

**ETUDES PRELIMINAIRES POUR LA DEMOUSTICATION D'ABIDJAN
(E.P.D.A.)**

**RAPPORT DE SYNTHESE
RELATIF AUX TRAVAUX EXECUTES
DANS LE CADRE DE LA CONVENTION 880499**

par

Roger CORDELLIER ⁽¹⁾



3 AOUT 1992

052 LUTIN, COR

1. Coordonnateur scientifique des "Etudes Préliminaires pour la Démoustication d'Abidjan".
Dr. es-Sciences. Directeur de Recherche à l'Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM).

F 35.049

SOMMAIRE

	pages
INTRODUCTION.....	3
ORGANISATION DU PROJET.....	4
Opération 01. Bioécologie des moustiques.....	4
Opération 02. Les moyens de lutte.....	5
Opération 03. Données logistiques.....	5
RESULTATS.....	5
Les moustiques urbains.....	6
Situation et caractéristiques des lieux de capture.....	6
Espèces identifiées.....	7
Anthropophilie et Nuisance.....	7
Hétérogénéité de la nuisance.....	8
Nuisance au cours de l'année.....	9
Lieux de repos des moustiques.....	10
Lieux de développement des moustiques.....	10
Classification des gîtes.....	13
Gîtes de développement et Espèces.....	14
Types de gîtes et Habitat.....	16
Autres facteurs influant sur la production.....	20
Aspect quantitatif des risques de production.....	21
Accessibilité des gîtes.....	22
La lagune.....	22
Les moyens de lutte.....	23
Evaluation de la sensibilité aux larvicides chimiques.....	23
Evaluation de la sensibilité aux "régulateurs de croissance".....	24
Evaluation de la sensibilité au " <i>Bacillus sphaericus</i> ".....	24
Evaluation de la sensibilité aux adulticides.....	25
Conclusions sur les méthodes de lutte.....	26
COMMENTAIRES ET SYNTHÈSE.....	26
Les "Cibles".....	27
Les espèces.....	27
Relations Espèces - Gîtes - Urbanisation.....	27
Les "Armes".....	30
Tests et essais de produits insecticides.....	30
Données extérieures.....	31
Autres méthodes de lutte.....	31
Démarche pour l'établissement d'une stratégie.....	32
Analyse des causes d'échec.....	32
Arguments en faveur de la lutte par larvicides.....	32
Limites des campagnes larvicides.....	33
Stratégie et mise en oeuvre.....	35
Définition et principes à respecter.....	35
Mise en oeuvre de la lutte "physique".....	36
Mise en oeuvre de la lutte par larvicide.....	36
Implications des points précédents.....	37
RECOMMANDATIONS.....	38

INTRODUCTION.

Le Ministère de la Recherche Scientifique ayant été contacté par la Municipalité d'Abidjan pour élaborer un projet d'étude visant à définir, sur des bases scientifiques, un plan d'intervention contre les moustiques dans l'agglomération abidjanaise, celui-ci a pris contact avec un certain nombre d'Instituts afin que soit élaboré un protocole répondant à cet objectif.

Dès la première réunion, qui s'est tenue au Ministère de la Recherche Scientifique le 21 mars 1987, j'ai été chargé d'élaborer ce protocole assorti de propositions budgétaires visant à en assurer le financement.

Suite à une première élaboration des grandes lignes d'un projet d'étude ⁽²⁾, les Instituts représentés à cette réunion ainsi que quelques autres, ont été invités à présenter un document programme s'inscrivant dans l'un des trois domaines d'activité définis, en tenant compte de leurs disponibilités en personnels qualifiés.

Ce premier exercice a permis d'identifier, en tant que parties prenantes, les Instituts suivants:

- Institut Pasteur de Côte d'Ivoire (I.P.C.I.).
- Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM).
- Institut Pierre Richet (I.P.R.).
- Institut d'Hygiène (I.H.).
- Centre de Recherche Océanographique (C.R.O.).
- Centre Universitaire de Formation en Entomologie Médicale et Vétérinaire (C.E.M.V.).

Quatre séances de travail qui se sont tenues au Ministère de la Recherche Scientifique ont permis de produire trois documents provisoires ⁽³⁾.

Une dernière séance, le 16 juin 1987, à laquelle participaient Monsieur le Maire d'Abidjan et deux de ses collaborateurs, a permis de mettre au point le protocole définitif, scientifique et financier, ⁽⁴⁾ repris dans la "CONVENTION D'INTERVENTION ET D'EVALUATION DE LA DEMOUSTICATION URBAINE" établie par les services de la Municipalité d'Abidjan. Cette convention n'a reçu l'agrément du Ministère du Budget que le 28 juin 1988.

Par suite de quelques difficultés relatives à la mise en place des moyens matériels et financiers prévus par le texte de la convention, les travaux n'ont officiellement ⁽⁵⁾ pu débuter qu'au mois de novembre 1988.

La totalité des fonds n'ayant pas été versés dès le début des opérations, de nouvelles difficultés sont venues, en 1989, bloquer pendant plusieurs mois l'exécution des travaux.

Les services municipaux ayant mis en oeuvre, sur l'ensemble de l'agglomération, une campagne de traitement insecticide alors qu'un dernier essai pilote devait être réalisé, il en est résulté un dernier retard à l'exécution de la convention.

Les travaux ont donc été achevés à la fin du mois de novembre 1990.

2. Document provisoire établi le 10 avril 1987.

3. Documents en date du 16 avril, 11 mai et 18 mai 1987.

4. Document en date du 19 juin 1987.

5. L'une des opérations avait anticipé, dès le mois de juin, la mise à disposition des crédits de fonctionnement. Elle a malheureusement été suspendue jusqu'en novembre. Compte tenu des rythmes saisonniers, ce contretemps a décalé d'une année complète l'exécution des études.

ORGANISATION DU PROJET.

Il est important de souligner que ce projet visait essentiellement à élaborer une stratégie de **réduction globale de la nuisance culicidienne** dans l'agglomération d'Abidjan.

Il n'en demeure pas moins que certaines espèces susceptibles d'être abondantes en milieu urbain, donc de participer à cette nuisance, sont également des vecteurs de maladie; il s'agit tout d'abord d'*Anopheles gambiae*, vecteur majeur du **Paludisme** en Afrique, puis d'*Aedes aegypti*, vecteur de nombreuses maladies à virus (Arboviroses) parmi lesquelles figure notamment la **Fièvre jaune**.

Culex quinquefasciatus peut, dans certaines régions mais pas actuellement en Côte d'Ivoire, transmettre une filariose (**Filariose de Bancroft**).

Dès le début des consultations visant à élaborer le projet d'étude, il a été établi que la complexité du problème à résoudre nécessitait la mise en place de trois opérations, la responsabilité de chacune d'elles étant confiée à un Institut, et l'ensemble organisé et suivi par un coordonnateur.

Afin d'assurer une gestion à la fois souple et rigoureuse, réduisant autant que faire se peut les lenteurs administratives incompatibles avec les contraintes d'un travail de terrain, la gestion du budget de fonctionnement de la convention a été confiée à M. le Professeur Armand EHOUMAN, Directeur de l'I.P.C.I.

Il était clair que pour atteindre l'objectif qui nous était assigné, il convenait de réaliser conjointement et dans une quasi simultanéité des études portant sur:

- la faune cible: bio-écologie des moustiques (**Opération 01**),
- les moyens de lutte et les modalités d'application et d'intervention (**Opération 02**),
- l'environnement urbain (**Opération 03**).

La coordination de l'ensemble devait constituer la quatrième opération.

Les études projetées devaient se poursuivre pendant dix-huit mois, sous réserve du respect, par le bailleur de fonds, des contraintes énumérées dans le protocole de la convention.

Opération 01. Bio-écologie des moustiques.

Cette opération a été confiée au Laboratoire d'Entomologie médicale ORSTOM de l'I.P.C.I. (MM. Roger CORDELLIER et Bernard MONDET) qui l'a réalisée avec le concours d'un étudiant du C.E.M.V. (M. David Gnaoré ZEZE), et avec le C.R.O. (M. Daniel GUIRAL) pour la partie concernant le milieu lagunaire. Une partie du matériel récolté a été traitée ⁽⁶⁾ dans le Laboratoire d'Arbovirologie de l'I.P.C.I. (M. Jean VINCENT).

Au programme de cette opération éco-entomologique, figuraient notamment les études suivantes:

- l'identification des espèces de moustiques urbains,
- l'importance relative des espèces anthropophiles,
- la dynamique saisonnière de leurs populations,
- les variations de peuplement en fonction des quartiers,
- l'identification des gîtes de développement préimaginal,
- les relations entre ces gîtes et les diverses espèces.

L'importance de la lagune en matière de production de populations de moustiques devait également être étudiée (avec le C.R.O.). Cette étude devait être l'occasion d'apprécier l'état de pollution chimique et bactériologique des marges lagunaires fréquentées par l'homme.

6. Avec le concours financier de la Représentation de l'O.M.S. en Côte d'Ivoire.

Opération 02. Les moyens de lutte.

Cette seconde opération a été confiée au Laboratoire de lutte contre les vecteurs de l'Institut Pierre Richet (MM. Julien DOANNIO, Joël DOSSOU-YOVO et Jacques DUVAL).

Les objectifs en étaient:

- la détermination du niveau de sensibilité aux diverses familles d'insecticides (chimiques ou autres) des principales espèces de moustiques anthropophiles présentes dans Abidjan,
- le choix des composés susceptibles d'être utilisés avec succès,
- le choix des matériels et des protocoles d'application de ces composés.
- l'élaboration d'un choix de stratégies opérationnelles.

