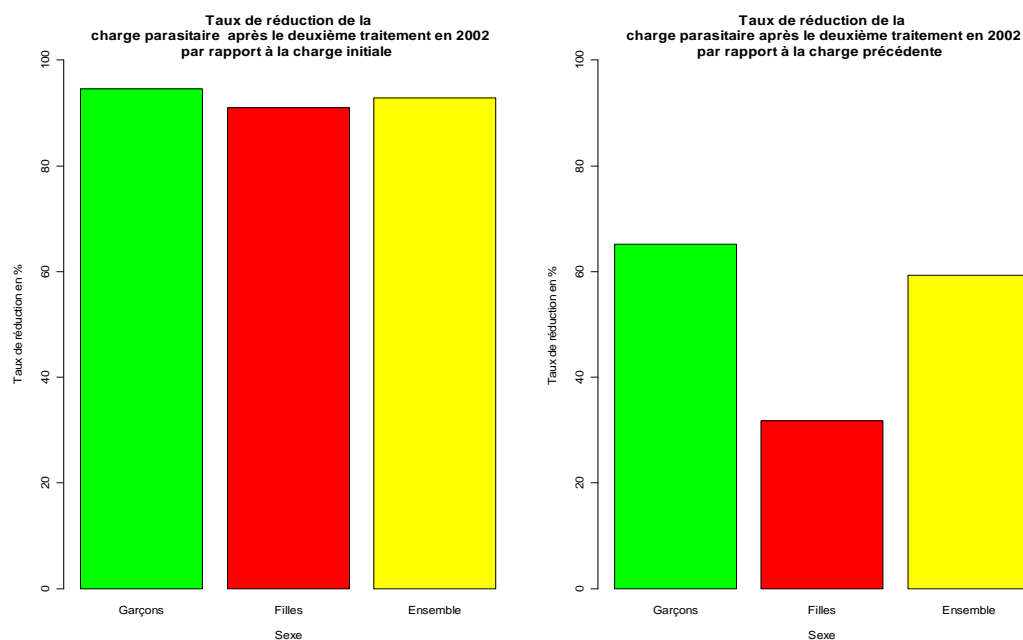
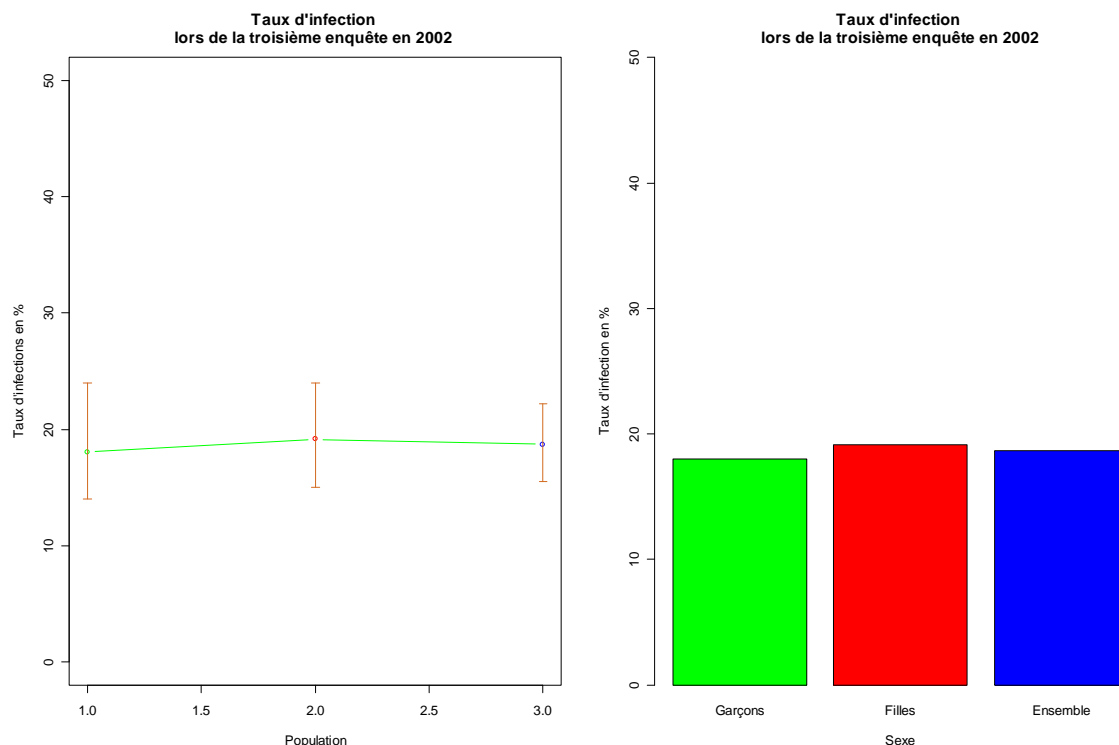


Figure : 4



**Figure : 5**

Légende : sur la figure ci dessus,

1.0 représente les garçons

2.0 représente filles

3.0 représente les enfants en général

1.5 et 2.5 ne sont pas à prendre en compte

➤ Lors de la quatrième enquête :

- ❖ Lors de cette quatrième enquête, 288 enfants sont examinés et 45 sont déclarés positifs, soit un taux d'infection de **15,6%**. De ces 288 enfants examinés et ayant tous pris part à l'enquête initiale, seuls 131 enfants (55 garçons et 76 filles) ont été traités. Egalement parmi ces enfants examinés, 265 ont participé aux trois enquêtes précédentes et parmi ces derniers, 114 enfants (49 garçons et 65 filles) ont été traités trois fois.
- ❖ Les 288 enfants sont répartis comme suit : 112 garçons, 176 filles.
- ❖ Les 45 enfants positifs sont répartis de la manière suivante : 14 garçons et 31 filles ; soit un taux d'infection de **12,5%** chez les garçons et **17,6%** chez les filles.

Après le troisième traitement, la charge parasitaire (moyenne géométrique) est de **3,12** œufs par échantillon de 10 ml d'urine chez les enfants positifs en général; et en particulier, de **5,11** œufs chez les garçons et **2,45** œufs chez les filles.

Avant le troisième traitement, la charge parasitaire (moyenne géométrique) est de **0,77** œufs par échantillon de 10 ml d'urine chez les enfants positifs en général; de **0,95** œufs chez les garçons et **0,70** œufs chez les filles. Il s'en suit un taux de réduction de la charge parasitaire par rapport à la charge précédente dans la population malade de **-307,2%**, soit **-437,4%** chez les garçons et **-253,5%** chez les filles.

Par ailleurs, lors de l'enquête initiale, la charge parasitaire (moyenne géométrique) est de **36,25** œufs par échantillon de 10ml d'urine chez les enfants positifs en général ; de **94,92** chez les garçons et **23,30** chez les filles. Il s'en suit un taux de réduction de la charge parasitaire par rapport à la charge initiale dans la population malade de **91,38%**, soit **94,61%** chez les garçons et **89,48%** chez les filles.

**Remarque** : on observe des taux de réduction de la charge parasitaire négatifs, ceux-ci traduisent en fait une augmentation de la charge parasitaire, tel est le cas chez les enfants des deux sexes par rapport à l'enquête précédente.

Le taux de participation lors de cette quatrième enquête de 2002, est de **11,90%**.

Résumons nous à travers le tableau suivant :

Population	Nombre d'enfants examinés	Nombre d'enfants positifs	Moyenne géométrique du nombre d'œufs chez les enfants positifs après le traitement	Moyenne géométrique du nombre d'œufs chez les enfants positifs avant le traitement	Moyenne géométrique du nombre d'œufs chez les enfants positifs lors de la 1ere enquête	Taux d'infection et Intervalle de confiance	Taux de réduction de la charge parasitaire par rapport à la charge précédente	Taux de réduction de la charge parasitaire par rapport à la charge initiale
Garçons	112	14	5,11	0,95	94,92	12,5 % (7,2%:20,4%)	-437,4%	94,61 %
Filles	176	31	2,45	0,70	23,30	17,6% (12,4%:24,2%)	-253,5%	89,48%
Général	288	45	3,12	0,77	36,25	15,6% (11,7%:20,4%)	-307,2 %	91,38%

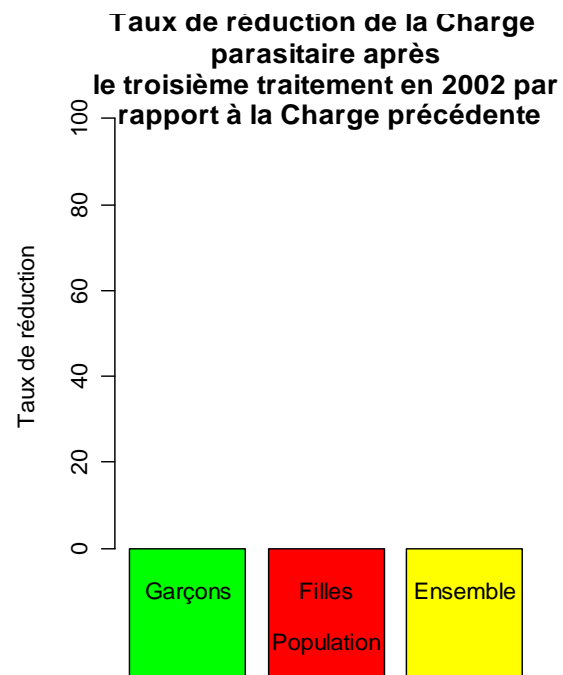
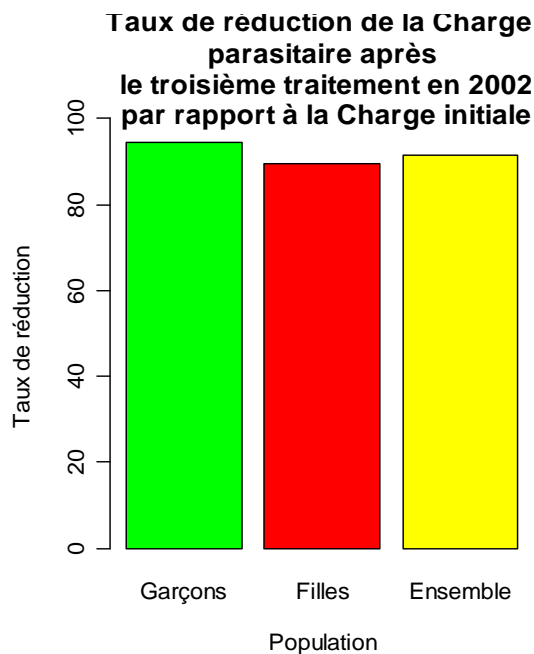
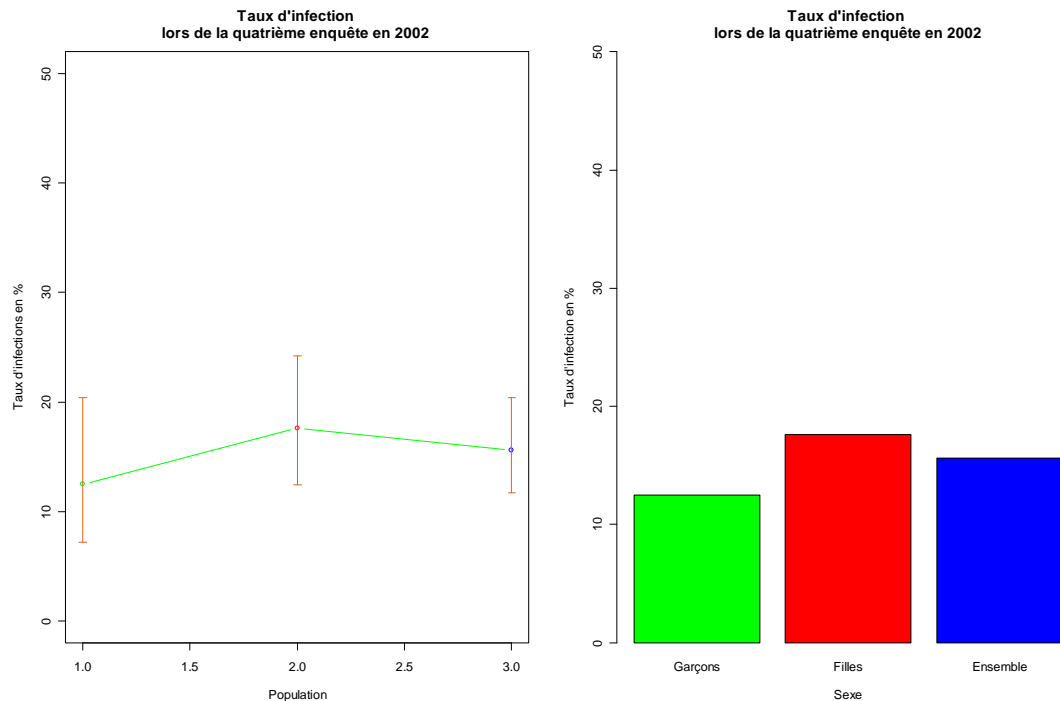


Figure : 6



**Figure : 7**

Légende : sur la figure ci dessus,

1.0 représente les garçons

2.0 représente filles

3.0 représente les enfants en général

1.5 et 2.5 ne sont pas à prendre en compte

### Conclusions de quelques tests de comparaison des taux d'infection et des charges parasitaires en 2002.

- Au seuil 5%, on conclut avec un très bon degré de significativité qu'il n'y a pas d'homogénéité au niveau des taux d'infection lors des quatre enquêtes de l'année 2002 ; en d'autres termes, on observe une variation significative des taux de prévalence d'une enquête à l'autre. Le taux le plus élevé étant celui de la deuxième enquête. La p-value du test étant très inférieure à : **2,2e-16**
- Au seuil 5% il n'y a pas de différence significative au niveau de la charge parasitaire entre filles et garçons lors de la première enquête de 2002. La p-value du test étant **0,05355**.
- Au seuil 5% il n'y a pas de différence significative au niveau de la charge parasitaire entre filles et garçons lors de la deuxième enquête de 2002. La p-value du test étant **0,1939**.

- Au seuil 5% il n'y a pas de différence significative au niveau de la charge parasitaire entre filles et garçons lors de la troisième enquête de 2002. La p-value du test étant **0,1182**.
- Au seuil 5% il n'y a pas de différence significative au niveau de la charge parasitaire entre filles et garçons lors de la quatrième enquête de 2002. La p-value du test étant **0,1250**.