Ces études devaient aboutir à la mise en oeuvre, dans un site de dimension limitée, d'un ou plusieurs traitements testant la validité du protocole recommandé.

Opération 03. Données logistiques.

Cette opération a été confiée à l'Institut d'Hygiène. Elle a été entièrement réalisée par MM. Brahma COULIBALY et Malick DIOP. Le matériel biologique récolté a été identifié par M. David G. ZEZE.

L'agglomération abidjanaise ne constituant pas, de toute évidence et à de nombreux points de vue, un ensemble homogène, il était nécessaire de tenter d'apprécier les facteurs susceptibles d'influer sur la production et le développement des différentes espèces de moustiques afin, si nécessaire, d'adapter la stratégie d'intervention aux différents biotopes rencontrés. A cet effet, comme il était impossible de parcourir la totalité de l'agglomération, un certain nombre de quartiers ont fait l'objet de prospections au cours desquels ont été notées les caractéristiques suivantes:

- topographie générale,
- type d'habitat,
- utilisation de l'espace urbain (activité dominante),
- type d'alimentation en eau,
- modalités d'évacuation et de circulations des eaux,
- types de gîtes potentiels divers rencontrés (avec décomptes).

Un certain nombre de prélèvements ont été effectués dans les diverses catégories de gîtes afin d'identifier les espèces s'y développant. L'identification des espèces a été réalisée par M. D.G. ZEZE au Laboratoire d'Entomologie médicale ORSTOM à l'I.P.C.I.

RESULTATS.

A l'issue de leurs travaux, les différents responsables d'opération ont été conviés à présenter leurs conclusions au coordonnateur dans un rapport d'activité scientifique les justifiant ⁽⁷⁾.

Ce sont les aspects pratiques de ces conclusions qui sont repris ici de manière à dégager en toute clarté les facteurs pris en considération pour l'établissement de la stratégie d'intervention anti-vectorielle recommandée.

7. Ces différents rapports ne seront disponibles dans leur intégralité qu'après leur mise en forme définitive.
 Bioécologie des espèces de moustiques de la zone urbaine d'Abidjan, par D.G.Zézi.
 Evaluation au niveau du stade imaginal, d'une méthode de lutte expérimentale anti-larvaire contre *Culex quinquefasciatus* Wied. dans la commune de Koumassi, par D.G.Zézi.
 Estimation des niveaux de pollutions organique et bactérienne des eaux à proximité des berges de la ville d'Abidjan (lagune Ebrié - Côte d'Ivoire), par D.Guiral et M.A.Kouassi.
 Les gîtes potentiels de moustiques à Abidjan. Evaluation des facteurs de risque de production, par B.Coulibaly, M.Diop et R.Cordellier.
 Recherches et sélection d'insecticides utilisables et de méthodes de lutte, par J.M.C.Doannio, J.Dossou-Yovo et J.Duval.

Les moustiques urbains.

L'essentiel des informations relatives aux populations de moustiques présentes dans l'agglomération abidjanaise a été obtenu au moyen de captures effectuées mensuellement pendant 15 mois dans chacune des dix communes d'Abidjan, à raison d'un lieu unique de capture par commune (deux pour le Plateau et Yopougon).

- Situation et caractéristiques des lieux de capture.

Le choix de ces lieux de capture a été guidé par le souci d'obtenir des résultats aussi représentatifs que possible de la "nuisance moyenne" susceptible d'être perçue par la population de ces communes. Il faut toutefois noter dès maintenant que le lieu de capture choisi dans les communes de Koumassi et d'Attécoubé n'ont pas atteint cet objectif. Cela n'empêche pas les résultats qui y ont été obtenus d'être fort instructifs.

Tableau 1 - Caractéristiques des stations de capture.

* L'habitat de type principal est mentionné en premier.

Communes	Habitat	Environnement
ABOBO	"Cours"	Urbanisé non entretenu, plat en hauteur.
ADJAME	"Cours"	Urbanisé en pente.
ATTECOUBE	"Cours"	Semi urbanisé en pente.
COCODY	"Villas"	Résidentiel de standing, semi plat en hauteur
KOUMASSI	"Spontané"	Plat niveau lagune.
MARCORY	"Villas" "Immeubles"	Plat niveau lagune. Industriel et résidentiel.
PLATEAU 1	"Cours" "Moderne"	Urbanisé plat en hauteur.
PLATEAU 2	"Moderne"	Semi urbanisé en pente.
PORT-BOUET	"Villas" "Moderne"	Plat niveau lagune, marécage proche.
TREICHVILLE	"Cours" "Immeubles"	Urbanisé, niveau lagune proche du Port.
YOPOUGON 1	"Moderne"	Plat en hauteur, semi urbanisé. Proximité d'un collecteur.
YOPOUGON 2	"Villas"	Plat en hauteur en voie d'urbanisation.

Dans le Tableau 1, il est fait référence aux critères retenus pour réaliser et "situer" le dénombrement des gîtes potentiels (Cf. Tableau 6.).

- Espèces identifiées.

Ce sont au total, toutes méthodes de récolte confondues, 17 espèces ou groupe d'espèces de moustiques qui ont été identifiées ⁽⁸⁾ dans l'agglomération abidjanaise.

Tableau 2.- Espèces de moustiques identifiées dans l'agglomération abidjanaise.

<i>Aedes (Aedimorphus) gr. domesticus</i>
<i>Aedes (Neomelaniconion) gr. palpalis</i>
<i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i>
<i>Anopheles (Anopheles) paludis</i>
<i>Anopheles (Cellia) gambiae</i>
<i>Anopheles (Cellia) pharoensis</i>
<i>Culex (Culex) annulioris</i>
<i>Culex (Culex) gr. decens</i>
<i>Culex (Culex) duttoni</i>
<i>Culex (Culex) quinquefasciatus</i>
<i>Culex (Culex) thalassius</i>
<i>Culex (Culicomyia) nebulosus</i>
<i>Culex (Eumelanomyia) gr. rima</i>
<i>Culex (Lutzia) tigripes</i>
<i>Eretmapodites gr. inornatus</i>
<i>Mansonia (Mansonioides) africana</i>
<i>Mansonia (Mansonioides) uniformis</i>

Toutes n'ont pas, il s'en faut de beaucoup, la même importance ou le même intérêt au regard de notre préoccupation essentielle, à savoir la réduction de la nuisance que représentent les moustiques pour la population d'Abidjan.

- Anthropophilie et nuisance.

A l'exception de *C. tigripes* et *C. duttoni*, toutes ces espèces ont été capturées sur homme. Cela ne signifie pas pour autant qu'elles soient toutes anthropophiles, et lorsqu'elles le sont réellement qu'elles participent significativement à la nuisance culicidienne dans la ville d'Abidjan.

Globalement, pour les dix communes d'Abidjan, on observe que, sur plus de 40.000 femelles de moustiques capturées sur homme entre 16 heures et 01 heure, 99,9% appartiennent à 6 espèces parmi les 17 identifiées. Dans la suite de cette étude, on ne prendra en considération que les cinq premières qui totalisent 99,3% de l'ensemble des femelles capturées.

On remarque qu'une seule espèce, *Culex quinquefasciatus* constitue un peu plus des 3/4 des femelles récoltées.

Il convient de nuancer quelque peu ce premier bilan de la nuisance relative que représentent les cinq premières espèces en tenant compte du fait qu'au cours de la période choisie pour effectuer les enquêtes, une fraction seulement de la population, variant selon les espèces, vient piquer l'homme.

8. A comparer avec environ 250 espèces qui ont été identifiées dans l'ensemble de la Côte d'Ivoire.

Tableau 3.- Principales espèces anthropophiles récoltées.

<i>C. quinquefasciatus</i>	76,4%
<i>M. africana</i>	7,3%
<i>A. gambiae</i>	7,0%
<i>A. aegypti</i>	5,6%
<i>M. uniformis</i>	3,0%
<i>C. annulioris</i>	0,6%

L'évaluation, en fonction de ce facteur, de la nuisance sur un cycle complet de 24 heures, ramène l'importance relative de *C. quinquefasciatus* à 67% et celle d'*A. aegypti* à un peu moins de 4%, les *Mansonia* représentant alors environ 17% du total et *A. gambiae* environ 11%.

Pour plusieurs raisons, ces évaluations n'ont qu'une valeur relative. Tout d'abord, il n'a pas été possible d'effectuer les captures à l'intérieur des logements ⁽⁹⁾; les résultats ne concernent donc que le risque de piqûre encouru à l'extérieur. Ensuite et surtout, comme nous allons le voir, les espèces de moustiques ne constituent pas un risque semblable dans les différents quartiers de l'agglomération.

- Hétérogénéité de la nuisance.

Nous considérons ici, pour chaque commune, le nombre annuel moyen de piqûres (par homme par soirée) émanant des cinq espèces anthropophiles majeures pouvant atteindre un homme à l'extérieur.

Tableau 4.- Densités de femelles agressives par homme et par soirée, selon la commune, globalement (toutes espèces) et pour *Culex quinquefasciatus*.

Communes	Nb. total de piqûres	dont <i>C.</i>
<i>quinquefasciatus</i>		
ABOBO	65,5	64,8 (98,9%)
ADJAME	8,3	7,8 (93,4%)
ATTECOUBE	18,9	17,5 (92,6%)
COCODY	40,6	28,3 (69,7%)
KOUMASSI	41,4	27,0 (65,2%)
MARCORY	51,1	47,6 (93,1%)
PLATEAU	45,9	43,3 (94,3%)
PORT-BOUET	71,7	14,5 (20,2%)
TREICHVILLE	90,8	85,3 (93,9%)
YOPOUGON	18,8	8,7 (46,3%)

On constate que le risque de piqûre, toutes espèces confondues, varie dans la proportion de 1 à 10, d'Adjamé à Treichville, la moyenne se situant environ à 45 piqûres reçues par un homme entre 16 heures et 01 heure du matin ⁽¹⁰⁾.

9. Il n'a déjà pas été facile de trouver dans tout Abidjan douze familles acceptant la présence du personnel de capture dans la concession à l'extérieur de la maison.

10. On doit faire remarquer que les valeurs obtenues pour les dix communes ne peuvent pas être considérées comme absolument représentatives du risque moyen dans les communes dont la structure géographique et sociale n'est pas identique en tout lieu. Bien que les points de capture aient été choisis en fonction de la structure dominante de la commune, leur nombre insuffisant n'a pas permis de tenir compte de la diversité des situations à l'intérieur des communes.

Il n'est pas étonnant de constater que, le plus souvent, le risque global moyen est étroitement lié au risque représenté par *C. quinquefasciatus* (agressivité variant selon le facteur 11). On observe cependant qu'à Cocody, Koumassi, Yopougon et Port-Bouet, la part qui revient à cette espèce est beaucoup plus faible que dans les six autres communes. Il y a donc également hétérogénéité dans la distribution des espèces entre les différentes communes.

Anopheles gambiae est responsable d'un nombre de piqûres variant selon le facteur 160, de 0,06/homme/soirée (Adjamé) à 9,5 (Yopougon) Cette espèce n'est véritablement abondante que dans trois communes (Yopougon, avec une moyenne annuelle de piqûre par homme/soirée de 9,5, Koumassi avec 6,9, et Port-Bouet avec 6,8).

Aedes aegypti présente un risque compris entre 0,4 et 11,5 piqûres/homme/soirée (facteur 28). Il n'est notablement présent qu'à Cocody (11,5 piqûres), Koumassi (6,7) et Treichville (4,4).

Les deux espèces de *Mansonia*, que l'on peut grouper en raison de leur biologie identique, constituent une nuisance variant selon un facteur proche de 2500, de 0,02 piqûres à Abobo et Adjamé jusqu'à 49,1 à Port-Bouet. Sauf dans cette dernière commune, ces deux espèces ne constituent jamais une nuisance majeure.

Ces constatations permettent de corriger la première évaluation, basée simplement sur le nombre de femelles capturées, concernant l'importance relative de la nuisance que constituent, dans l'ensemble de l'agglomération abidjanaise, les différentes espèces anthropophiles de moustiques.

A l'exception de quelques situations bien définies et aisément localisables, *Culex quinquefasciatus* constitue bien la nuisance majeure avec un prévalence accrue. Pour autant, en valeur absolue, la nuisance de cette espèce est faible dans deux communes (Adjamé et Yopougon) et relativement peu importante dans trois autres (Attécoubé, Cocody et Koumassi)

Un rapide calcul montre que, du fait de *Culex quinquefasciatus*, un homme qui serait resté passivement dans sa cour à Treichville, 24 heures sur 24, du 1er janvier au 31 décembre 1985, se verrait vu ponctionné de 14,3 litres de sang. Cette quantité n'est plus que de 6,4 litres pour la période de 16 heures à 1 heure du matin.

La nuisance observée constitue donc une véritable "spoliation".

- Nuisance au cours de l'année.

D'une manière générale, en ce qui concerne *Anopheles gambiae* et les deux espèces de *Mansonia*, on observe une liaison assez étroite entre la distribution des précipitations et l'importance des populations de femelles capturées. Ceci ne peut nous surprendre puisque les gîtes préimaginaux de ces espèces sont naturels et alimentés par les eaux de pluie.

Les populations d'*Aedes aegypti* ne suivent pas aussi fidèlement le rythme saisonnier, probablement en raison du fait qu'une partie seulement des adultes provient de gîtes naturels, l'autre s'étant développée dans des récipients alimentés en eau par l'homme tout au long de l'année.

Culex quinquefasciatus constitue un cas particulier car si, quelle que soit la commune considérée on observe bien des variations dans la densité de population au cours de l'année, celles-ci semblent sans rapport avec le rythme pluviométrique et diffèrent d'une commune à l'autre.

Il faut voir là les effets de l'extrême diversité des gîtes de cette espèce qui n'ont en commun que le fait d'être des créations humaines. L'alimentation en eau des gîtes de cette espèce peut être naturelle, et les effets d'une pluie dépendront de son intensité et de la forme adoptée par le gîte, ou résulter de l'activité humaine, d'une infinie diversité, ou bien encore combiner ces deux causes.

Retenons seulement que plus l'agressivité annuelle moyenne est élevée, moins les variations de la densité de population sont sensibles, et que la période sèche induit malgré tout une réduction, parfois peu marquée, de cette densité.

Tableau 5.- Densités extrêmes de femelles agressives de *C. quinquefasciatus* selon les communes, et coefficients d'amplitude de la variation.

	Agressivité minimum	Agressivité maximum	Coefficient
ABOBO	22,5	143,2	6,4
ADJAME	4,0	16,3	4,1
ATTECOUBE	4,9	32,2	6,6
COCODY	4,0	115,9	29,0
KOUMASSI	10,7	45,2	4,2
MARCORY	27,2	94,2	3,5
PLATEAU	18,2	92,6	5,1
PORT-BOUET	1,0	65,9	65,9
TREICHVILLE	58,0	122,4	2,1
YOPOUGON	1,5	20,0	13,3

- Lieux de repos des moustiques adultes.

La recherche des lieux de repos des femelles (et des mâles) de moustiques a fait l'objet de quelques sondages à l'intérieur et à l'extérieur des habitations.

On a ainsi pu trouver essentiellement des femelles et des mâles de *Culex quinquefasciatus* puisque 96% des femelles trouvées à l'intérieur et 77% de celles se trouvant à l'extérieur appartiennent à cette espèce. On note que les deux tiers des femelles de *Culex quinquefasciatus* préfèrent les lieux de repos situés à l'intérieur des habitations.

Toutes les femelles d'*Anopheles gambiae* et la quasi totalité des *Aedes aegypti* ont été trouvés au repos sous abri à l'extérieur des maisons.

Lieux de développement des moustiques.

Sachant quelles étaient les espèces de moustiques qui constituent la source de nuisance dans l'agglomération abidjanaise, il convenait d'identifier et de localiser leurs gîtes de développement préimaginal ⁽¹¹⁾ et d'en apprécier l'importance.

Compte tenu du développement de l'agglomération abidjanaise, du personnel disponible et du temps qui nous était imparti, ce travail ne pouvait évidemment pas être exhaustif.

Nous avons choisi, en fonction de critères "d'écologie urbaine", - essentiellement le type d'habitat dominant -, 132 îlots dans 71 quartiers répartis dans les dix communes d'Abidjan.

On a distingué cinq types d'habitat:

- Les "**Cours**", type reconstituant le traditionnel en milieu urbain, où les logements en rez-de chaussée ouvrent sur un cour commune, avec des installations sanitaires parfois communes et souvent rudimentaires.
- Le "**Moderne**", constitué de maisons accolées les unes aux autres, sans étage (ou un étage au maximum).
- Les "**Immeubles**", qui constituent le mode d'habitat urbain le plus accompli. On note que le mode vertical de constructions modifie les rapports entre les systèmes susceptibles de produire des moustiques et le nombre d'habitant concernés.
- Les "**Villas**", habitations familiales situées dans un jardin ou une cour individuelle les séparant des habitations environnantes, traduisant un standard de vie moyen à très élevé.
- Le "**Spontané**", traduction d'une urbanisation sauvage et illégale, et ne bénéficiant donc pas d'infrastructures, notamment sanitaires.

11. Rappelons que si le moustique adulte, insecte atlé et piqueur, est bien connu de la population, celle-ci ignore le plus souvent que les stades de développement (oeuf, larves et nymphes) sont aquatiques.

Tableau 6 - Prospections effectuées dans l'agglomération abidjanaise.

Quartiers	Nombre de lots	Type d'habitat	Récipients abandonnés	Sanitaires individuels	Stockage d'eau	Assainissements collectifs	Eaux stagnantes
ABOBO							
Plaque II	30	Cours	296	30	86	23	0
Akekoi	32	Cours	446	65	125	16	8
Houphouet Boigny	60	Cours	1202	69	258	101	6
Cité PoliciEre	30	Immeubles	105	31	0	244	2
SOGEFIHA	30	Villas	159	30	0	41	0
CollEge - SOS	30	Cours	723	123	297	106	4
Marché	60	Cours	925	70	383	83	1
Sagbé	60	Cours	1109	81	329	64	0
PK 18	60	Sontané	1335	67	538	74	1
ADJAME							
Marché	122	Cours	1309	191	1102	141	1
Fraternité	61	Immeubles	614	74	281	147	1
Ebrié	60	Moderne	522	49	0	118	0
Williamsville	120	Cours	1799	148	905	166	0
Bromakoté	60	Cours	1095	64	500	171	0
Zoo	30	Spontané	347	28	139	79	0
ATTECOUBE							
Cité Fermont	60	Villas	174	50	28	63	1
Agban Village	23	Cours	142	16	315	6	1
Mossikro	60	Spontané	958	56	364	79	0
Locodjro	60	Cours	574	70	243	51	0
Mosquée	61	Cours	230	67	799	29	0
Attécoubé RAN	24	Non bâti	605	0	8	59	1
COCODY							
Anono	60	Cours	1864	84	496	65	1
RiviEra II et III	60	Villas	606	47	19	54	0
Campus Universitaire	30	Immeubles	418	29	4	142	2
Blokosso	60	Cours	1237	53	259	79	0
Lycée Technique	30	Immeubles	429	30	0	328	0
Washington	61	Spontané	1177	129	59	69	2
Cité des Arts	60	Villas	946	60	0	472	0
Cité des Cadres	60	Villas	352	60	0	59	0
Danga	60	Villas	733	60	12	67	0
KOUMASSI							
Nouveau Campement	60	Spontané	967	85	102	1	25
Prodomo Sopim	60	Villas	675	60	19	64	1
Zoe Bruno	60	Spontané	979	60	142	60	0
Grand Marché	120	Cours	1920	186	599	63	26
SICOGI Marché	60	Moderne	184	59	20	141	1
Zone Industrielle	43	Villas	2036	46	83	24	7
Zone 4C	60	Villas	901	88	39	217	5