## II.1.2 NIVEAU D'INFECTION PAR RAPPORT A L'ÂGE EN 2002

Pour des besoins de résultats spécifiques, nous avons regroupé les enfants en dix groupes selon leur âge :  $\leq 6$  ans (6ans et moins), 7 ans, 8 ans, 9 ans, 10 ans, 11 ans, 12 ans, 13 ans, 14 ans,  $\geq 15$  ans (15 ans et plus). Nous avons observé leur taux d'infection et leur charge parasitaire lors des différentes enquêtes de 2002.

### 1) Lors de la première enquête en 2002

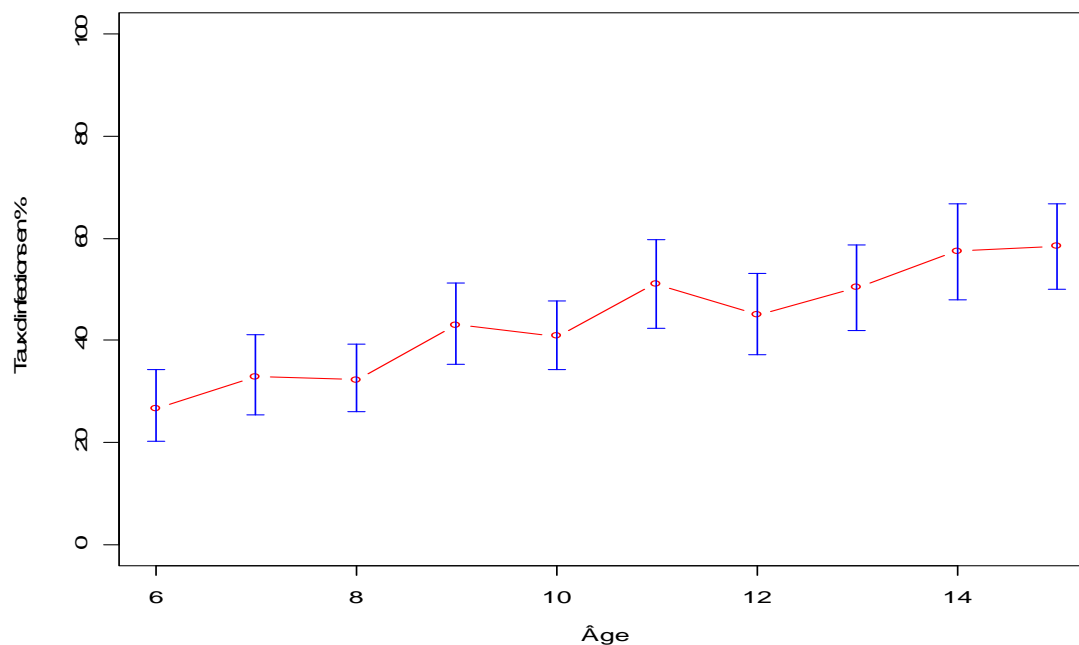
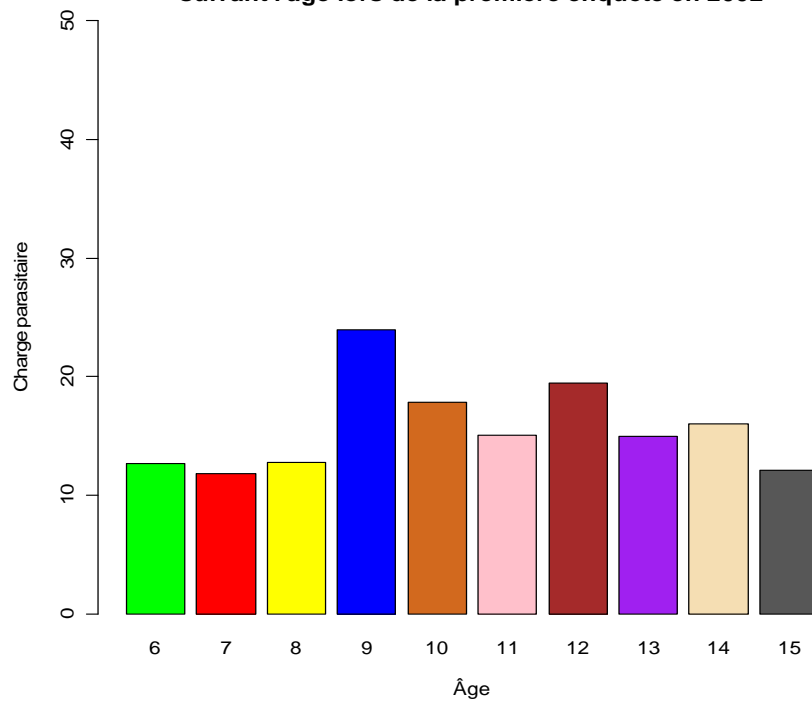
Les observations sont résumées dans le tableau ci-après :

Âge	Nombre d'enfants examinés	Nombre d'enfants positifs	Taux d'infection	Charge parasitaire
$\leq 6$	161	43	26,70	12,70
7 ans	149	49	32,90	11,85
8 ans	204	66	32,35	12,75
9 ans	158	68	43,04	23,94
10 ans	218	89	40,83	17,88
11 ans	135	69	51,10	15,03
12 ans	160	72	45,00	19,50
13 ans	145	73	50,34	14,95
14 ans	113	65	57,50	15,98
$\geq 15$ ans	140	82	58,57	12,10

Les différents tests de comparaison donnent les conclusions suivantes :

**Au seuil 5%, il y a une différence significative entre les différentes charges parasitaires suivant les âges lors de cette première enquête, la p-value du test étant **1,384 e-13**. Les enfants de 9 ans et 12 ans étant les plus parasités.**

**Au seuil 5%, il y a une différence significative entre les différents taux d'infection suivant les âges lors de cette première enquête, la p-value du test étant **2,052e-09**. Les taux les plus élevés sont relevés chez les enfants de 14 ans et 15 ans.**

**Taux d'infection lors de la première enquête suivant l' âge en 2002****Figure : 8****Charge parasitaire suivant l'âge lors de la première enquête en 2002****Figure : 9**

### Lors de la deuxième enquête en 2002

Les observations de cette enquête sont résumées dans le tableau ci-après :

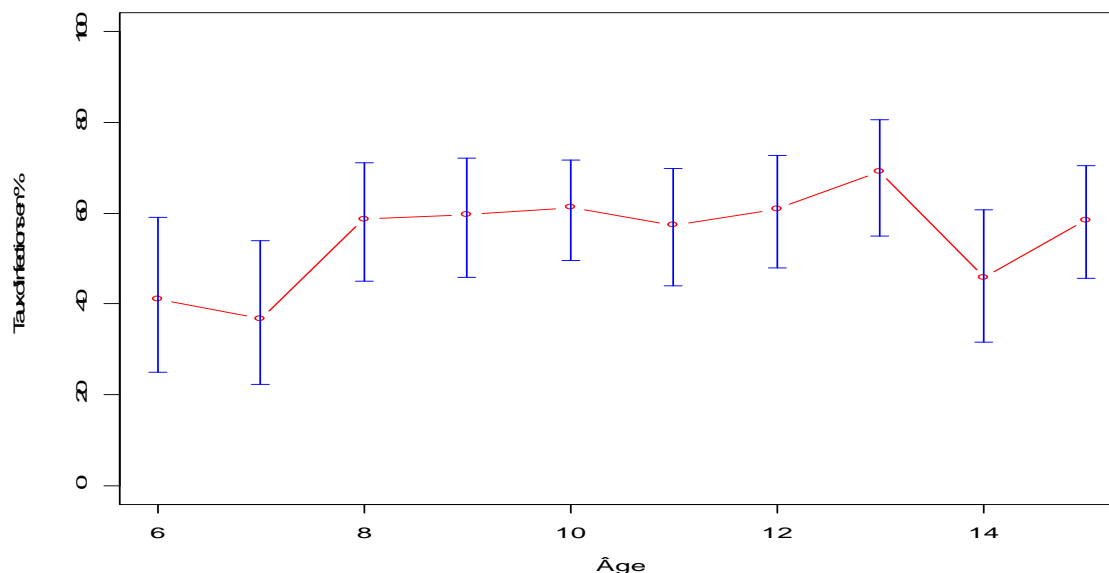
Âge	Nombre d'enfants examinés	Nombre d'enfants positifs	Taux d'infection (%)	Charge parasitaire
<=6 ans	34	14	41,18	1,80
7 ans	38	14	36,84	3,50
8 ans	58	34	58,62	2,19
9 ans	57	34	59,65	4,09
10 ans	80	49	61,25	3,53
11 ans	61	35	57,38	5,20
12 ans	64	39	60,94	4,83
13 ans	55	38	69,09	5,20
14 ans	48	22	45,83	3,30
>= 15 ans	65	38	58,46	3,16

Les différents tests de comparaison donnent les conclusions suivantes :

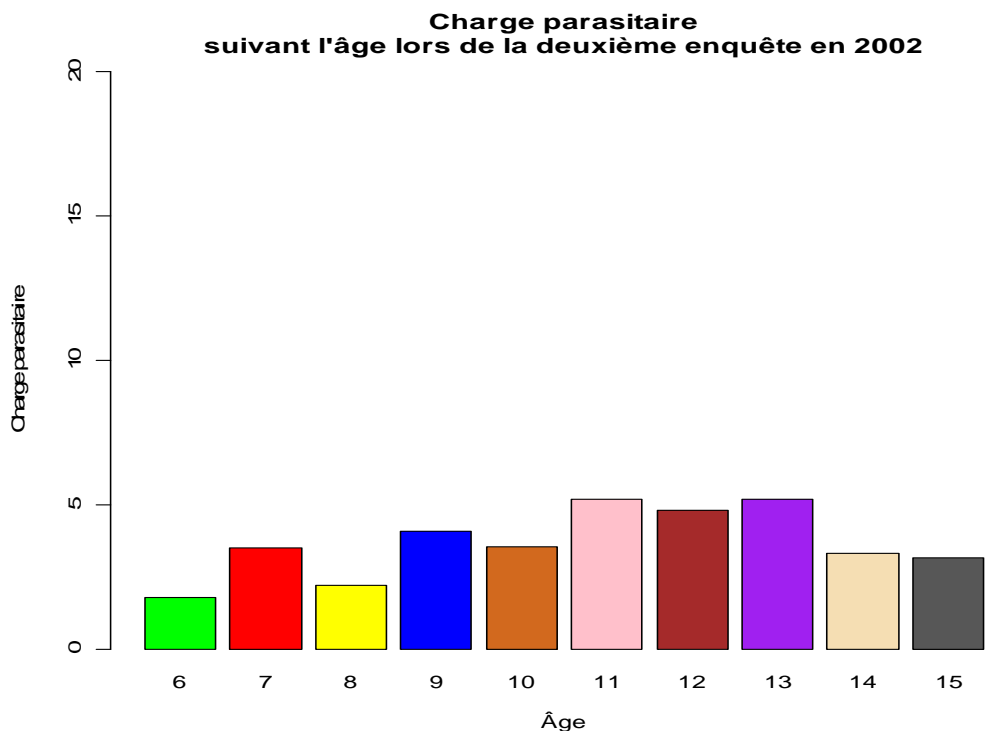
**Au seuil 5%, il y a une différence significative entre les charges parasitaires suivant les âges lors de cette deuxième enquête, la p-value du test étant 0,01761. Les enfants de 11 ans et 13 ans étant les plus parasités.**

Au seuil 5%, il n'y a pas une différence significative entre les différents taux d'infection suivant les âges lors de cette deuxième enquête, la p-value du test étant 0,05356.

**Taux d'infection lors de la deuxième enquête suivant l' âge en 2002**



**Figure : 10**

**Figure : 11**1) Lors de la troisième enquête en 2002

Les observations lors de cette enquête sont résumées dans le tableau ci-après:

Âge	Nombre d'enfants examinés	Nombre d'enfants positifs	Taux d'infection (%)	Charge parasitaire
<=6 ans	32	5	15,63	1,93
7 ans	37	4	11,10	0,83
8 ans	56	4	7,14	2,15
9 ans	58	19	32,8	2,50
10 ans	79	16	20,25	1,70
11 ans	61	10	16,40	2,54
12 ans	64	13	21,70	1,45
13 ans	56	16	28,60	3,40
14 ans	48	6	12,50	1,50
>= 15 ans	62	10	16,12	4,40

Les différents tests de comparaison donnent les conclusions suivantes :

Au seuil 5%, il y a une différence significative entre les charges parasitaires suivant les âges lors de cette troisième enquête, la p-value du test étant  $8,664e-06$ . Les enfants de plus de 15 ans étant les plus parasités.