Tableau 7 - Prospections effectuées dans l'agglomération abidjanaise.(suite)

Quartiers	Nombre de lots	Type d'habitat	Réceptifs abandonnés	Sanitaires individuels	Stockage d'eau	Assainissements collectifs	Eaux stagnantes
MARCORY							
Alliodian	50	Spontané	781	25	216	8	0
TSF - San Fil	34	Spontané	628	7	26	6	0
Anoumabo	45	Cours	1097	52	154	11	7
G.F.C.I.	51	Moderne	480	33	11	10	4
SICOGI	44	Moderne	374	43	2	60	6
Zone 4A	38	Villas	1669	75	111	81	46
PLATEAU							
INSP - Galiéni	62	Villas	1434	144	32	157	2
RAN	61	Villas	839	60	0	77	0
Cathédrale	58	Immeubles	370	61	3	72	2
Cité Esculape	63	Immeubles	416	60	0	70	3
Rue du Commerce	58	Immeubles	132	56	0	77	0
PORT - BOUET							
Adjoufou - Jean Foli	61	Spontané	1263	57	166	57	0
Petit Bassam	60	Cours	858	109	314	19	1
Vridi Habitat	76	Villas	437	121	5	94	0
Marché Commissariat	60	Immeubles	492	60	9	307	4
Abattoirs	60	Spontané	636	58	176	66	5
Mairie	60	Moderne	167	61	73	96	1
GATL - ANAM	120	Moderne	623	126	0	234	1
Zone Industrielle	60	Villas	403	1	38	135	9
TREICHVILLE							
Biafra	51	Cours	354	148	280	26	1
Arras	22	Immeubles	44	21	6	36	4
Rue des Pêcheurs	25	Villas	636	26	14	46	0
Port - Cité - Marché	22	Villas	143	43	24	35	0
RAN - France Amérique	50	Cours	487	53	103	44	1
Marché.Cité PoliciÈre	80	Cours	1302	105	84	93	4
YOPOUGON							
SICOGI Ancien	72	Moderne	362	56	18	167	9
Port - Bouet II	68	Cours	187	42	569	65	9
Gesco	61	Cours	1225	56	334	7	3
Niangon Nord	65	Moderne	1025	0	62	98	0
Niangon Lokoua	61	Cours	184	39	93	0	0
Andokoua	68	Cours	789	90	308	36	0
Zone Industrielle	52	Villas	937	20	112	54	6
Banco	70	Spontané	1112	64	604	29	2
LEM	65	Moderne	391	42	59	10	3

Tableau 8.- Distribution des quartiers prospectés selon le type d'habitat.

I: Cours, II: Immeubles, III: Moderne, IV: Spontané, V: Villas.

Communes	Types d'habitat					Total
	I	II	III	IV	V	
ABOBO	6	1	0	1	1	9
ADJAME	3	1	1	1	0	6
ATTECOUBE	3	0	0	1	1	5
COCODY	2	2	0	1	4	9
KOUMASSI	1	0	1	2	3	7
MARCORY	1	0	2	2	1	6
PLATEAU	0	3	0	0	2	5
PORT-BOUET	1	1	2	2	2	8
TREICHVILLE	3	1	0	0	2	6
YOPOUGON	4	0	3	1	1	9
Total	24	9	9	11	17	70

* Le 71ème îlot, situé à Attécoubé, est "Non bâti".

- Classification des gîtes.

On a préalablement défini cinq types de gîtes dont l'origine, les dimensions et l'usage sont très nettement différents.

- Les ouvrages d'**assainissement collectif** correspondent à des eaux circulantes, usées ou non. Il arrive que ces eaux ne circulent pas.

- Les ouvrages **sanitaires individuels** sont destinés à l'évacuation des eaux usées. Les effluents sauvages qui figurent dans ces deux catégories de gîtes ne remplissent pas la même fonction et n'ont pas la même extension.

- Dans la catégorie des **réipients abandonnés** figurent les gîtes qui se constituent dans les végétaux vivants ou morts (plantes à feuilles engainantes comme le bananier, creux d'arbres, feuilles (par ex. Teck) et fruits (par ex. Noix de Coco). Cette assimilation est permise du fait qu'il s'agit toujours de gîtes de petites dimensions hébergeant notamment le plus souvent les mêmes espèces de moustiques.

- Le **stockage d'eau**, qui se pratique traditionnellement dans les villages de certaines ethnies dans des "canaris" (poteries de contenance variable) est une pratique urbaine courante surtout dans les secteurs où le réseau de distribution d'eau ne parvient pas à chaque logement. Il est essentiellement pratiqué dans des fûts en métal ou en plastique

- Les **eaux stagnantes** peuvent être trouvées sur différents substrats en fonction d'un environnement plus ou moins urbanisé. Ces gîtes sont plus souvent temporaires que permanents et ne peuvent donc être identifiés qu'en période pluvieuse.

Les gîtes classés "Divers" dans la catégorie "Assainissement collectif" sont essentiellement constitués par les **regards** du réseau de tout à l'égout ou du réseau souterrain de circulation des eaux. Ces regards ont été installés ou "bricolés". On trouve également dans cette catégorie les **bassins de décantation** des stations d'épuration ⁽¹²⁾.

12. Ces bassins n'ont été rencontrés que dans deux quartiers, à Adjamé et Cocody, dans des îlots dont l'habitat est du type "Immeuble".

Tableau 9.- Répertoire des types de gîtes.

Assainissement collectif	Sanitaires individuels	Réceptifs abandonnés	Stockage d'eau	Eaux stagnantes
Caniveaux ouverts	Puisards	Boîtes de conserve	Fûts	Trous "urbains
Caniveaux fermés	Fosses septiques	Bouteilles, flacons	"Canaris"	Mares avec ou sans végétation
Collecteurs	Effluents sauvages	Poteries, calebasses		
Fossés	Tout à l'égout	Pneus usagés		
Effluents sauvages		Carcasses véhicules		
Divers		Divers "déchets"		
		Collections d'eau dans les végétaux		

- Gîtes de développement et Espèces.

D'une manière générale, chaque espèce de moustique, urbaine ou non, manifeste une préférence plus ou moins exclusive pour un ou plusieurs types de gîtes donnés. Bien que de nombreuses études aient déjà été faites sur ce sujet, aucune ne l'a été dans le contexte éco-climatique caractéristique de la zone d'Abidjan, dans une agglomération de cette importance.

Tableau 10.- Espèces identifiées à l'état larvaire dans les gîtes urbains.

- Espèces anthropophiles majeures [1] - Espèces non anthropophiles [2]
- Espèces occasionnellement capturées sur homme [3]

Espèces	[1]	[2]	[3]
<i>Culex quinquefasciatus</i>	*		
<i>Aedes aegypti</i>	*		
<i>Anopheles gambiae</i>	*		
<i>Culex gr. decens</i>			*
<i>Culex duttoni</i>		*	
<i>Culex nebulosus</i>			*
<i>Culex tigripes</i>		*	

Les prélèvements effectués dans plus de 1.000 gîtes urbains de tous types n'ont permis de récolter que sept des espèces identifiées sur le territoire de l'agglomération (Voir Tableau 1).

Une huitième espèce, *Culex thalassius*, a été trouvée dans des gîtes situés en bordure de lagune

Trois seulement de ces espèces figurent donc dans le groupe des espèces anthropophiles majeures (Voir Tableau 2)

On peut immédiatement tirer un enseignement important de ces résultats: - Parmi les 5 espèces anthropophiles majeures, deux (*Mansonia*) ne sont pas véritablement des espèces urbaines, leurs gîtes ne résultant pas de l'activité humaine, et il est logique de ne les retrouver que dans des sites situés sur les marges de la cité.

A l'évidence, il est important de connaître le ou les gîtes que préfèrent les espèces présentes, et plus particulièrement celles qui constituent la nuisance majeure, si l'on veut cibler précisément une campagne de démoustication sur les stades larvaires d'une espèce donnée.

Tableau 11.- Fréquentation des divers types de gîtes par sept espèces de moustiques urbains.

	<i>C.quinquefasciatus</i>	<i>A.aegypti</i>	<i>An.gambiae</i>	<i>Culex divers</i>
- Assainissement collectif	71,7	10,7	22,0	28,9
- Sanitaires individuels	71,9	12,5	3,1	18,7
- Récipients abandonnés	34,3	54,6	5,9	24,0
- Récipients de stockage	30,8	52,2	6,3	35,2
- Eaux stagnantes	40,8	7,9	40,8	30,2

Les résultats sont exprimés en %age d'occupation des gîtes prélevés.