Au seuil 5%, il y a une différence significative entre les différents taux d'infection suivant les âges lors de cette troisième enquête, la p-value du test étant  $0,01985$ . Nous constatons que les taux les plus élevés sont identifiés chez les enfants de 9 ans et 13 ans

Taux d'infection lors de la troisième enquête suivant l'âge en 2002

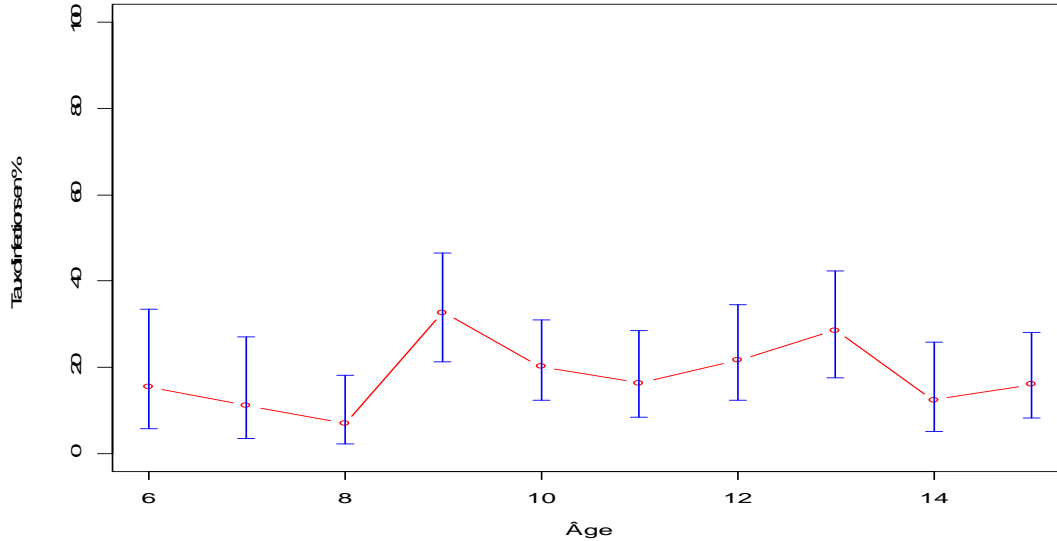


Figure : 12

Charge parasitaire suivant l'âge lors de la troisième enquête en 2004

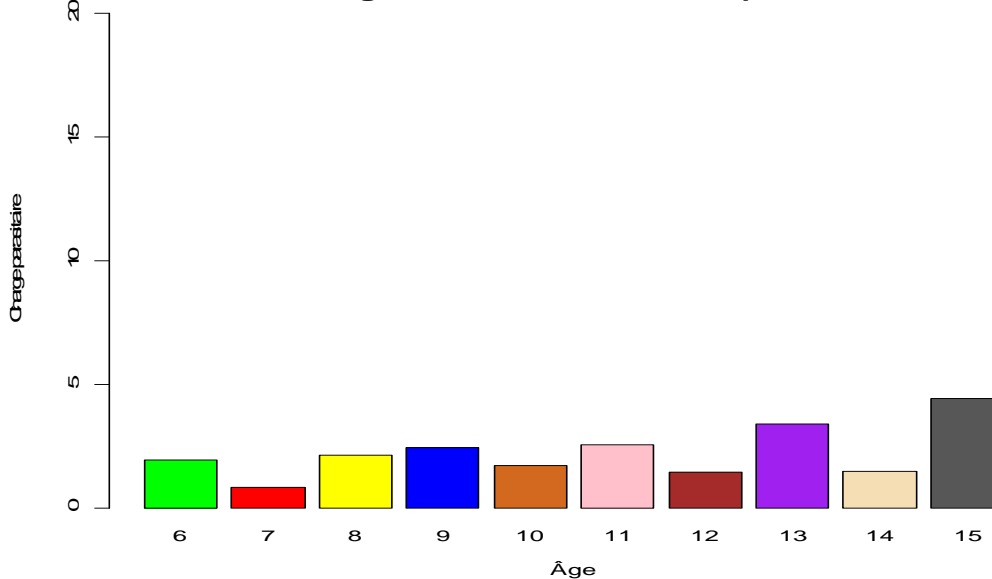


Figure : 13

## 2) Lors de la quatrième enquête en 2002

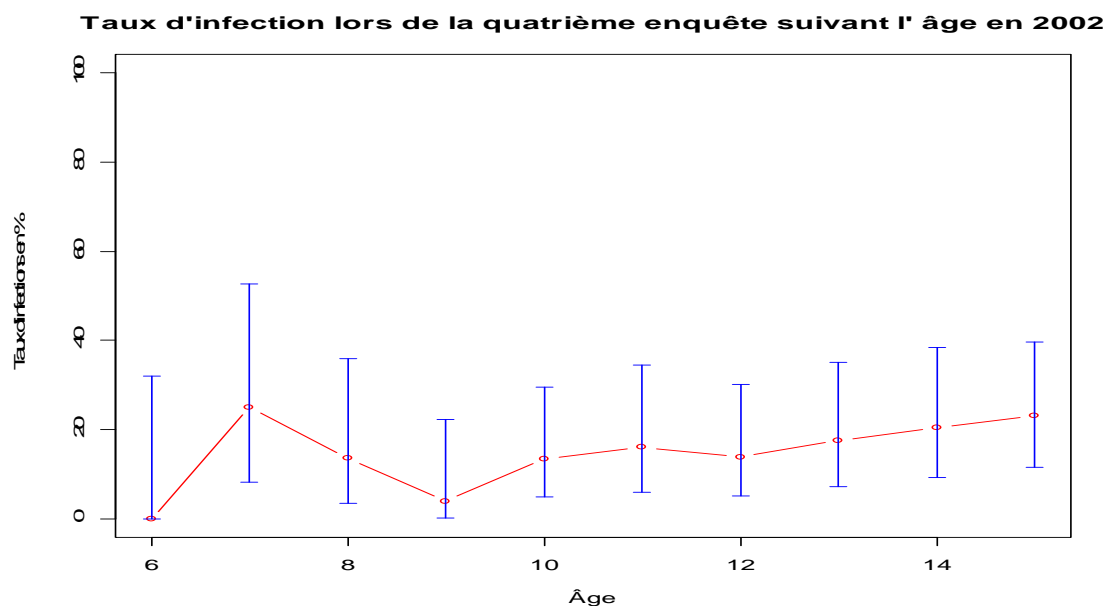
Les observations lors de cette enquête sont résumées dans le tableau ci-après :

Âge	Nombre d'enfants examinés	Nombre d'enfants positifs	Taux d'infection (%)	Charge parasitaire
<=6 ans	11	0	0	
7 ans	16	4	25	4,42
8 ans	22	3	13,64	5,95
9 ans	25	1	4	13
10 ans	37	5	13,51	2,60
11 ans	31	5	16,13	4,83
12 ans	36	5	13,90	3,45
13 ans	34	6	17,65	1,73
14 ans	34	7	20,60	2,36
>= 15 ans	39	9	23,08	2,55

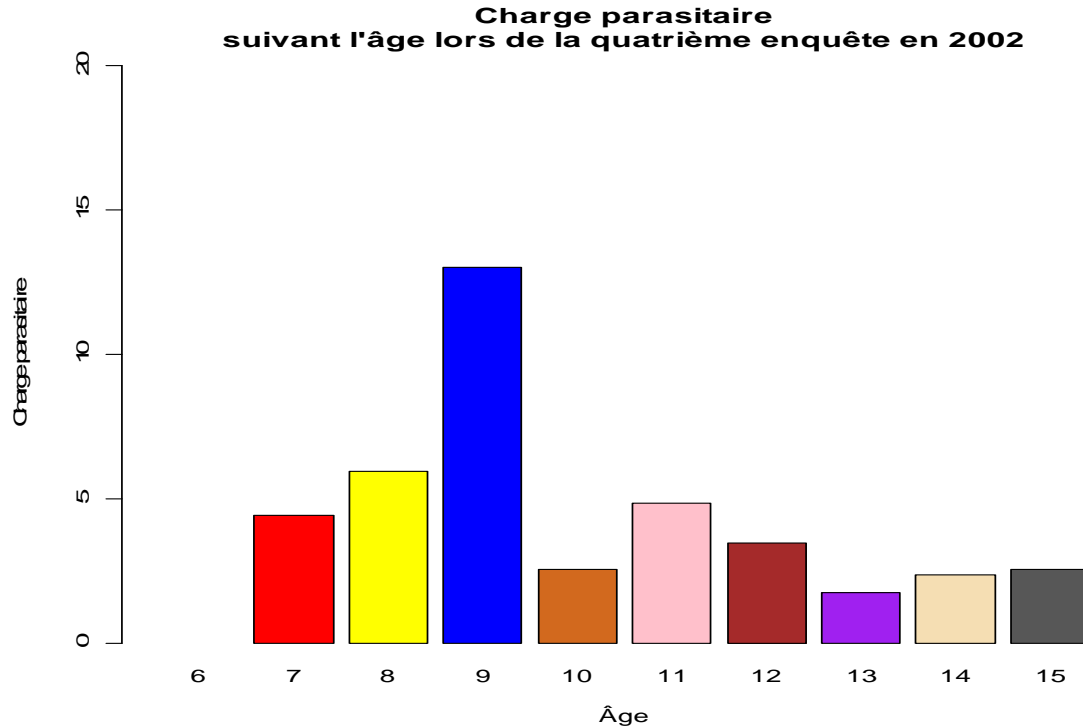
Les différents tests de comparaison donnent les conclusions suivantes :

Au seuil 5%, il n'y a pas une différence significative entre les charges parasitaires suivant les âges lors de cette quatrième enquête, la p-value du test étant **0,6981**

Au seuil 5%, il n'y a pas une différence significative entre les différents taux d'infection suivant les âges lors de cette quatrième enquête, la p-value du test étant **0,5089**



**Figure : 14**



*Figure : 15*

### II.1.3 TAUX DE GUERISON APRES LES TRAITEMENTS EN 2002

Les enfants recevant des traitements après chaque enquête de 2002 sauf la quatrième, nous observons le nombre d'enfants guéris après un traitement et initialement malades.

Le taux de guérison est le rapport entre le nombre d'enfants guéris après un traitement et le nombre d'enfants initialement malades.

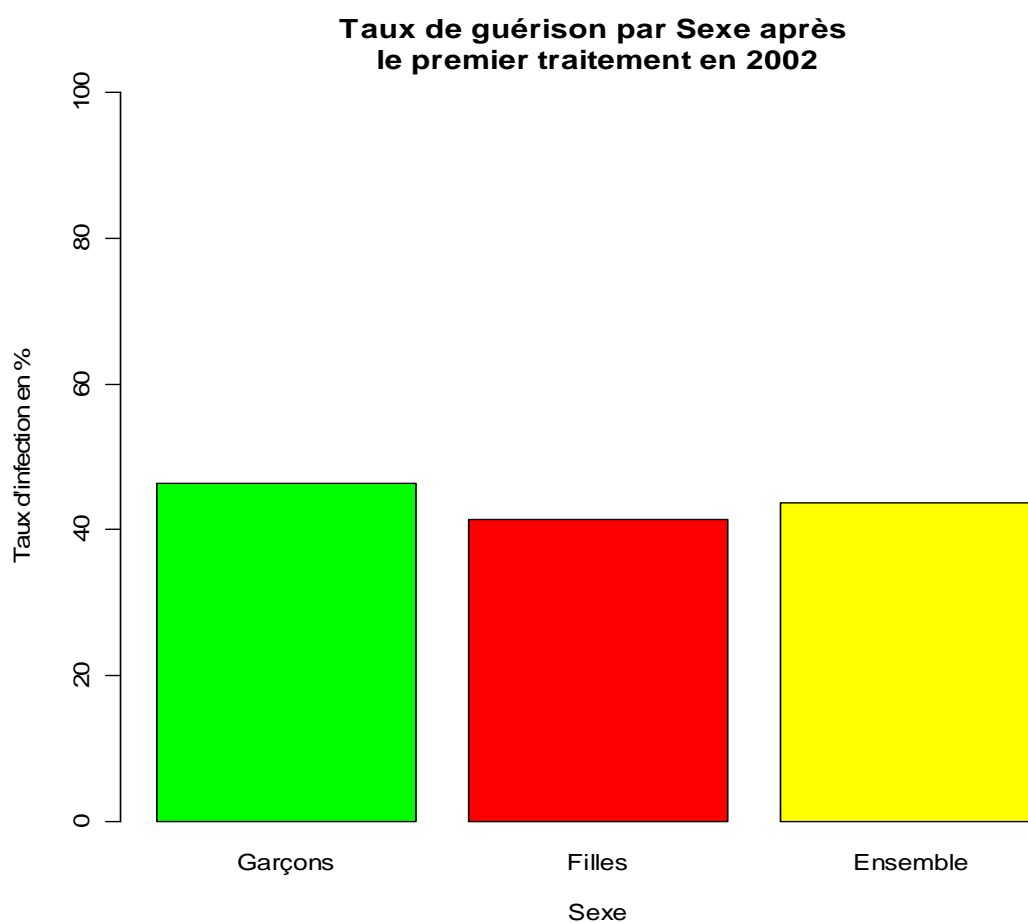
#### ➤ Après le premier traitement :

Lors de la première enquête en 2002, on dénombre 681 enfants positifs répartis comme suit : 310 garçons et 371 filles ; parmi ces enfants positifs, 564 (252 garçons et 312 filles) seulement ont reçu un traitement. Après l'administration du premier traitement et lors de la deuxième enquête on dénombre 246 enfants parmi ces derniers ne produisant plus d'œufs donc guéris ; parmi ces 246 enfants, on dénombre 117 garçons et 129 filles.

Soit un taux de guérison de **43,61%** en général, de **41,35%** chez les filles, et de **46,42%** chez les garçons.

Résumons nous dans le tableau suivant :

Population	Nombre d'enfants malades ou positifs lors de la première enquête ayant reçu le traitement	Nombre d'enfants guéris après le premier traitement	Taux de guérison
Garçons	252	117	46,42% IC (40,2%-52,8%)
Filles	312	129	41,35% IC (35,9%-47,0%)
Générale	564	246	43,61% IC (39,5%-47,8%)



**Figure : 16**

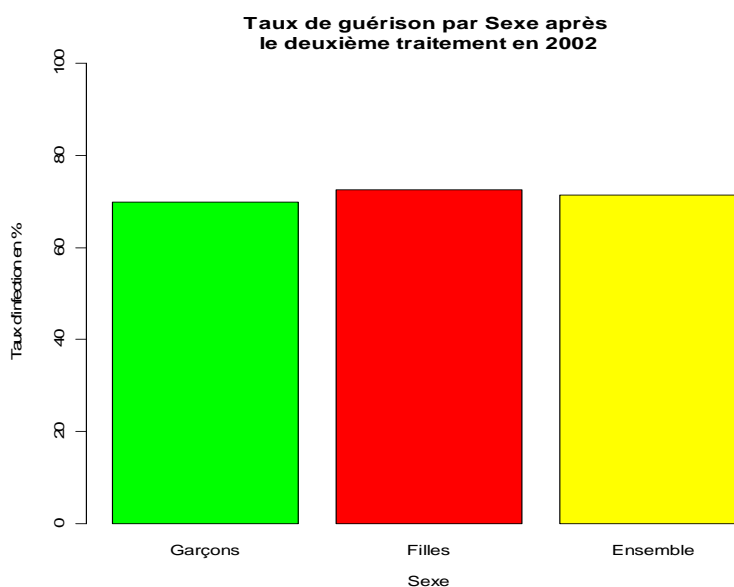
### ➤ Après le deuxième traitement :

Lors de la deuxième enquête en 2002, on dénombre 318 enfants positifs répartis comme suit : 135 garçons et 183 filles ; parmi ces enfants positifs, 227 (96 garçons et 131 filles) seulement ont reçu un traitement.

Après l'administration du deuxième traitement et lors de la troisième enquête on dénombre 162 enfants parmi ces derniers ne produisant plus d'œufs donc guéris ; parmi les 162 enfants, on dénombre 67 garçons et 95 filles ; soit un taux de guérison de **71,4%** en général, de **72,52%** chez les filles, et de **69,8%** chez les garçons.