Le total des pourcentages par type de gîte est supérieur à 100 du fait qu'un même prélèvement peut révéler la présence simultanée de plusieurs espèces

Le faible nombre de prélèvements effectués pour certaines catégories de gîtes peut parfois conduire à l'établissement de pourcentages surestimant l'incidence de telle ou telle espèce dans celles-ci, pour peu que les prospecteurs aient effectué certains de leurs prélèvements dans des gîtes atypiques. Compte tenu de ces remarques, l'analyse des cas particuliers permet de dire que les résultats obtenus dans l'agglomération abidjanaise confirment, d'une manière générale, ceux qui figurent dans la littérature.

Les quatre espèces de *Culex divers* ne sont rappelées que pour mémoire puisqu'elles ne constituent pas la cible des opérations de démoustications.

- *Culex quinquefasciatus* manifeste une préférence incontestable pour les eaux polluées sans que la dimension des gîtes semble avoir une quelconque importance; il est en effet présent dans près des 3/4 des prélèvements effectués dans les "assainissements collectifs" ainsi que dans les "sanitaires individuels". Ceci ne l'empêche pas, secondairement, de coloniser les trois autres types de gîtes de manière significative.

- *Aedes aegypti* se développe préférentiellement dans les récipients abandonnés et les récipients de stockage d'eau. Il n'utilise que rarement les collections d'eau stagnante. Sa présence, à hauteur de 10 à 12% dans les gîtes favorables à *C. quinquefasciatus* est relativement surprenante car il n'aime ni les eaux polluées ni les vastes collections d'eau. Sa présence dans des puisards à eau claire ou dans des "poches" d'ouvrages de circulation d'eau de pluie permet d'expliquer ces résultats.

Les exceptions observées illustrent bien la difficulté à laquelle on se trouve confronté lorsqu'il s'agit de "classer" les gîtes du milieu urbain.

- *Anopheles gambiae* est connu pour choisir ses gîtes parmi les collections d'eau stagnante et peu polluée, ensoleillées, de taille petite à moyenne. Il n'est donc pas étonnant de constater qu'à Abidjan comme partout ailleurs, ce sont les mares qui sont préférentiellement fréquentées par *Anopheles gambiae* et les "sanitaires individuels" qui le sont le moins.

Les "assainissements collectifs", où l'on trouve des larves d'*Anopheles gambiae* à hauteur de 20%, présentent des caractéristiques permettant à cette espèce de les assimiler à son gîte normal; ce sont des poches d'eau peu profondes qui se constituent, le plus souvent dans les effluents peu pollués ou les collecteurs. On retrouve ces effluents peu pollués comme gîte de l'espèce dans la catégorie des "sanitaires individuels". Dans le type "stockage d'eau", on observe qu'il s'agit essentiellement des réservoirs en ciment, théoriquement éphémères, utilisés par les maçons pendant la construction des logements.

- Types de gîtes et Habitat.

La prospection réalisée dans les 71 quartiers des 10 communes d'Abidjan a permis le recensement de près de 76.000 gîtes potentiels qui constituent autant de sources potentielles d'adultes de moustiques (13).

Tableau 12.- Effectifs et proportions des types de gîtes recensés.

Types de gîtes	Effectifs	Proportions
- Assainissement collectif	6.149	8,1
- Sanitaires individuels	4.529	6,0
- Récipients abandonnés	52.370	69,0
- Récipients de stockage	12.559	16,6
- Eaux stagnantes	230	0,3
Total	75.837	100,0

Il s'agit bien de gîtes potentiels, c'est à dire non seulement toutes les collections d'eau qui ont pu être observées au moment de la prospection mais aussi tous les "conteneurs" susceptibles d'en retenir. Cette remarque est essentiellement valable pour les récipients abandonnés et pour les récipients de stockage d'eau et dans une bien moindre mesure pour certains ouvrages collectifs. En ce qui concerne les gîtes constitués par des eaux stagnantes, tous les gîtes recensés sont "réels". Elle explique, en partie, la disproportion observée entre les effectifs des différents types de gîtes.

L'évaluation du nombre d'ouvrages d'assainissement collectif, dont les dimensions sont sans commune mesure avec celles des autres types de gîtes, a été effectuée en référence aux habitations de chaque flot. Chaque "unité" correspond à une section de l'ouvrage considéré longeant une concession.

Soulignons enfin qu'il s'agissait de faire une évaluation qualitative du risque de production de moustiques, et non une étude quantitative de production d'adultes piqueurs (14).

Les effectifs des diverses catégories de gîtes ne peuvent être comparés directement d'un quartier à l'autre. On a donc choisi de rapporter ces effectifs au nombre de lots (ou concessions, ou logements au sol) constitutifs des flots. On a calculé une "Fréquence par Lot" qui autorise une étude comparée à peu près correcte à l'intérieur de chaque catégorie de gîte. Les valeurs extrêmes, résultant de conditions très particulières, ont été systématiquement éliminées, les calculs de "Fréquence moyenne corrigée" ne prenant pas en compte la plus faible et la plus forte valeur dans chaque catégorie de gîte pour chaque type d'habitat. Il s'avère que les classements qui figurent dans le tableau suivant n'ont été que très rarement et peu affectés par ce mode de calcul.

Compte tenu de ce qui a été dit des préférences que manifestent les trois espèces majeures pour un (ou plusieurs) type de gîte donné, une analyse globale ne peut conduire à aucune conclusion exploitable en matière de conduite d'une action de lutte.

13. Pour une prospection englobant environ 4.000 logements, ceci conduit, pour l'agglomération abidjanaise dans son ensemble à une estimation du nombre de gîtes potentiels comprise entre 3.800.000 (10 habitants par logement) et 7.600.000 (5 habitants par logement.) en se basant sur une population totale de 2.000.000 d'habitants.

14. On reviendra ultérieurement sur cet aspect "quantitatif".

Tableau 13.- Fréquences moyennes des divers types de gîtes dans les différents modes d'habitat. Classements par modes

Types d'habitat	[1] Récipients abandonnés	[2] Récipients "stockage"	[3] Sanitaires individuels	[4] Assainissement collectif
Tous types	12,54	2,83	1,09	1,18
"Cours"	14,04 2	5,70 1	1,25 1	0,77 4
"Immeubles"	7,28 4	0,09 5	1,00 3	2,51 1
"Moderne"	6,56 5	0,25 4	0,84 4	1,25 3
"Spontané"	16,66 1	3,82 2	0,84 4	0,69 5
"Villas"	13,04 3	0,52 3	1,13 2	1,37 2.

Production d'*Aedes aegypti*.

Pour le risque concernant cette espèce, on note que les récipients, abandonnés [1] ou de stockage d'eau [2], sont relativement rares dans les secteurs les plus urbanisés ("Immeubles" et "Moderne") et particulièrement abondants dans les "Cours" et l'habitat "Spontané".

Les "Villas" s'inscrivent dans le groupe à haut risque pour le type [1] et dans le groupe à faible risque pour le type [2]

Production de *Culex quinquefasciatus*.

Il convient tout d'abord de rappeler que les gîtes précédents ([1] et [2]) sont également fréquentés à hauteur de 30% environ par cette espèce

Tableau 14.- Fréquences des gîtes de type "Sanitaire individuel". Classements du risque selon le type d'habitat.

Habitat	Puisards	Fosses septiques	Effluents sauvages	Tout à l'égout
Tout habitat	0,28	0,27	0,17	0,32
"Cours"	0,50 1	0,52 1	0,13 2	0,08 4
"Immeubles"	0,02 5	0,02 5	0,01 5	0,94 1
"Moderne"	0,09 4	0,03 4	0,05 3	0,46 3
"Spontané"	0,11 3	0,17 3	0,66 1	0,00 5
"Villas"	0,28 2	0,22 2	0,02 4	0,52 2

Les fréquences moyennes calculées pour les gîtes majeurs à *Culex quinquefasciatus* (types [3] et [4]), ne permettent pas d'établir des relations aussi nettes entre habitat et gîtes.

On n'observe pas non plus de liaison entre les fréquences de ces deux catégories de gîtes.

Les "Villas" font exception en se classant au second rang du risque aussi bien pour le type [3] que pour le type [4].

Cet apparent désordre peut résulter de plusieurs facteurs agissant seuls ou de manière combinée, les plus importants étant:

- 1.- une hétérogénéité certaine des gîtes constituant l'une et l'autre de ces deux catégories,
- 2.- la présence non concomitante de certains gîtes à l'intérieur de chaque type,
- 3.- des interactions entre existence de gîtes des deux groupes.

Tableau 15.- Fréquences des gîtes de type "Assainissement collectif"
Classements du risque selon le type d'habitat.

Habitat	Caniveaux fermés		Caniveaux ouverts		Collecteurs		Fossés		Effluents sauvages		Divers	
Tout habitat	0,02		0,22		0,01		0,01		0,21		0,84	
"Cours"	0,00	3	0,06	5	0,00	2	0,02	1	0,26	2	0,42	4
Immeubles"	0,02	2	0,52	1	0,00	2	0,00	4	0,04	3	2,83	1
"Moderne"	0,00	3	0,18	3	0,03	1	0,00	4	0,01	5	1,11	2
"Spontané"	0,00	3	0,07	4	0,00	2	0,02	1	0,64	1	0,02	5
"Villas"	0,07	1	0,43	2	0,00	2	0,02	1	0,04	3	0,84	3

Ces remarques conduisent à rassembler certains types de gîtes, qu'ils appartiennent à l'un ou l'autre des deux groupes initiaux, sur la base de similitudes d'origine, d'usage ou / et de structure.