Résumons nous dans le tableau suivant :

Population	Nombre d'enfants malades ou positifs lors de la deuxième enquête	Nombre d'enfants guéris après le deuxième traitement	Taux de guérison
Garçons	96	67	69,8% IC (59,4%-78,5%)
Filles	131	95	72,52% IC (63,9%-79,8%)
Générale	227	162	71,4% IC (64,9%-77,0%)



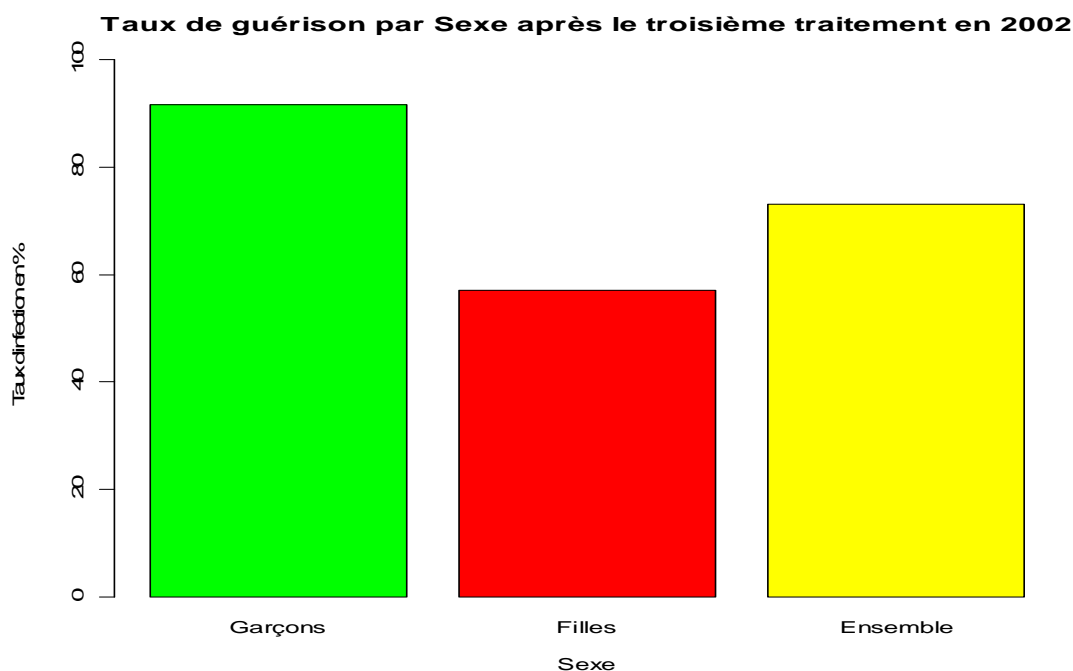
**Figure : 17**

➤ Après le troisième traitement :

Lors de la troisième enquête en 2002, on dénombre 103 enfants positifs répartis comme suit : 44 garçons et 59 filles ; parmi ces enfants positifs, 26 (12 garçons et 14 filles) seulement ont reçu un traitement. Après l'administration du troisième traitement et lors de la quatrième enquête, on dénombre 19 enfants parmi ces derniers ne produisant plus d'œufs donc guéris ; et parmi ces 19 enfants, on dénombre 11 garçons et 8 filles ; soit un taux de guérison de **73.08%** en général, de **57.14%** chez les filles, et de **91.7%** chez les garçons.

Résumons nous dans le tableau suivant :

Population	Nombre d'enfants malades ou positifs lors de la deuxième enquête	Nombre d'enfants guéris après le deuxième traitement	Taux de guérison
Garçons	12	11	91,7% IC (59,8%-99,6%)
Filles	14	8	57,14% IC (29,6%-81,1%)
Générale	26	19	73,08% IC (51,9%-87,6%)



**Figure : 18**

### Conclusion de quelques tests sur les différents taux de guérison en 2002.

- Au seuil 5%, après le premier traitement il n'y a pas de différence entre garçons et filles au niveau du taux de guérison ; la p-value du test de comparaison de proportions étant de **0,2607**.
- Au seuil 5%, après le deuxième traitement il n'y a pas de différence entre garçons et filles au niveau du taux de guérison ; la p-value du test de comparaison de proportions étant de **0,7638**.
- Au seuil 5%, après le troisième traitement il n'y a pas de différence entre garçons et filles au niveau du taux de guérison ; la p-value du test de comparaison de proportions étant de **0,1248**.
- **Au seuil 5%, il y a une différence significative entre les différents taux de guérison après les différents traitements. la p-value du test effectué étant de **1,382e-12**. le taux le plus élevé étant obtenu après le troisième traitement.**

#### II.1.4 NIVEAU D'INFECTION POST TRAITEMENT

Nous nous proposons de regarder le niveau d'infection après traitement des enfants suivant le nombre de comprimés reçus lors de chaque traitement.

##### 1) Après le premier traitement

Les observations sont résumées dans le tableau ci-après :

Nombre de comprimés reçus	Nombre d'enfants examinés	Nombre d'enfants positifs	Taux d'infection (%)	Charge parasitaire
1	41	16	39,02	2,05
1,5	196	114	58,16	3,66
2	150	85	56,67	4,26
2,5	90	58	64,4	4,80
3	53	29	54,72	2,55
3,5	29	13	44,82	2,75
4	5	3	60	1,44

Les conclusions des différents tests de comparaison sont les suivantes :

Au seuil 5% il n'y a pas de différence significative entre les taux d'infection des différents groupes d'enfants, la p-value du test étant **0,1563**.

**Par contre le test de Kruskal Wallis décèle une différence significative au seuil 5%, au niveau de la charge parasitaire, la p-value du test étant de **0,01996**, les enfants ayant reçu 2,5 comprimés ont la plus grande charge à savoir 4,80.**

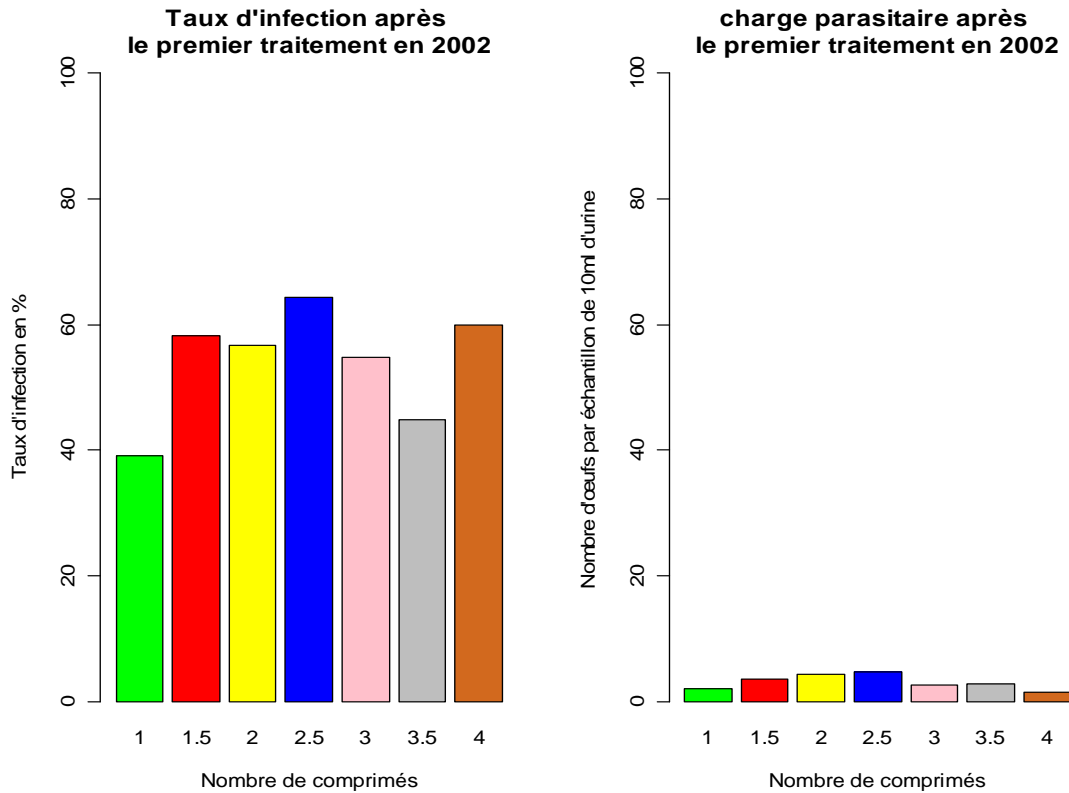


Figure : 19

## 2) Après le deuxième traitement

Les observations sont résumées dans le tableau ci-après :

Nombre de comprimés reçus	Nombre d'enfants examinés	Nombre d'enfants positifs	Taux d'infection (%)	Charge parasitaire
1	36	3	8,33	1,52
1,5	135	29	21,48	2,60
2	97	21	21,65	1,15
2,5	57	12	21,05	3,38
3	36	6	16,67	1,66
3,5	18	3	16,67	4,05
4	5	0	0	

Les conclusions des différents tests de comparaison sont les suivantes :

Au seuil 5% il n'y a pas de différence significative entre les taux d'infection des différents groupes d'enfants, la p-value du test étant **0,5323**.

De même le test de Kruskal Wallis ne décèle aucune différence significative au seuil 5%, au niveau de la charge parasitaire, la p-value du test étant de **0,5045**.

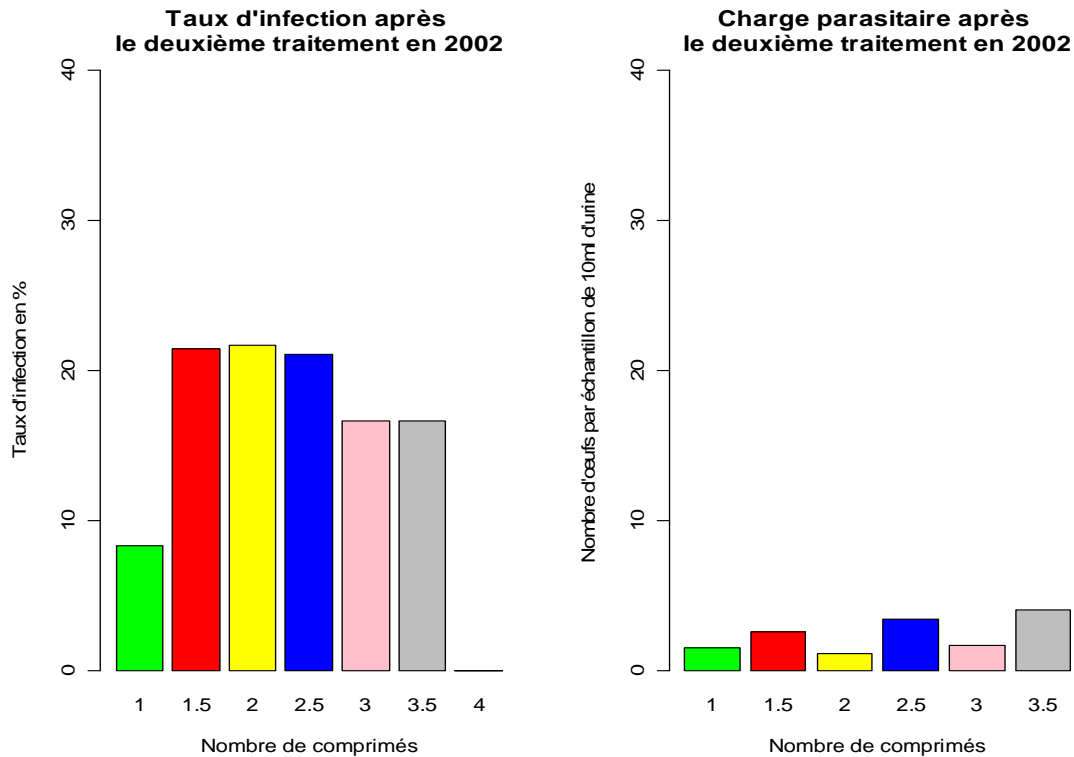


Figure : 20

### 3) Après le troisième traitement

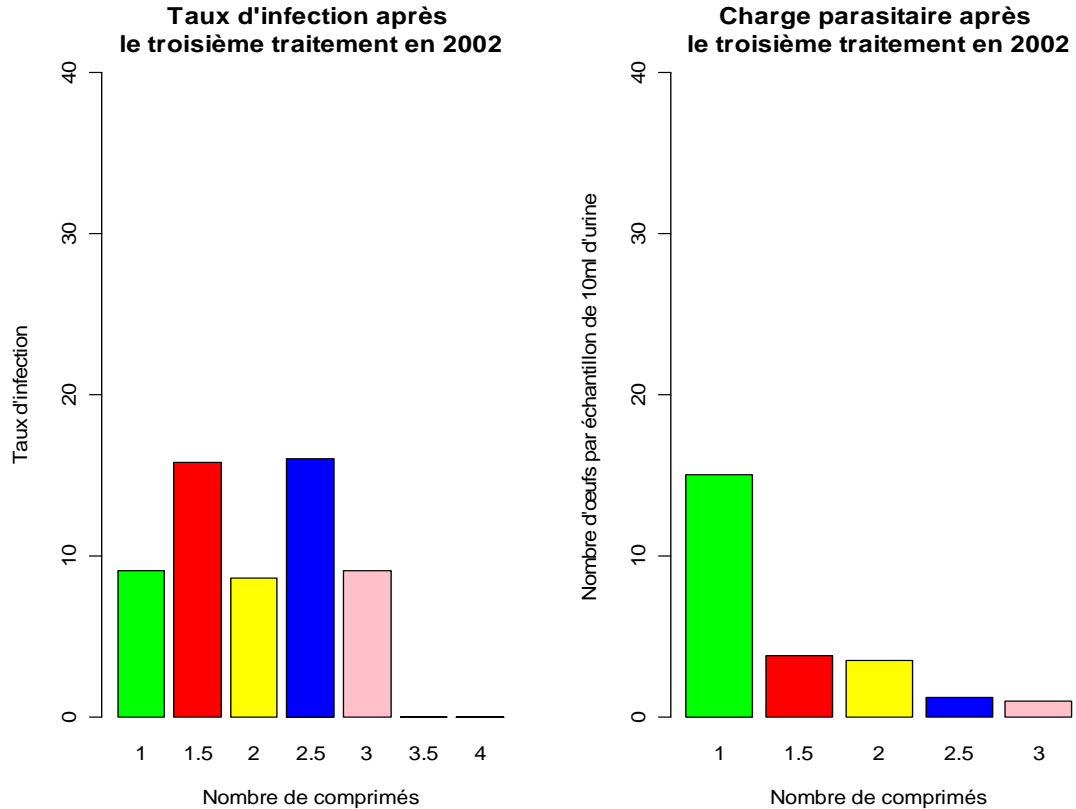
Les observations sont résumées dans le tableau ci-après :

Nombre de comprimés reçus	Nombre d'enfants examinés	Nombre d'enfants positifs	Taux d'infection (%)	Charge parasitaire
1	11	1	9,09	15
1,5	38	6	15,79	3,79
2	35	3	8,58	3,48
2,5	25	4	16	1,21
3	11	1	9,09	1
3,5	7	0	0	
4	4	0	0	

Les conclusions des différents tests de comparaison sont les suivantes :

Au seuil 5% il n'y a pas de différence significative entre les taux d'infection des différents groupes d'enfants, la p-value du test étant **0,8031**.

De même le test de Kruskal Wallis ne décèle aucune différence significative au seuil 5%, au niveau de la charge parasitaire, la p-value du test étant de **0,8245**.



*Figure : 21*

## II.2 ETAT DE LA BILHARZIOSE EN 2004 A LOUM

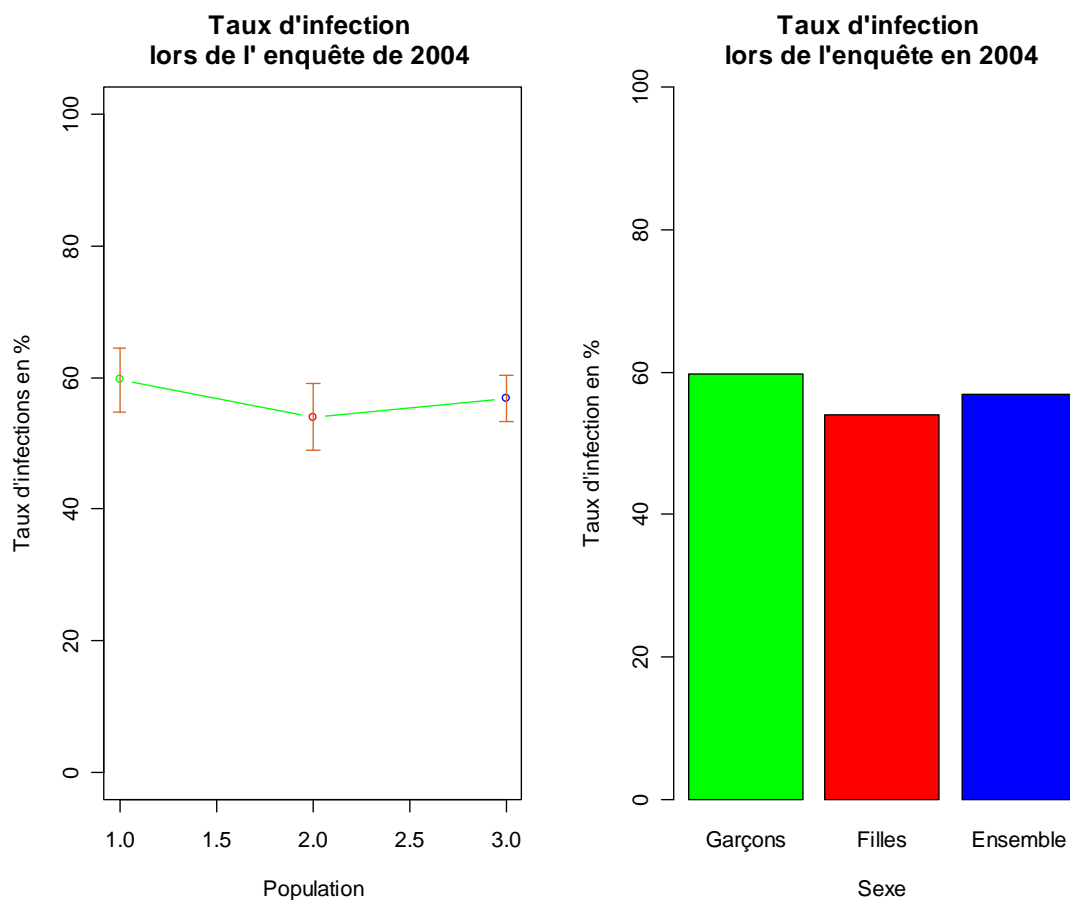
### II.2.1 NIVEAU D'INFECTION EN 2004

Les différentes enquêtes de 2004 ont été ramenées en une seule, en raison du fait qu'il n'y a pas eu de traitements.

- ❖ En 2004 donc, 802 enfants sont examinés et 456 sont positifs, soit un taux d'infection de **56,86%**
- ❖ Les 802 enfants sont répartis comme suit : 402 garçons, 400 filles
- ❖ Les 456 enfants positifs sont répartis de la manière suivante : 240 garçons et 216 filles ; soit un taux d'infection de **59,7%** chez les garçons et **54,00%** chez les filles. La charge parasitaire (moyenne géométrique) est de **16,64** œufs par échantillon de 10 ml d'urine chez les enfants positifs ; soit de **18,32** chez les garçons et **14,96** chez les filles.

Résumons nous à travers le tableau suivant :

Population	Nombre d'enfants examinés	Nombres d'enfants positifs	Moyenne géométrique du nombre d'œufs chez les enfants positifs	Taux d'infection et Intervalle de confiance
Garçons	402	240	18,32	59,7% (54,7% :64,5%)
Filles	400	216	14,96	54% (49 %:59%)
Total	802	456	16,64	56,86% (53,3% :60,3%)



**Figure : 22**

Légende : sur la figure ci dessus,  
 1.0 représente les garçons  
 2.0 représente filles  
 3.0 représente les enfants en général  
 1.5 et 2.5 ne sont pas à prendre en compte

REMARQUE :

1) En parcourant les résultats de l'enquête de 2004, la charge parasitaire trop élevée de certains enfants par rapport aux autres enfants nous a impressionnée, et nous avons ressortis dans le tableau ci-après, certains de ces enfants dont la charge parasitaire est supérieure ou égale à 500 œufs de parasites par échantillon d'urine. Nous pouvons remarquer, que parmi ces 13 enfants, seulement 2 ont participé à l'enquête initiale de 2002 et un parmi ces 2 derniers a reçu un traitement et dont on ne connaît pas le fruit puisque n'ayant plus participé à aucune enquête de 2002. On peut ainsi constater qu'en majorité, ces enfants de charge parasitaire trop élevée n'ont pas pris part aux enquêtes de 2002. Il serait intéressant de se rapprocher de ces enfants pour observer leur comportement, observer qu'est ce qui serait la cause ou l'origine d'une si grande charge parasitaire.

Iden	Sexe	Age	no 21	trait 21	com p21	no 22	trait 22	com p22	no 23	trait 23	com p23	no 24	no41	no42	no43	no44	no45	no4
96	F												1044	203				623,5
129	M	10											75	0	330	802	1369	515,2
313	M	13											525	192	467	1494	56	546,8
427	M	11	265										1000	182	10	1529	174	579
628	M	6											247	848	631	1580	54	672
806	M														9275	4963	1729	5322,3
896	F	8											1177	779	91	743		697,5
965	M	9											110	99	2156	900		816,25
1268	F	12											183	2636	415	122	96	690,4
1402	F	13											720	1061	900	170	7	571,6
1525	F	10											54	0	84	105	2965	641,6
2072	F	6	1	Oui	2.5								116	2120				1118
2286	M	7	661	Oui	1	0.5	Oui	1	0	Oui	1	15	1530	421	216	919		771,5

2) En 2004, 802 enfants ont été examinés, soit un taux de participation de **33.14%**.

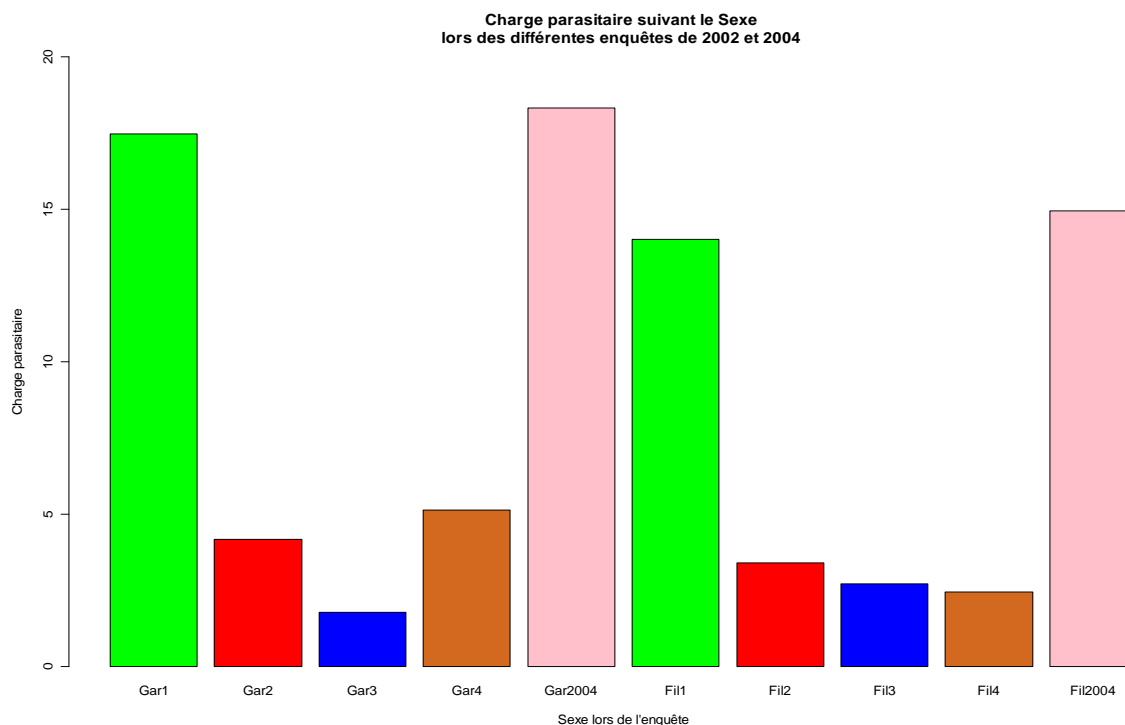
3) L'on remarque qu'après le dernier traitement en 2002, le taux d'infection (lors de la quatrième enquête) de la Schistosomiase a considérablement baissé (**15,6%**). En 2004, on observe une nette augmentation du taux d'infection (**56,86%**), ceci serait due au fait que les enfants ont passé une longue période sans être déparasités ou traités et étant toujours en contact avec leurs sources de contamination. Dans un souci de lutte contre cette maladie, l'on pourrait administrer périodiquement du Praziquantel à ces enfants qui sont permanemment en contact avec les sources de contamination telles que les rivières ; par exemple tous les 3 mois.

### Conclusions des tests de comparaison des Taux d'infection et des charges parasitaire

Au seuil 5% il n'y a pas de différence significative au niveau des taux d'infection entre filles et garçons en 2004. La p-value du test étant **0,1191**.

Au seuil 5% il n'y a pas de différence significative au niveau de la charge parasitaire entre filles et garçons en 2004. La p-value du test étant **0,2199**.

Les conclusions des différents tests de comparaison de 2002 et 2004, ne décelant en général aucune différence significative suivant le sexe, cela pourrait laisser croire que les sources de contaminations sont les même pour les deux sexes.



**Figure : 23**

Légende : sur la figure ci dessus,

Garik représente les garçons lors de l'enquête n°k de 2002 (k allant de 1 à 4)

Gar2004 représente les garçons en 2004

Filk représente les filles lors de l'enquête n°k de 2002 (k allant de 1 à 4)

Fil2004 représente les filles en 2004

## II.2.2 NIVEAU D'INFECTION PAR RAPPORT A L'ÂGE EN 2004

➤ Lors de l'enquête en 2004

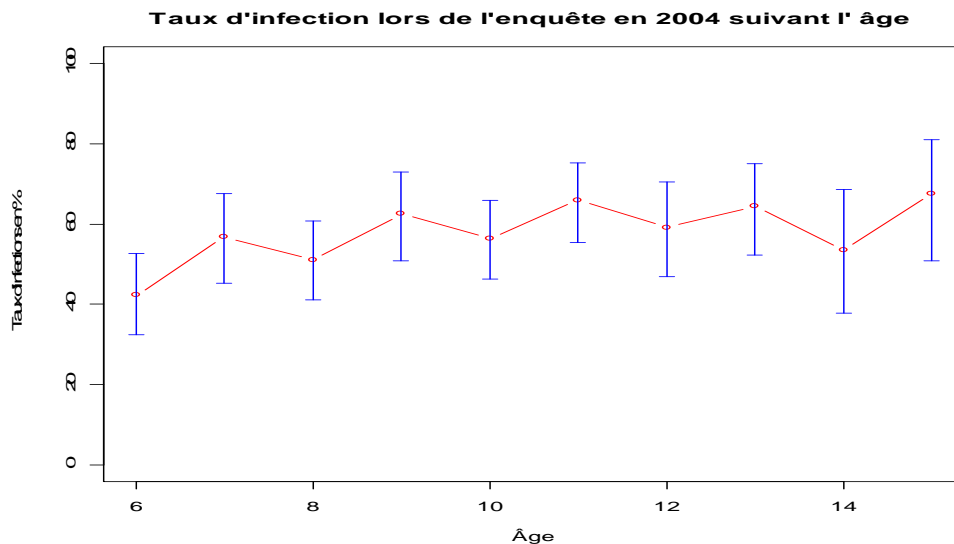
Les observations sont résumées dans le tableau ci-après :

Âge	Nombre d'enfants examinés	Nombre d'enfants positifs	Taux d'infection (%)	Charge parasitaire
<=6 ans	97	41	42,30	13,24
7 ans	81	46	56,80	14,83
8 ans	104	53	50,96	21,66
9 ans	80	50	62,50	11,75
10 ans	103	58	56,31	16,40
11 ans	94	62	65,96	18,16
12 ans	71	42	59,15	12,50
13 ans	73	47	64,38	25,22
14 ans	43	23	53,50	16,70
>= 15 ans	40	27	67,50	14,00

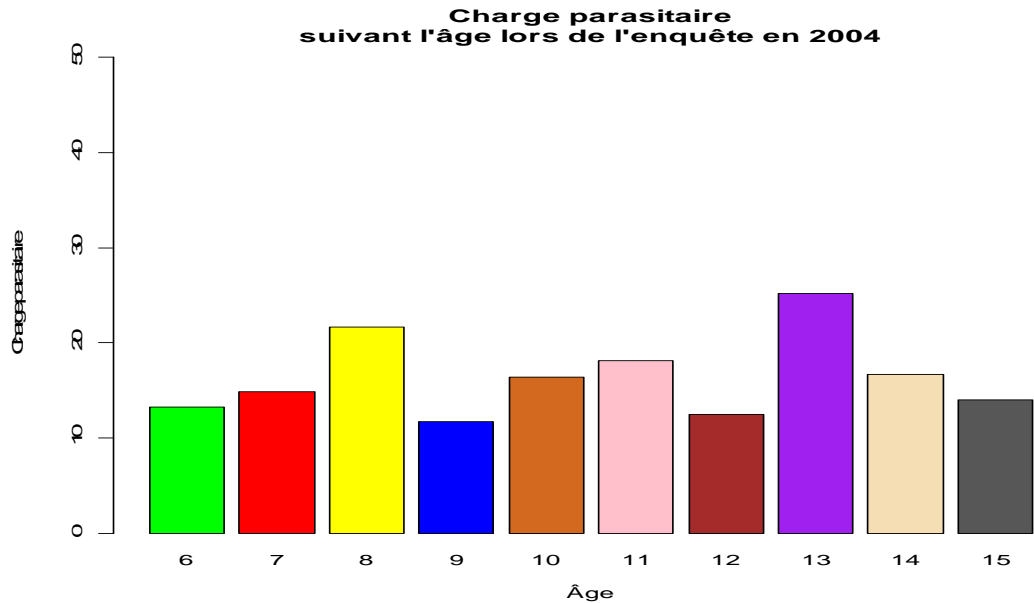
Les conclusions des différents tests de comparaison sont les suivantes :

Au seuil 5%, il y a une différence significative entre les différentes charges parasitaires suivant les âges lors de cette enquête, la p-value du test étant **0,005559**, la charge étant élevée chez les enfants de 8 ans et 13 ans.