On peut donc procéder à trois groupements sur une base logique et après en avoir vérifié le bien fondé par comparaison des classements des éléments constitutifs de chaque groupe On aura donc:

- Groupe 1. Puisards + Fosses septiques.
- Groupe 2. Tout à l'égout + Regards + les 4 systèmes de circulation d'eau.
- Groupe 3. Effluents sauvages individuels + Effluents sauvages collectifs.

Tableau 16.- Classements des groupements de gîtes.

Groupe 1.		Groupe 2.		Groupe 3.	
Cours	1,02	Immeubles	4,31	Spontané	1,30
Villas	0,50	Villas	1,88	Cours	0,39
Spontané	0,28	Moderne	1,78	Moderne	0,06
Moderne	0,13	Cours	0,58	Villas	0,06
Immeubles	0,07	Spontané	0,11	Immeubles	0,05

On constate:

- que les gîtes du Groupe 1 ont une incidence mineure aussi bien dans les deux secteurs les plus urbanisés que dans celui qui l'est le moins.
- que les classements des Groupes 2 et 3 sont, fort logiquement, rigoureusement inversés du fait que les gîtes du Groupe 3 ne sont constitués qu'en raison de l'absence d'infrastructures sanitaires.
- que les classements des Groupes 1 et 2 présenteraient la même caractéristique si les "Villas" ne faisaient pas exception en présentant un risque élevé dans les deux groupes. Cette exception résulte du fait que, contrairement à ce que l'on observe dans les autres types d'habitat, le système de Tout à l'égout ne s'oppose pas à celui des Puisards + Fosses septiques.

Après l'observation relative aux gîtes d'*Aedes aegypti*, tout montre que les "villas" ne constituent pas un groupe homogène, probablement en raison du fait qu'elles sont de standing très variable et que cette variabilité est associée à un degré d'urbanisation inégal.

On peut conclure que les risques potentiels les plus élevés en matière de production de *Culex quinquefasciatus* se situent, pour des raisons diamétralement opposées, aux degrés extrêmes de l'urbanisation.

Production d'*Anopheles gambiae*.

Il est malaisé de tenter d'établir une relation entre habitat et risque de production d'*Anopheles gambiae* dans la mesure où, - *primo*, le gîte "normal" dominant de cette espèce n'est pas véritablement de type urbain ⁽¹⁵⁾, - *secundo*, peu de gîtes de ce type ont été recensés et *a fortiori* prélevés, - *tertio*, la fréquence calculée pour le type "eau stagnante" dépend de la saison au cours de laquelle ont été effectuées les prospections.

Ces réserves étant faites, on peut toutefois noter que ce sont les communes périphériques (Abobo, Yopougon, Port-Bouet, Koumassi) où l'urbanisation laisse encore des espaces libres, qui sont soumises aux risques les plus élevés. Dans ces communes, il semble que les "Cours" et Villas" constituent l'environnement le plus favorable à *Anopheles gambiae*, les "Immeubles" se situant, naturellement, à l'autre extrême.

On serait donc tenté de conclure que le développement de l'urbanisation favoriserait la raréfaction, sinon la disparition, d'*Anopheles gambiae*.

Il convient malheureusement de tempérer cet espoir, cette espèce manifestant une certaine capacité d'adaptation à certains types de gîtes qui lui sont proposés par l'homme. En fait, seule une urbanisation saine serait susceptible d'agir dans le bon sens.

- Autres facteurs pouvant influencer sur la production de moustiques.

Le type d'habitat est indiscutablement un élément très important d'appréciation de la nuisance potentielle que constituent les moustiques; il n'en demeure pas moins que d'autres facteurs peuvent jouer un rôle qui est loin d'être négligeable mais dont l'incidence sera différente selon le type de gîte.

Précipitations.

La distribution des pluies n'est un facteur déterminant que pour les gîtes qui sont exclusivement mis en eau sans l'intervention de l'homme. Sont concernés: - les mares, gîtes "normaux" d'*Anopheles gambiae*, - les zones marécageuses ou inondables, gîtes des *Mansonia*, - les récipients abandonnés, gîtes majeurs d'*Aedes aegypti*. Les espèces issues de ces gîtes ont une dynamique de populations liée au rythme pluviométrique. Elles sont généralement abondantes au début de chaque saison des pluies et peuvent disparaître au cours de la grande saison sèche.

Cependant, les précipitations peuvent avoir une incidence sur la dynamique de production des adultes de moustiques dans des gîtes dont la mise en eau est mixte, tels que les ouvrages d'assainissement collectif. La dynamique d'une fraction importante des populations de *Culex quinquefasciatus* est donc partiellement affectée par le régime pluviométrique. La saison sèche ne peut cependant jamais déterminer, dans ces gîtes, un arrêt de la production d'adulte. *Culex quinquefasciatus* aimant les eaux fortement polluées, il est certain que des précipitations abondantes et régulières au cours de la saison des pluies peuvent nuire à son développement ⁽¹⁶⁾. On note également que les précipitations de forte intensité peuvent avoir pour conséquence un "lessivage" qui réduit localement et

15. Les prospections n'ayant été effectuées, à une exception près, que dans des îlots bâtis, aucun des gîtes du type "eaux stagnantes" éventuellement situés à proximité n'a été relevé.

16. Sous réserve que ces gîtes ne soient pas envahis d'immondices.

momentanément le nombre de stades préimaginaux en développement dans ces gîtes.

Parmi les gîtes du type "sanitaire individuel", les puisards, surtout lorsqu'ils sont peu profonds, peuvent également être "lessivés" et "dépollués". Dans le second cas, ils sont alors susceptibles d'héberger *Aedes aegypti*.

On ne trouve *Aedes aegypti* dans les fûts, gîtes majoritaires de stockage d'eau à Abidjan, que lorsqu'ils sont presque vides. C'est dire que si le cœur d'une saison des pluies régulière n'est pas favorable au développement de cette espèce, les premières précipitations ou des pluies espacées joueront en sa faveur en mettant faiblement en eau tous les fûts qui ne sont pas régulièrement approvisionnés par l'homme.

De cette revue de l'action du facteur "précipitations" on peut conclure qu'il est important d'en connaître les effets sur chaque espèce "cible" afin de déterminer pour chacune la période optimale d'intervention.

Situation relative dans la Ville.

On a déjà remarqué que certains types de gîtes, notamment ceux des *Anopheles* et des *Mansonia*, ne pouvaient exister que dans les espaces les moins urbanisés, espaces qui sont évidemment plus fréquemment rencontrés sur les marges de la Cité.

Relief.

Abidjan s'étend sur un très vaste espace totalement hétérogène en matière de relief. Pour ce qui concerne notre préoccupation, on peut y distinguer:

- les quartiers "plats" situés au niveau de la lagune,
- les quartiers "plats" situés en hauteur,
- les quartiers "pentus", toujours situés en hauteur.

Si l'on excepte les gîtes à *Mansonia* qui ne peuvent se rencontrer que dans de vastes secteurs "plats", les deux composantes du facteur relief (niveau et pente) ne peuvent avoir d'incidence que sur les gîtes du type "assainissement collectif" et, seulement en ce qui concerne le niveau, sur certains gîtes du type "sanitaire individuel". C'est donc *Culex quinquefasciatus* qui est essentiellement concerné.

Il est bien certain qu'un ouvrage d'assainissement collectif, y compris les effluents sauvages, situé sur un terrain en pente ne retiendra pas l'eau et ne passera pas du stade "gîte potentiel" à celui de "gîte effectif". Ceci permet de comprendre le faible niveau d'agressivité de *Culex quinquefasciatus* dans des quartiers (à Adjamé par exemple) où la fréquence des gîtes est suffisante pour lui assurer un développement intensif.

Les quartiers situés au niveau de la lagune sont "absolument" plats, contrairement à ceux qui sont en hauteur. Dans ces quartiers, l'eau qui se trouve dans les ouvrages d'assainissement collectif est toujours dans un état de stagnation ou de circulation très lente. Le niveau de la lagune est en effet trop proche de celui de ces ouvrages et rend malaisé, et coûteux, l'aménagement de systèmes d'évacuation suffisants. La situation observée dans des quartiers plats d'altitude, comme Abobo, est parfois pire, mais le remède y est, techniquement, plus facile à apporter.

Les quartiers situés au niveau lagune et ceux d'altitude diffèrent encore par leurs gîtes du type "puisard". Dans le premier cas, la nappe phréatique est en effet tellement proche de la surface que les gîtes de ce type ne sont que des "trous" d'une profondeur bien souvent inférieure à un mètre qui ont tendance à déborder à la moindre pluie.

Les deux composantes du relief sont donc des facteurs conditionnant de la production d'adultes de moustiques.

Aménagement, Entretien et Propreté.

On peut classer les gîtes potentiels recensés dans l'agglomération en trois grandes catégories:

- les gîtes naturels
- les gîtes d'aménagement urbain,
- les gîtes de pollution urbaine.

Les premiers témoignent de l'absence d'aménagement. L'homme n'a souvent rien fait pour qu'ils existent. Il lui reste à agir pour les supprimer.

Les seconds, ouvrages de l'homme, sont un mal non seulement nécessaire mais indispensable dans un espace urbain.

L'intervention de ces gîtes dans le potentiel de production d'adultes de moustiques peut être diminuée et même supprimée pour certains d'entre eux.

Pour certains de ces gîtes, - caniveaux ouverts ou fermés, - , - collecteurs, - fossés, - bassins de décantation, - tout à

l'égout, il n'est malheureusement pas possible de supprimer le risque qu'ils constituent mais quelques aménagements et surtout un entretien et un nettoyage réguliers suffiraient à le réduire très sensiblement et faciliterait les opérations de démoustication.