Au seuil 5%, il y a une différence significative entre les différents taux d'infection suivant les âges lors de cette enquête, la p-value du test étant **0,03513**, les enfants les plus infectés étant ceux de 11ans et plus de 15 ans.

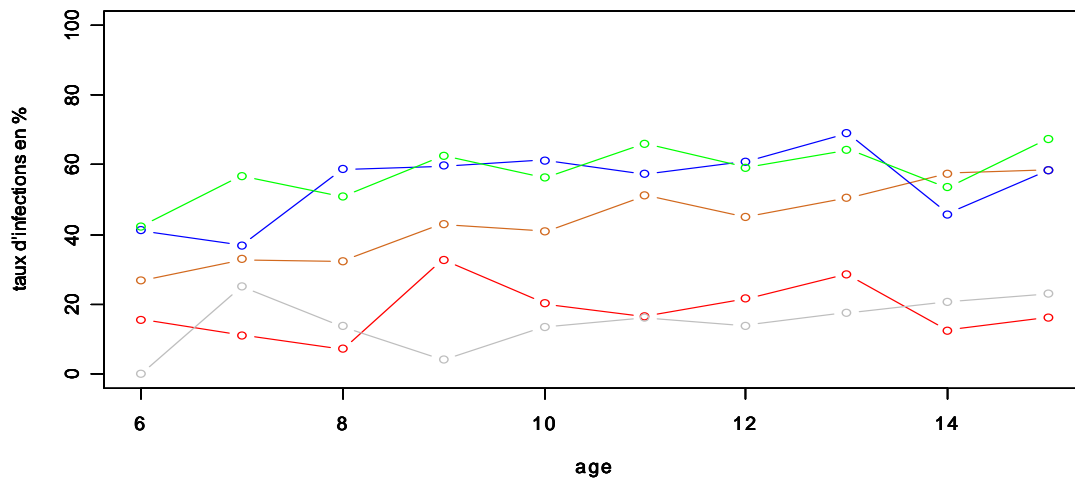


**Figure : 24**



**Figure : 25**

Regardons l'évolution de ces différents taux d'infection sur un même graphique.



**Figure : 26**

**Légende :**

Vert : taux d'infection suivant l'âge lors de l'enquête en 2004

Bleu : taux d'infection suivant l'âge lors de la deuxième enquête en 2002

Chocolat : taux d'infection suivant l'âge lors de la première enquête en 2002

Rouge : taux d'infection suivant l'âge lors de la troisième enquête en 2002

Gris : taux d'infection suivant l'âge lors de la quatrième enquête en 2002

### Conclusions des tests de comparaison des taux d'infection de 2002 et 2004

- Il n'y a pas de différence significative au niveau du taux d'infection entre la deuxième enquête de 2002 et celle de 2004, la p-value du test étant **0.1612**
- Il y a une différence significative au niveau du taux d'infection entre la première enquête de 2002 et celle de 2004, la p-value du test étant **0.001439**
- Il y a une différence significative au niveau du taux d'infection entre la troisième enquête de 2002 et celle de 2004, la p-value du test étant **7.583e-13**
- Il y a une différence significative au niveau du taux d'infection entre la quatrième enquête de 2002 et celle de 2004, la p-value du test étant **1.631e-13**

**Remarque :** ces résultats se confirment à travers la *Figure : 26*

### II.3 EXAMEN DE LA DIFFERENCE EN 2004 ENTRE LES ENFANTS TRAITES ET CEUX NON TRAITES EN 2002 ?

Nous considérons comme enfants traités en 2002, ceux ayant reçu trois traitements et comme enfants non traités, ceux n'ayant reçu aucun traitement.

En 2002, 775 enfants n'ont reçu aucun traitement, parmi ces enfants, 606 ont été examinés en 2004 et 334 étaient positifs. Soit un taux d'infection de **55,11%**.

Les 606 enfants étaient répartis comme suit : 308 garçons et 298 filles. Les 334 enfants positifs étaient répartis comme suit : 186 garçons et 148 filles. Soit un taux d'infection chez les garçons de **60,38%** et chez les filles de **49,66%**.

Egalement en 2002, 1215 enfants ont reçu un traitement, et parmi ces enfants, 129 ont été examinés en 2004 et 77 étaient positifs. Soit donc un taux d'infection de **59,68%**

Les 129 enfants étaient répartis comme suit : 59 garçons et 70 filles. Les 77 enfants positifs étaient répartis comme suit : 32 garçons et 45 filles. Soit un taux d'infection chez les garçons de **54,23%** et chez les filles de **64,29%**.

Egalement en 2002, 204 enfants ont reçu deux traitements, parmi ces enfants, 28 ont été examinés en 2004 et 18 étaient positifs. Soit un taux d'infection de **64,28%**

Les 28 enfants étaient répartis comme suit : 11 garçons et 17 filles. Les 18 enfants positifs étaient répartis comme suit : 8 garçons et 10 filles. Soit un taux d'infection chez les garçons de **72,72%** et chez les filles de **58,82%**.

Enfin en 2002, 226 enfants ont reçu trois traitements, et parmi ces enfants, 39 ont été examinés en 2004 et 27 étaient positifs. Soit un taux d'infection de **69,23%**

Les 39 enfants étaient répartis comme suit : 24 garçons et 15 filles. Les 27 enfants positifs étaient répartis comme suit : 14 garçons et 13 filles. Soit un taux d'infection chez les garçons de **58,33%** et chez les filles de **86,66%**.

Population	Enfants n'ayant reçu aucun traitement ou non traités en 2002				Enfants ayant reçu un traitement en 2002				Enfants ayant reçu deux traitements en 2002				Enfants ayant reçu trois traitements en 2002 ou traités en 2002			
	Enfants examinés		Enfants positifs		Enfants examinés		Enfants positifs		Enfants examinés		Enfants positifs		Enfants examinés		Enfants positifs	
	Gar exa	Fille exa	Gar posi	Fille posi	Gar exa	Fille exa	Gar posi	Fille posi	Gar exa	Fille exa	Gar posi	Fille posi	Gar exa	Fille exa	Gar posi	Fille posi
Effectif	308	298	186	148	59	70	32	45	11	17	8	10	24	15	14	13
	606		334		129		77		28		18		39		27	
Charge parasitaire	17,68		14,04		20,46		13,65		8,63		33,25		34,40		22,49	
	15,97				16,17				18,48				28,05			
TRCPCI	2,26		-229,72		-2158,14		-557,93		61,32		-16,67		-18,28		56,32	
	13,33				-32,78				27,70				26,80			
Taux d'infection en 2004	Garçons		Filles		Garçons		Filles		Garçons		Filles		Garçons		Filles	
	60,38% (55%:66%)		49,66% (44%:55%)		54,23% (41%:67%)		64,29% (52%:75%)		72,72% (39%:93)		58,82% (33%:81%)		58,33% (37%:77%)		86,66% (58%:97%)	
	55,11% IC (51%-59,10%)				59,68% IC (50,70%-68,10%)				64,28% IC (44,10%-80,7%)				69,23% IC (52,30%-82,50%)			

Légende :

**Gar exa**: garçons examinés

**Fille exa**: filles examinées

**Gar posi**: garçons positifs

**Fille posi**: filles positives

**TRCPCI** : Taux de réduction de la charge parasitaire par rapport à la charge initiale en 2002.

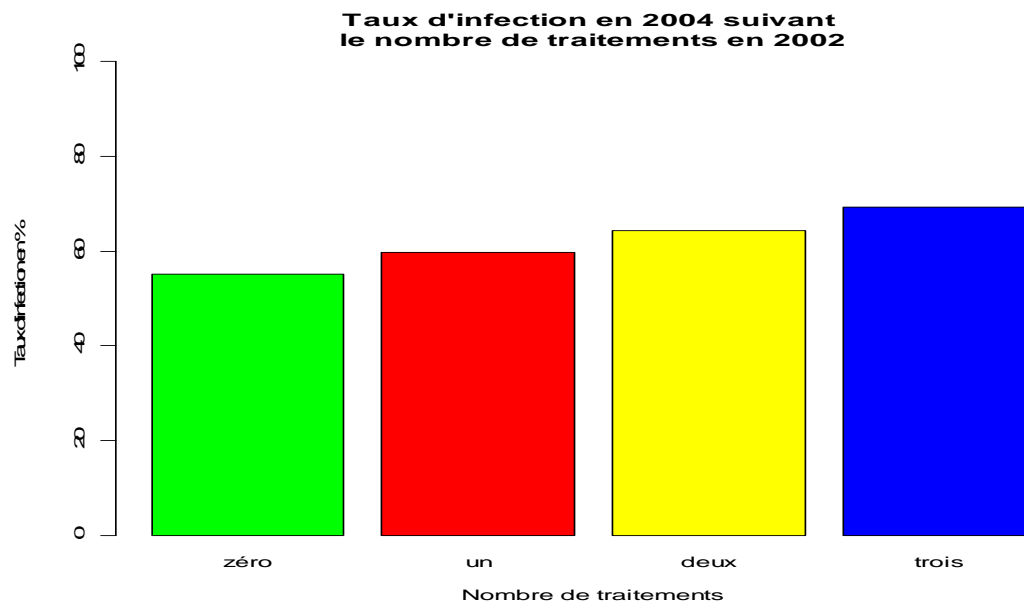
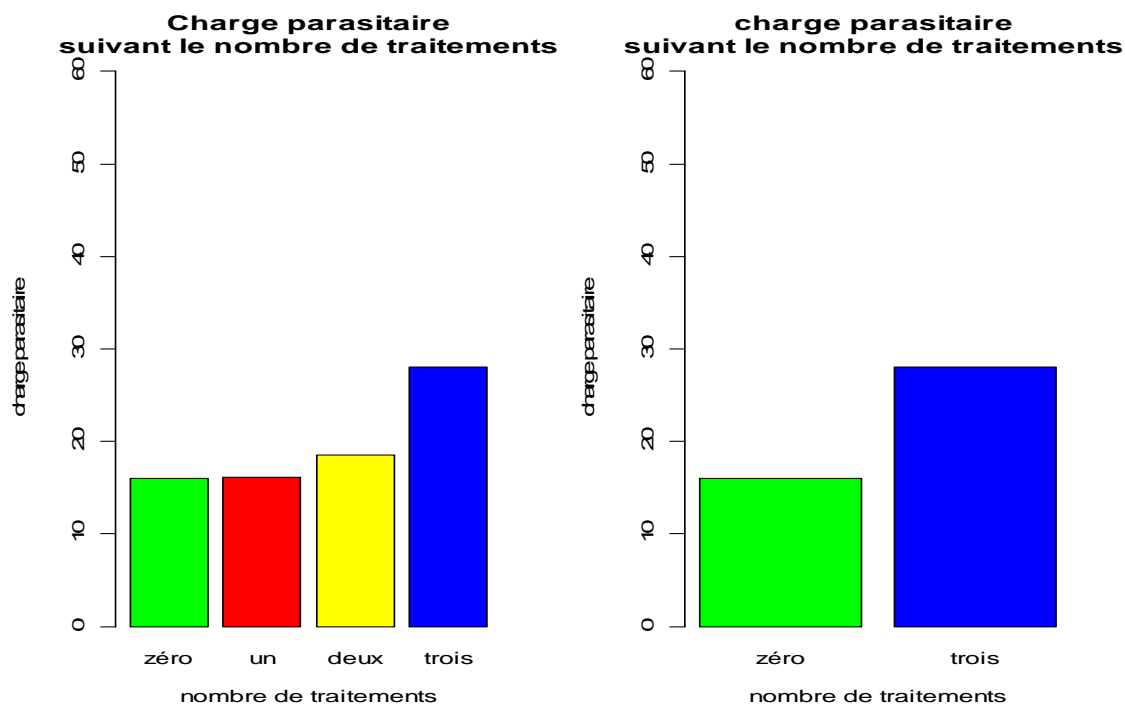
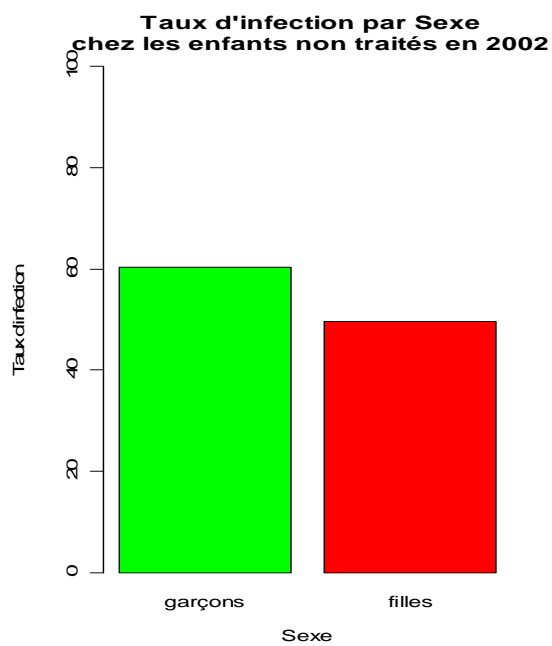


Figure : 27



*Figure : 28*



*Figure : 29*

## Conclusion des différents tests de comparaison des taux d'infection et des charges parasitaires

Des tests de comparaison des différentes proportions ou taux d'infection ont été effectués pour observer si oui ou non il existe des différences significatives, en terme d'infection entre différents groupes.