Pour d'autres, - puisards, - fosses septiques, une conception saine (étanchéité réelle, siphons, etc...) et un entretien régulier devrait suffire à les rayer de la liste des gîtes potentiels.

Les troisièmes, - récipients abandonnés, - effluents sauvages individuels ou collectifs, - regards "bricolés", et même - stockage d'eau ⁽¹⁷⁾, qui résultent également de l'action de l'homme, ne sont dûs qu'à la malpropreté, l'incivisme, l'absence d'entretien (individuel ou municipal), l'absence ou l'insuffisance d'installations sanitaires collectives et du réseau de distribution d'eau.

Pour eux, la trilogie "Aménagement, Entretien, Propreté" résume l'action nécessaire et suffisante à mener.

- Aspect quantitatif des risques de production.

Aucune étude n'a été conduite dans ce domaine dans le cadre de notre projet. Ce point, qui n'offre qu'un intérêt pratique minime en matière de lutte, n'était d'ailleurs pas prévu au programme compte tenu du temps nécessaire à sa réalisation, des difficultés de mise en oeuvre et de son coût.

On peut toutefois faire une remarque relative au rapport production / volume et étendue des gîtes, dans le cadre de la méthodologie adoptée pour évaluer la fréquence des divers types de gîtes.

Le mode de classement des gîtes en cinq types ne tient évidemment pas compte de leur volume puisque nous recherchions avant tout à cerner le risque espèce par espèce.

Le problème ne se pose en fait que pour les gîtes majeurs à *Culex quinquefasciatus* qui peuvent être ponctuels ("sanitaires individuels") ou linéaires ("assainissements collectifs"), et dans ce cas "de surface" ou "souterrains".

Pour permettre une évaluation en fonction du lot (ou concession), unité commune à tous les autres types de gîtes, les gîtes linéaires de surface ont été divisés en "sections", chacune correspondant à la fraction longeant un lot. Les gîtes linéaires souterrains ont été appréciés en fonction du nombre de regards ouverts le long d'un lot.

Si ces critères ne suppriment pas totalement l'énorme disproportion existant entre surface et volume des gîtes ponctuels et des gîtes linéaires, ils l'atténuent très considérablement. Compte tenu des divers facteurs conditionnant la production, les fréquences moyennes calculées pour ces deux types de gîtes autorisent une comparaison correcte du risque qu'ils constituent.

Toute tentative de normalisation d'un système d'évaluation de données d'observation non homogènes peut être critiquée. Notre méthode est incontestablement imparfaite mais, ayant été entièrement réalisée par une équipe unique, elle présente au moins l'avantage d'autoriser la comparaison des informations recueillies sur l'ensemble de la ville.

- Accessibilité des gîtes.

Le problème de l'accessibilité des gîtes, contrairement au précédent, intéresse au premier chef le responsable d'une campagne de lutte anti-vectorielle visant les stades larvaires de moustiques.

Deux difficultés risquent de se présenter:

- une dispersion importante de gîtes de petite dimension,
- une surface "libre" réduite et même inexistante.

Dans le premier cas, il est pratiquement impossible d'envisager un traitement gîte par gîte.

Dans le second cas, l'application de l'insecticide ne peut s'effectuer qu'à l'aide de matériels portables permettant un traitement individuel. Les ouvrages souterrains d'assainissement collectif ne sont accessibles que par leurs "regards". L'évaluation de leurs dimensions, nécessaire pour réaliser un traitement correct est un préalable indispensable à toute action.

- La lagune.

Le rôle joué par la lagune n'a pas été abordé plus tôt en raison des résultats négatifs obtenus

17. Le stockage d'eau résulte, le plus souvent, de l'absence d'un réseau de distribution. Il n'est que rarement pratiqué de manière saine et inoffensive et de nombreux conteneurs prévus pour le stockage deviennent en fait des récipients abandonnés

au cours des trois prospections effectuées à proximité des berges de la zone urbaine de la lagune Ebrié.

Tous les prélèvements effectués au cours de ces prospections l'ont été dans des gîtes riverains résultant de l'activité ou de la présence de l'homme.

Les marges lagunaires semblent à la fois beaucoup trop polluées et trop agitées pour permettre le développement préimaginal de moustiques.

A l'occasion de ces prospections, une étude des pollutions organique et bactérienne réalisée par le C.R.O. ⁽¹⁸⁾ a mis en évidence un «*état sanitaire en permanence très préoccupant des secteurs à forte densité humaine.*». Cette pollution, qui était déjà connue au niveau des eaux libres de la lagune, atteint dans les secteurs précités des taux très nettement supérieurs qui sont très inquiétants au cours de certaines périodes de l'année.

Les moyens de lutte.

Les travaux effectivement réalisés n'ont concerné que le seul *Culex quinquefasciatus*, espèce qui, nous l'avons vu, représente l'essentiel de la nuisance dans la ville d'Abidjan.

On peut regretter que rien n'ait été entrepris au sujet d'*Anopheles gambiae* et d'*Aedes aegypti*, mais fort heureusement la littérature concernant la lutte contre ces vecteurs d'endémies tropicales majeures est riche d'informations qu'il est possible d'adapter à la situation de la capitale économique de la Côte d'Ivoire.

- Evaluation de la sensibilité aux larvicides chimiques.

Présélection des produits.

La gamme d'insecticides testés a été sélectionnée sur la base des critères suivants:

- Absence ou rareté de "résistance" connue,
- Faiblesse de leur toxicité pour l'espèce humaine,
- Nuisance faible ou nulle pour l'environnement,
- Rémanence acceptable dans des eaux polluées,
- Coût des produits.

Ont été retenus:

- le malathion (OMS 1),
- le fenthion (OMS 2),
- le fénitrothion (OMS 43),
- le chlorpyrifos (OMS 971)

qui sont tous les quatre des insecticides appartenant à la famille des organophosphorés

Aucun organochloré n'a été testé pour de multiples raisons, les plus importantes étant l'existence fréquente de "résistances" et la toxicité (par accumulation) pour l'homme.

Le téméphos n'a pas été retenu en raison de sa faible rémanence en milieu pollué.

Les pyréthrinoïdes ne l'ont pas été pour cause de risque de nuisance pour le milieu lagunaire lors d'un emploi comme larvicide.

Les carbamates ont été jugés trop coûteux. Ils ne peuvent cependant pas être exclus *a priori* d'un pool d'insecticide de "remplacement".

Quinze souches de *Culex quinquefasciatus* (larves de Stade III) issues de cinq communes (Abobo, Koumassi, Marcory, Treichville et Yopougon) ont été testées contre les quatre insecticides retenus.

Les résultats font apparaître:

- un faible nombre de souches sensibles à ces quatre insecticides (3 pour le chlorpyrifos, 4 pour le malathion, 5 pour le fenthion, et aucune pour le fénitrothion).
- qu'une seule souche révèle une résistance totale pour le chlorpyrifos,

18. Ses résultats figurent dans un article de Daniel GUIRAL et Marcel Aka KOUASSI, «Estimation des niveaux de pollutions organique et bactérienne des eaux à proximité des berges de la ville d'Abidjan (lagune Ebrié - Côte d'Ivoire).»

- que le plus grand nombre des souches testées manifestent une tolérance partielle pour ces quatre produits alors que d'autres leur offrent une résistance partielle.

On peut en conclure, d'une part qu'il n'existe pas UNE population de *Culex quinquefasciatus* dans l'agglomération Abidjanaise, ce qui n'est pas surprenant lorsqu'on en connaît à la fois l'étendue et la fragmentation, d'autre part que l'emploi massif des organophosphorés les plus courants conduirait très rapidement à une résistance totale de la quasi totalité des souches de cette espèce.

- Evaluation de la sensibilité aux larvicides "régulateurs de croissance".

Le développement croissant et de plus en plus rapide de la résistance aux insecticides chimiques des moustiques et de *Culex quinquefasciatus* en particulier, commande que soient testés des composés appartenant à de nouvelles familles de produits, notamment à celle des "régulateurs de croissance" qui agissent en bloquant, à un moment donné, le développement préimaginal, interdisant donc toute production d'adulte.

Dans cette famille, on distingue deux groupes:

- les **Ecdysoïdes**, qui inhibent les mues larvaires,
- les **Juvénoïdes**, qui bloquent le processus de métamorphose.

Parmi les premiers, on a choisi le Téflubenzuron (OMS 3009), dérivé du Diflubenzuron (OMS 1804), qui avait déjà fait l'objet de tests à l'I.P.R.

Dans le second groupe, c'est le Méthoprène (ALTOSID) qui a été choisi en raison de son emploi réussi aux U.S.A et pour lequel l'I.P.R. avait également déjà réalisé des tests à Bouaké.

Dans les conditions d'exécution des tests, le méthoprène dont les effets ont été très irréguliers, s'est révélé globalement moins efficace que le Diflubenzuron qui a occasionné une mortalité à 100% des populations préimaginales en 48 heures.

On peut conclure des tests réalisés avec les régulateurs de croissance que le Téflubenzuron constituerait un excellent choix dans la lutte contre *Culex quinquefasciatus*, sous réserve que son innocuité sur la faune lagunaire non cible ait été préalablement vérifiée ⁽¹⁹⁾.

- Evaluation de la sensibilité au "Bacillus sphaericus" (insecticide biologique).