- Au seuil 5%, il n'y a pas de différence au niveau du taux d'infection, entre garçons et filles ayant reçu trois traitements en 2002, la p-value du test valant : **0,1314**
- Au seuil 5%, il n'y a pas de différence au niveau du taux d'infection, entre garçons et filles ayant reçu un traitement en 2002, la p-value du test valant : **0,3276**
- Au seuil 5%, il n'y a pas de différence au niveau du taux d'infection, entre garçons et filles ayant reçu deux traitements en 2002, la p-value du test valant : **0,7293**
- **Au seuil 5%, il y a une différence significative au niveau du taux d'infection entre garçons et filles non traités en 2002, les garçons s'infectant le plus ; l'on pourrait donner comme interprétation que les garçons vont beaucoup plus dans les rivières que les filles, la p-value du test valant : 0,01011**
- Au seuil 5%, il n'y a pas de différence au niveau du taux d'infection avec le nombre de traitements reçus en 2002, la p-value du test valant : **0,2371**
- Au seuil 5%, il n'y a pas de différence au niveau de la charge parasitaire avec le nombre de traitements reçus en 2002, la p-value du test valant : **0,4453**
- Au seuil 5%, il n'y a pas de différence en 2004, au niveau du taux d'infection entre les enfants traités et ceux non traités en 2002, la p-value du test valant : **0,12**
- Au seuil 5%, il n'y a pas de différence en 2004, au niveau de la charge parasitaire entre les enfants traités et ceux non traités en 2002, la p-value du test valant **0,1059**
- Les enfants ayant reçu deux traitements en 2002 connaissent en 2004 une augmentation de la charge parasitaire, contrairement aux autres qui connaissent une réduction de la charge parasitaire.

### II.4 ETUDE DE QUELQUES GROUPES INFECTES

#### Comportement en 2002

Lors de chaque enquête, nous nous intéressons à deux groupes d'enfants malades :

- ❖ Groupe1 : ceux dont le nombre d'œufs de parasite par 10ml d'urine est strictement inférieur à 50, encore appelé groupe de légère infection
- ❖ Groupe 2 : ceux dont le nombre d'œufs de parasite par 10ml d'urine est supérieur ou égal à 50 encore appelé groupe de forte infection.

Les observations lors de chaque enquête sont résumées dans les tableaux ci-après :

➤ Lors de la première enquête en 2002 :

Population	Groupe 1		Groupe 2	
	Garçons	Filles	Garçons	Filles
Effectif	230	296	80	75
	526		155	
Charge parasitaire	8,37	7,50	128,95	141,23
	7,87		134,75	

➤ Lors de la deuxième enquête en 2002 :

Population	Groupe 1		Groupe 2	
	Garçons	Filles	Garçons	Filles
Effectif	129	178	6	5
	307		11	
Charge parasitaire	3,56	3,056	76,70	79,47
	3,258702		77,94	
Taux de réduction de la charge parasitaire par rapport à la charge initiale	88,75	84,61	10,14	71,12
	86,51%		46,42%	

➤ Lors de la troisième enquête en 2002 :

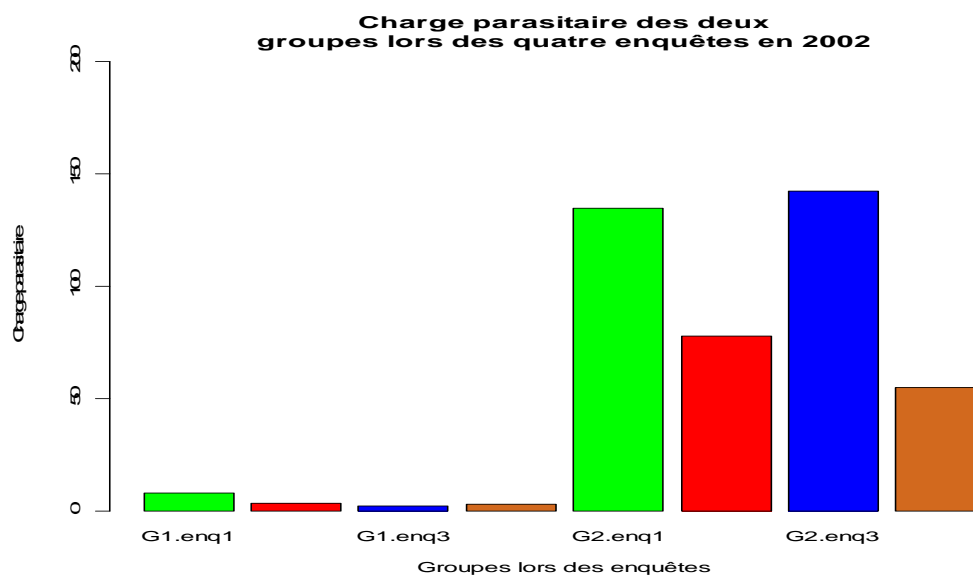
Population	Groupe 1		Groupe 2	
	Garçons	Filles	Garçons	Filles
Effectif	44	57		2
	101		2	
Charge parasitaire	1,77	2,25		142,50
	2,04		142,50	
Taux de réduction de la charge parasitaire par rapport à la charge précédente	65,22%	36,92%		-246,35%
	51,58%		-246,35%	
Taux de réduction de la charge parasitaire par rapport à la charge initiale	94,56%	92,77%		-1153,37%
	93,60%		-1153,37%	

Remarque : on observe des taux de réduction de la charge parasitaire négatifs, ceux-ci traduisent en fait une augmentation de la charge parasitaire, tel est le cas chez les filles du groupe 2 par rapport à l'enquête précédente et à l'enquête initiale.

➤ Lors de la quatrième enquête en 2002 :

Population	Groupe 1		Groupe 2	
	Garçons	Filles	Garçons	Filles
Effectif	13	31	1	
	44		1	
Charge parasitaire	4,16	2,45	55	
	2,88		55	
Taux de réduction de la charge parasitaire par rapport à la charge précédente	-287,02	-253,50	-Inf	
	-263,89		-Inf	
Taux de réduction de la charge parasitaire par rapport à la charge initiale	94,97	89,48	90,25	
	91,51		90,25	

Remarque : on observe un taux de réduction de la charge parasitaire très négatif, celui-ci traduit en fait une augmentation de la charge parasitaire, ceci s'explique par le fait que l'unique garçon du groupe2 n'était pas positif lors de l'enquête précédente donc avait une charge nulle. **-Inf** désigne moins l'infini c'est à une très grande augmentation de la charge parasitaire.



**Figure : 30**

Légende : sur la figure ci dessus,  
Gkenqi désigne le groupe k lors de l'enquête n°i de 2002 (k allant de 1 à 2 et i allant de 1 à 4)

## ✚ Comportement en 2004 des groupes de chaque enquête

### ➤ Groupes de la première enquête

En 2002, lors de la première enquête le premier groupe comptait 526 enfants (230 garçons et 296 filles) et le deuxième groupe en comptait 155 (80 garçons et 75 filles).

En 2004, parmi les 526 enfants du premier groupe 79 enfants (34 garçons et 45 filles) ont été examinés. 53 de ces enfants (21 garçons et 32 filles) examinés ont été positifs. Soit un taux d'infection du premier groupe de **67,09%** en général, de **61,8 %** chez les garçons du premier groupe et de **71,1%** chez les filles du premier groupe.

Egalement en 2004, parmi les 155 enfants du deuxième groupe, 25 enfants (15 garçons et 14 filles) ont été examinés. 29 de ces enfants (12 garçons et 13 filles) examinés ont été positifs. Soit un taux d'infection du deuxième groupe de **86,2%** en général, de **80%** chez les garçons du deuxième groupe et de **92,9%** chez les filles du deuxième groupe.

Les tests de comparaison des différents taux d'infection donnent les conclusions suivantes :

- ❖ Au seuil 5%, il n'y a pas de différence significative entre les taux d'infection des garçons et des filles du premier groupe en 2004, la p-value du test étant : **0,5264**
- ❖ Au seuil 5%, il n'y a pas de différence significative entre les taux d'infection des garçons et des filles du deuxième groupe en 2004, la p-value du test étant : **0,6423**
- ❖ Au seuil 5%, il n'y a pas de différence significative entre les taux d'infection des deux groupes en 2004, la p-value du test étant : **0,08479**

### ➤ Groupes de la deuxième enquête

En 2002, lors de la deuxième enquête le premier groupe comptait 307 enfants (129 garçons et 178 filles) et le deuxième groupe en comptait 11 (6 garçons et 5 filles).

En 2004, parmi les 307 enfants du premier groupe 47 enfants (21 garçons et 26 filles) ont été examinés. 36 de ces enfants (16 garçons et 20 filles) examinés ont été positifs. Soit un taux d'infection du premier groupe de 76,6% en général, de 76,2 % chez les garçons du premier groupe et de 76,92% chez les filles du premier groupe.

Egalement en 2004, parmi les 11 enfants du deuxième groupe, 3 enfants (0 garçons et 3 filles) ont été examinés. Les 3 enfants (0 garçons et 3 filles) examinés ont été positifs. Soit un taux d'infection du deuxième groupe de 100% en général, de 100% chez les filles du deuxième groupe.

Les tests de comparaison des différents taux d'infection donnent les conclusions suivantes :

- ❖ Au seuil 5%, il n'y a pas de différence significative entre les taux d'infection des garçons et des filles du premier groupe en 2004, la p-value du test étant : **1**
- ❖ Au seuil 5%, il n'y a pas de différence significative entre les taux d'infection des deux groupes en 2004, la p-value du test étant : **0,8181**

### ➤ Groupes de la troisième enquête

En 2002, lors de la troisième enquête le premier groupe comptait 101 enfants (44 garçons et 57 filles) et le deuxième groupe en comptait 2 (0 garçons et 2 filles).

En 2004, parmi les 101 enfants du premier groupe 23 enfants (9 garçons et 14 filles) ont été examinés. 20 de ces enfants (7 garçons et 13 filles) examinés ont été positifs. Soit un taux d'infection du premier groupe de **86,95%** en général, de **77,8 %** chez les garçons du premier groupe et de **92,9%** chez les filles du premier groupe.

Egalement en 2004, parmi les 2 enfants du deuxième groupe, 1 enfant (0 garçons et 1 fille) a été examiné. L'unique fille examinée a été positive. Soit un taux d'infection du deuxième groupe de **100%** en général, de **100%** chez les filles du deuxième groupe.

Les tests de comparaison des différents taux d'infection donnent les conclusions suivantes :

- ❖ Au seuil 5%, il n'y a pas de différence significative entre les taux d'infection des garçons et des filles du premier groupe en 2004, la p-value du test étant : **0,6791**
- ❖ Au seuil 5%, il n'y a pas de différence significative entre les taux d'infection des deux groupes en 2004, la p-value du test étant : **1**

### ➤ Groupes de la quatrième enquête

En 2002, lors de la quatrième enquête le premier groupe comptait 44 enfants (13 garçons et 31 filles) et le deuxième groupe en comptait 1 enfant (1 garçon et 0 filles).

En 2004, parmi les 44 enfants du premier groupe 8 enfants (4 garçons et 4 filles) ont été examinés. Les 8 enfants (21 garçons et 32 filles) examinés ont été positifs. Soit un taux d'infection du premier groupe de 100% en général, de 100 % chez les garçons du premier groupe et de 100% chez les filles du premier groupe.

Egalement en 2004, l'unique enfant (1 garçon) du deuxième groupe, a été examiné et a été positif. Soit un taux d'infection du deuxième groupe de 0% en général, de 0% chez les garçons du deuxième groupe.

Les tests de comparaison des différents taux d'infection donnent les conclusions suivantes :

- ❖ Naturellement il n'y a pas de différence significative entre les taux d'infection des garçons et des filles du premier groupe en 2004.
- ❖ Au seuil 5%, il n'y a pas de différence significative entre les taux d'infection des deux groupes en 2004, la p-value du test étant : **0,1894**.

# CONCLUSION

Au terme de cette analyse des données épidémiologiques sur la bilharziose à Loum, nous voulons relever quelques résultats importants.

Au cours des différentes enquêtes de cette étude, **aucune différence significative n'a été décelée entre filles et garçons en terme de charge parasitaire**. Par contre les taux d'infection lors des enquêtes de 2002 sont significativement différents, le plus élevé étant celui de la deuxième enquête. Comparativement à 2004, ces taux d'infection sont tous significativement différents sauf celui de la deuxième enquête.

En 2004 ce taux d'infection n'est pas significativement différent entre filles (**54%**) et garçons (**59,7%**), également entre enfants traités en 2002 et enfants non traités. Mais lorsque nous observons particulièrement le groupe d'enfants n'ayant reçu aucun traitement en 2002, le taux d'infection est plus élevé chez les garçons dans ce groupe. Une remarque importante à faire, est que les taux d'infection lors des premières enquêtes en 2002 (**56,86%**), et en 2004 (**42,35% ; 56,4%**), sont assez importants, ce qui confirme la ville de Loum comme un foyer actif ou encore dynamique de transmission de la schistosomiase.

Ayant regroupé les enfants de l'étude en 10 groupes selon leur âge, nous avons constaté que :

Lors de la première enquête de 2002, les enfants de 9 ans et 12 ans sont les plus parasités tandis que ceux de 14 et 15 ans sont les plus infectés.

Lors de la deuxième enquête en 2002, les enfants de 11 ans et 13 ans sont les plus parasités ; il n'existait pas de différence significative entre les âges en terme de taux d'infection.

Lors de la troisième enquête de 2002, les enfants de 13 ans et 15 ans sont les plus parasités tandis que ceux de 9 ans et 13 ans sont les plus infectés.

Lors de l'enquête en 2004, les enfants de 8 ans et 13 ans sont les plus parasités tandis que ceux de 11 ans et 15 ans sont les plus infectés.

Ces différences significatives au niveau de la charge parasitaire et même des taux d'infection, entre les groupes d'âge des enfants lors des différentes enquêtes en 2002 attirent notre attention sur les enfants de 13 ans, dirons nous même ceux de 9 ans à 13 ans ; leur comportement est à observer de plus près, ce pourrait-il que ces enfants soient beaucoup plus en contact avec les eaux des rivières ou toute autre source de parasitage inconnue.

Pour ce qui est de la réduction de la charge parasitaire, dans l'ensemble les taux de réduction de la charge parasitaire par rapport à la charge initiale (lors de la première enquête en 2002) étaient satisfaisants (85,09% ; 92,8% ; 91,38%). Les enfants recevant des traitements après chaque enquête en 2002, l'examen des taux de guérison (43,61% ; 71,4% ; 73,4%) après les différents traitements de 2002, a décelé une différence significative, le taux le plus élevé étant enregistré lors du troisième traitement. Ces deux derniers résultats, viennent confirmer l'efficacité du Praziquantel pour le déparasitage et le traitement des enfants atteints de la maladie.

L'on remarque qu'après le dernier traitement en 2002, le taux d'infection (lors de la quatrième enquête) de la Schistosomiase a considérablement baissé (**15,6%**). En 2004, on observe une nette augmentation du taux d'infection (**56,86%**), ceci serait due au fait que les enfants ont passé une longue période sans être déparasités ou traités et étant toujours en contact avec leurs sources de contamination. Dans un souci de lutte contre cette maladie, l'on pourrait administrer périodiquement ou régulièrement du Praziquantel à ces enfants qui sont permanemment en contact avec les sources de contamination telles que les rivières ; par exemple tous les 3 mois.

Les contraintes de temps ne nous ont pas permis d'aller plus en détail dans cette analyse statistique, il aurait été intéressant par exemple, de regarder le taux de guérison suivant l'âge des enfants, le taux de guérison des différents groupes d'enfants infectés. Nous aurions pu regarder l'existence d'un modèle pour le niveau d'infection (nombre d'œufs de parasites recueillis chez chaque individu), si nous avions d'autres variables telles que la proximité du lieu d'habitation près des rivières, l'origine de l'eau couramment utilisée, l'école de l'enfant, et même la catégorie socio professionnelle de la famille ou des parents des enfants. Mais tous ces manquements peuvent faire l'objet d'une autre étude, qui pourra être complétée par une étude similaire à la présente, menée sur les adultes, la schistosomiase n'étant pas seulement la maladie des enfants.

A la fin de ce travail, nous voulons faire les suggestions suivantes :

- Un assainissement régulier du milieu de vie des enfants (rivières, cours d'eau, ...).
- L'administration régulière de traitements aux enfants.
- Une éducation des enfants sur la maladie.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1 ABC de Parasitologie probabiliste et Statistique, CLAUDE COMBES, U.A CNRS 698, Ed 1987.
- 2 TCHUEM TCHUENTE L.A, DARREN J.Shaw, POLLA Laurent, CIOLI Donato and VERCRUYSSSE Jozef (2004). Efficacy of Praziquantel against *Schistosoma haematobium* infection in children. *American Journal Tropical Medicine and Hygiene* 71 (6), pp. 778-782.
- 3 TCHUEM TCHUENTE L.A, BEHNKE J.M, GILBERT F.S, SOUTHGATE V.R and VERCRUYSSSE Jozef (2003). Polyparasitism with *Schistosoma haematobium* and soil-transmitted helminth infections among school children in Ioum, Cameroon. *Tropical Medicine and international Health* volume 8 NO II pp. 975-986 November 2003.
- 4 Aide mémoire pratique des techniques statistiques pour ingénieurs et techniciens supérieurs. Revue de statistique appliquée, 1986 vol. XXXIV Numéro spécial. CERESTA (centre d'enseignement et de recherche de statistique appliquée).

# **ANNEXE**

## RAPPELS MATHÉMATIQUES SUR LES TESTS.

### A) Le test de Kruskal Wallis

Le test non paramétrique de Kruskal Wallis consiste à définir une règle de décision concernant la validité de l'hypothèse (nulle) relative à l'identité des distributions d'un caractère mesurable dans  $k$  populations  $(A_1), (A_2), \dots, (A_k)$ .

#### Conditions d'utilisation :

- $k$  échantillons aléatoires tirés de façon indépendante dans  $k$  populations d'où sont prélevées respectivement  $n_1, n_2, \dots, n_k$  observations indépendantes ( $n_i > 5$ ).
- La variable peut être continue ou non, ou bien une valeur ordinale.

#### Statistique du test :

La statistique du test est :  $H = [12 / (N(N+1))] * \sum_{i=1}^k [S_i^2 / n_i] - 3(N+1)$ .

Où  $S_i$  est la somme des rangs des observations de l'échantillon  $(A_i)$  dans la série ordonnée des  $N = n_1 + n_2 + \dots + n_k$  observations. En cas d'ex æquo, les observations reçoivent chacune un rang égal à la moyenne arithmétique de leurs rangs et la valeur  $H$  ci-dessus est divisée par :  $1 - [\sum(T_i) / N(N-1)]$  où  $T = (t-1)t(t+1)$  pour chaque groupe de  $t$  rangs ex æquo.

Sous l'hypothèse nulle  $H$  suit approximativement une distribution du **Chi Deux** à  $k-1$  degrés de liberté.

#### Interprétation du test :

$\alpha$  désigne le risque de première espèce du test et  $\chi^2(\nu)$  la variable de Pearson avec  $\nu = k-1$  pour paramètre.

$H_0 [(A_1) = (A_2) = \dots = (A_k) = (A)]$

Contre  $H_1 [(A_i) \neq (A)]$  pour  $1 \leq i \leq k$

Si  $H < \chi^2(\alpha, k-1)$  on accepte  $H_0$   
Sinon on rejette  $H_0$

La p-value est donnée par :

P-value = probabilité  $(\chi^2(\alpha, k-1) > H)$ .

On rejette l'hypothèse nulle si la P-value est plus petite que le seuil  $\alpha$ . Et on l'accepte dans le cas contraire.

## B) Le test de comparaison de deux proportions.

### 1- Cas des grands échantillons

Soit X un caractère repart dans une population  $\Omega$

Considérons deux sous population A et B de la population  $\Omega$

On se pose la question de savoir si la proportion d'individus présentant le caractère X est la même dans les sous populations A et B.

Etant donné que la taille de la population est (en général) assez élevée, on travaille sur des échantillons et on extrapole les résultats obtenus à la population  $\Omega$ .

#### Conditions d'utilisation :

- Deux populations comportant respectivement des proportions  $P_A$  et  $P_B$  inconnues d'unités possédant le caractère spécifié.
- Deux échantillons aléatoires tirés de façon indépendante dans chacune des populations d'où sont prélevés respectivement  $n_A$  et  $n_B$  unités indépendantes.
- Les prélèvements correspondent à des tirages non exhaustifs ou bien, sinon, chacune des fractions prélevées n'excèdent pas 10% de la population concernée.
- Les effectifs  $n_A$  et  $n_B$  des échantillons sont supérieurs à 100.

Désignons par  $P_A$  (resp.  $P_B$ ) la proportion « vraie » d'individus de la sous population A (resp. B) présentant le caractère X ; par  $n_A$  (resp.  $n_B$ ) la taille de l'échantillon sur laquelle a été calculé  $P_{nA}$  (resp.  $P_{nB}$ ) la proportion observée correspondante.

#### Statistique du test :

On veut tester l'hypothèse (H0) :  $P_A = P_B$

Contre l'hypothèse (H1) :  $P_A \neq P_B$

Ce qui est équivalent à tester (H0) :  $P_A - P_B = 0$

Contre (H0) :  $P_A - P_B \neq 0$

Alors, sous l'hypothèse nulle (H0),

La loi de  $\frac{P_{nA} - P_{nB}}{(\text{var}(P_{nA} - P_{nB}))^{\frac{1}{2}}}$  est assez proche de la loi normale centrée réduite.

Nous considérons le cas où les variables aléatoires  $P_{nA}$  et  $P_{nB}$  sont indépendantes.

On a alors  $\text{var}(P_{nA} - P_{nB}) = \text{var}(P_{nA}) + \text{var}(P_{nB})$

Sous l'hypothèse nulle, les moyennes exactes de  $P_{nA}$  et  $P_{nB}$  coïncident avec une valeur  $P_o$  inconnue. On a donc :

$$\text{var}(P_{nA}) = \frac{P_o(1-P_o)}{n_A}$$

$$\text{var}(P) = \frac{P_o(1-P_o)}{n_B}$$

Or pour estimer  $P_o$ , on mélange les deux échantillons en question (car sous  $(H_0)$ ,  $P_A = P_B = P_o$ ) et on l'estime par la proportion d'individus présentant le caractère X sur l'échantillon résultant de ce mélange ; désignons la par  $P_e$

Alors,  $P_o$  est proche de  $P_e$  donné par :

$$P_e = \frac{n_A P_{nA} + n_B P_{nB}}{n_A + n_B}$$

Il en résulte donc que, sous  $(H_0)$ , la loi de la variable aléatoire

$$Z = \frac{P_{nA} - P_{nB}}{\left(\frac{P_e(1-P_e)}{n_A} + \frac{P_e(1-P_e)}{n_B}\right)^{\frac{1}{2}}} \quad \text{est proche de la loi normale}$$

centrée réduite.

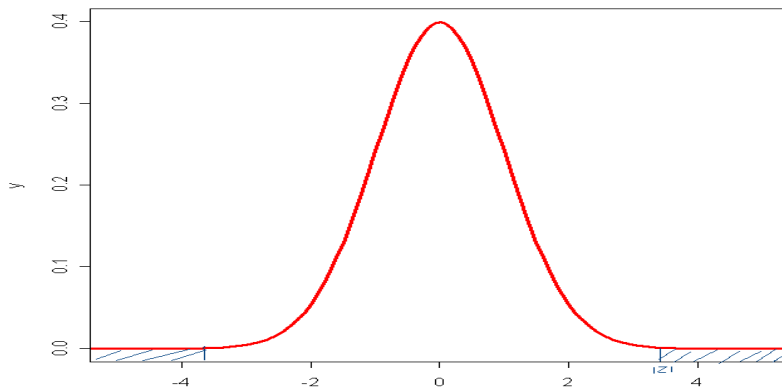
#### Interprétation du test :

Si  $z$  désigne la valeur de  $Z$  mesurée sur les deux échantillons considérés.

Alors, la p-value est donnée par :

$$\mathbf{p\text{-value} = Pr (|Z| > |z|)}$$

C'est l'aire des parties ci-dessous hachurées.



**Règle de décision :**

- Si p-value <  $\alpha$  alors, on décide (H1)
- Sinon, on retient (H0)

**2) Cas des petits échantillons****Conditions d'utilisation :**

- Deux populations comportant respectivement des proportions P1 et P2 inconnues d'unités possédant le caractère spécifié.
- Deux échantillons aléatoires tirés de façon indépendante dans chacune des populations d'où sont prélevés respectivement n1 et n2 unités indépendantes.
- Les prélèvements correspondent à des tirages non exhaustifs ou bien, sinon, les fractions prélevées n'excèdent pas chacune 10% de la population concernée.
- Les effectifs n1 et n2 des échantillons sont quelconques.

**Statistique du test :**

A partir des notations du tableau suivant où sont répartis les unités des échantillons selon qu'elles présentent ou non le caractère spécifié (A) :

Population	Echantillons		
	A	Non A	Total
Population 1	n <sub>11</sub>	n <sub>12</sub>	n <sub>1</sub>
Population 2	n <sub>21</sub>	n <sub>22</sub>	n <sub>2</sub>
Total	n <sub>.1</sub>	n <sub>.2</sub>	n

On retient la statistique :

$$\hat{\chi}^2 = \frac{n(n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21})^2}{n_1 n_2 n_{.1} n_{.2}}$$

Ou bien, si l'un au moins des effectifs théoriques suivants

$$n_1 \frac{n_{.1}}{n}, \quad n_1 \frac{n_{.2}}{n}, \quad n_2 \frac{n_{.1}}{n} \quad \text{ou} \quad n_2 \frac{n_{.2}}{n} \quad \text{est inférieur à 10 (mais supérieur à 5)}$$

$$\hat{\chi}^2 = \frac{n(|n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21}| - \frac{n}{2})^2}{n_1 n_2 n_{.1} n_{.2}}$$

**NB.** Si l'un, au moins, des effectifs théoriques est inférieur à 5 on appliquera la méthode du test direct (voir **ii**) ci-dessous).

**Interprétation du test :****i) Aucun des effectifs théoriques n'est inférieur à 5**

$\alpha$  désigne le risque de première espèce du test et  $\chi^2(I)$  la variable de Pearson avec  $\nu = 1$  pour paramètre.

**\* Test bilatéral**

$$H_0 [P_1 = P_2]$$

Contre  $H_1 [P_1 \neq P_2]$ 

$$\text{Si } \hat{\chi}^2 \leq \chi^2_{(1-\alpha)} \quad \text{On accepte } H_0$$

$$\text{Sinon on rejette } H_0$$

La p-value est donnée par :

P-value = probabilité ( $\hat{\chi}^2 > \chi^2_{(1-\alpha)}$ ). On rejette l'hypothèse nulle si la P-value est plus petite que le seuil  $\alpha$ . Et on l'accepte dans le cas contraire.

**ii) Test direct (un des effectifs théoriques, au moins, est inférieur à 5)**

L'hypothèse  $H_0 (P_1 = P_2)$  conduit à estimer par  $\frac{n_{.1}}{n}$  la proportion commune aux deux populations.

Une seule des 4 variables  $n_{ij}$  est indépendante

Soit  $n_{11}$  la plus petite de ces valeurs. La loi de probabilité de cette variable est

$$P(n_{11}) = \frac{n_{.1}! n_{.2}!}{n!} \frac{n_1!}{n_{11}! n_{1,2}!} \frac{n_2!}{n_{21}! n_{2,2}!}$$

Si  $\alpha$  désigne le risque de première espèce, on procède à la détermination directe des limites de l'intervalle de confiance ( $n_l, n_s$ ) telles que  $n_l$  et  $n_s$  sont les plus grands entiers vérifiant :

$$\sum_0^{n_l} P(n_{11}) \leq \frac{\alpha}{2} \quad \text{et} \quad \sum_0^{n_s} P(n_{11}) \geq 1 - \frac{\alpha}{2}$$

Et l'on situe la valeur empirique observée  $n_{11}$  par rapport à cet intervalle pour conclure à l'acceptation ou au rejet de  $H_0$ .