Les populations larvaires de certains insectes sont sensibles à une toxine émise par le *Bacillus sphaericus* qui est une bactérie entomopathogène, et il semble qu'elles ne soient pas susceptibles de développer une résistance à ce produit.

Deux formulations ont été testées:

- le Sphérimos de la firme SOLVAY (DUPHAR),
- le Vectolex de la firme ABBOTT.

Les essais n'ont pris en considération qu'un seul type de gîte, - les caniveaux, et conduits en deux temps:

- 1ère phase à échelle réduite: 1900 mètres de caniveaux traités en trois sections distinctes.
- 2ème phase à échelle moyenne: une zone d'environ 400 hectares, soit le traitement des caniveaux d'un quartier de 2 Km de côté.

La mise en œuvre de ces deux phases a conduit aux résultats et observations qui suivent.

1ère phase.

Les résultats semblables obtenus par l'application des deux formulations peuvent être considérés comme bons. On note:

- une très forte mortalité larvaire au cours de 72 heures suivant le traitement,
- une rémanence d'environ quatre semaines en saison sèche,

19. Le réseau d'assainissement conduit en effet à la lagune tout produit déversé dans les ouvrages qui le constituent.

- l'incidence réductrice de l'accumulation d'ordures dans les caniveaux sur la mortalité,
- la nécessité d'opérer en saison sèche pour obtenir une rémanence correcte.
- une réinvasion des gîtes, en cas de lessivage par fortes pluies, due à la présence de femelles préexistantes venant pondre dans un milieu débarrassé de son insecticide ou / et à la dérive de pontes et de larves provenant de secteurs non traités.

2ème phase.

L'essai réalisé dans un quartier de Koumassi a été conduit en tenant compte des observations faites à propos des résultats de la première phase.

Préalablement à l'application du produit, il a été demandé à la Municipalité de Koumassi de procéder au nettoyage des caniveaux afin, d'une part d'apprécier l'incidence directe d'un tel nettoyage sur la dynamique des populations de *Culex quinquefasciatus*, et d'autre part d'évaluer son effet sur l'efficacité du larvicide.

Les retards apportés à l'exécution des opérations de nettoyage ont entraîné le report de l'application du larvicide aux premiers jours de la saison des pluies. Une forte précipitation survenue quelques jours après la première application a rendu nécessaire une seconde application dix jours après la première.

L'appréciation de l'efficacité du produit par évaluation des populations préimaginales a pu être complétée par une étude des variations de l'agressivité des femelles de *Culex quinquefasciatus* ⁽²⁰⁾.

Les résultats obtenus peuvent être résumés de la manière suivante:

- l'assainissement seul n'a donné lieu qu'à une diminution peu marquée de la densité des stades préimaginaux, diminution que l'on retrouve cependant au niveau de l'évaluation de l'agressivité des femelles de *Culex quinquefasciatus*.
- une analyse plus attentive des résultats permet de constater que l'irrégularité des effets de cet assainissement est due à un nettoyage très imparfait dans certains secteurs de la zone traitée, ce qui confirme l'effet partiel obtenu dans les secteurs réellement assainis.
- l'assainissement préalable conduit à une plus grande efficacité du traitement.
- les deux traitements effectués à 10 jours d'intervalle ont permis de confirmer, d'une part un effet léthal remarquable avec disparition de toutes les larves dans les trois jours après la première application, d'autre part une rémanence importante se traduisant, pendant tout le mois de juillet par une très forte réduction des populations larvaires et nymphales.
- l'évolution de l'agressivité des femelles confirme les observations faites au niveau des populations préimaginales. L'application du larvicide est suivie d'une importante baisse d'agressivité. On observe en outre une augmentation très sensible de l'âge moyen des femelles capturées qui traduit la forte réduction du nombre de femelles nouvellement écloses.
- On n'a observé qu'une réduction de l'agressivité et non son extinction, et ceci pour trois raisons:
 - tous les types de gîte n'ont pas été traités,
 - l'assainissement imparfait de certains secteurs n'a pas permis partout une action optimale du produit,
 - le secteur soumis au traitement couvrant une surface restreinte et incluse dans une zone de forte nuisance, on a pas pu éviter la capture de "femelles d'invasion". Même en cas d'effet léthal absolu, la présence de ces femelles suffirait à expliquer que le taux de femelles néonates ne s'annule pas.

- Evaluation de la sensibilité aux adulticides chimiques.

Les critères retenus pour opérer le choix des insecticides testés ont été les suivants:

- Vérification de la résistance aux organochlorés,
- Recommandation habituelle de l'usage des certains organophosphorés,
- Vérification de l'efficacité d'un pyréthrianoïde d'usage courant,
- Coût et rémanence des produits.

20. Des captures ont été réalisées à cet effet avant toute opération, entre l'assainissement et le traitement, et trois fois après le traitement (ZEZE, Laboratoire d'Entomologie médicale ORSTOM à l'I.P.C.I.).

Ont été retenus:

- le D.D.T. et la Diéldrine, deux organochlorés "anciens",
- le Fénitrothion et le Malathion, deux organophosphorés "traditionnels",
- la Deltaméthrine, pyréthriinoïde aujourd'hui très employé en pareille circonstance.

Pour diverses raisons, les tests n'ont pas permis de conclure de manière totalement satisfaisante et ils n'ont malheureusement pas été refaits à la lumière de l'analyse des conditions de leur échec partiel.

Les pourcentages de mortalité obtenus aux doses les plus élevées et avec les temps de contact les plus longs laissent cependant penser qu'aucun de ces produits, utilisés comme adulticide, ne serait susceptible de donner des résultats satisfaisants.

Ceci n'est pas étonnant en ce qui concerne les organochlorés, plus ou moins attendu pour les organophosphorés (le Malathion restant le moins mauvais choix), mais en revanche très inquiétant s'agissant de la Deltaméthrine.

On sait que la Deltaméthrine a été massivement utilisée à Abidjan, et appliquée dans des conditions où la rigueur n'était pas le maître mot; il faut y voir la raison des résultats franchement mauvais obtenus avec cet insecticide, résultats qu'il conviendrait de vérifier rapidement dans des conditions d'exécution optimale des tests. La confirmation d'une nette résistance de *Culex quinquefasciatus* à ce produit contraindrait à se tourner vers des produits moins fréquemment utilisés et donc plus coûteux. Elle illustrerait de manière éclatante le danger que constituent les campagnes anarchiquement conduites.

- Conclusion sur les méthodes de lutte.

Même insuffisants et incomplets, les travaux réalisés dans le domaine des moyens de lutte fournissent des résultats d'un intérêt indiscutable permettant, par les remarques positives aussi bien que négatives qu'ils suscitent, de jeter les bases d'une stratégie globale et cohérente en matière de lutte contre *Culex quinquefasciatus*, principal responsable de la nuisance par piqûre de moustiques dans l'agglomération abidjanaise.

COMMENTAIRES ET SYNTHÈSE.

Les trois opérations conduites dans le cadre du projet **E.P.D.A.** depuis novembre 1988 ont été menées à leur terme fin 1990, de manière globalement satisfaisante, en dépit des difficultés inhérentes au travail sur le terrain en milieu urbain, de quelques "lourdeurs administratives" et d'une certaine incompréhension entre gestionnaires et scientifiques résultant de préoccupations différentes pour ne pas dire opposées.

On peut classer les résultats obtenus en trois catégories:

- Ceux qui, confirmant des faits connus, ont permis l'adaptation et l'application des connaissances au contexte abidjanais. Les travaux de la première opération ainsi qu'une partie de ceux de la seconde relèvent de cette catégorie.

- Ceux qui ont montré que ce contexte abidjanais pouvait recéler quelques particularités ayant une incidence notable sur la manière de mettre en oeuvre, avec des chances raisonnables de succès, une lutte contre la nuisance par piqûre de moustique. S'y rattache une autre partie des travaux de la seconde opération.

- Ceux enfin qui sont totalement nouveaux parcequ'étant le fruit d'une étude entièrement originale. Il s'agit essentiellement des travaux de la troisième opération.

Le propos de cette synthèse peut se définir simplement. Il s'agit de dégager tous les éléments d'information permettant d'agir aussi efficacement que possible contre la nuisance que constituent les moustiques, au meilleur moment et au meilleur endroit.

On fera donc, en premier lieu, le point sur les cibles, avant d'aborder le problème des armes, pour conclure sur la stratégie, c'est à dire la manière d'utiliser les secondes contre les premières.

Les "Cibles".

Il faut entendre par «cible»:

- les moustiques anthropophiles adultes, et particulièrement les femelles qui sont seules à piquer,
- les stades et les lieux de développement de ces moustiques

- Les espèces.

Il s'avère que cinq espèces de moustiques constituent la quasi totalité de la nuisance dans l'ensemble de l'agglomération abidjanaise.

Quels que soient les critères d'évaluation retenus, *Culex quinquefasciatus* en représente l'essentiel. L'éliminer reviendrait à supprimer entre les 2/3 et les 3/4 des piqûres de moustique infligées à l'homme.

Parmi les quatre autres espèces, il faut distinguer deux cas; celui d'*Anopheles gambiae* et d'*Aedes aegypti*, espèces que l'on retrouve dans toutes les communes, même si elles y ont une incidence variable sur le niveau de la nuisance, et celui des deux espèces du genre *Mansonia* qui ne constituent réellement un problème que dans certaines communes et dans des situations bien particulières.

Chacune de ces espèces possède ses caractéristiques bioécologiques propres. Cette remarque concerne aussi bien l'adulte aérien que ses stades préimaginaux aquatiques. Il serait mieux de dire que l'étude des secondes est, de loin, la plus riche d'enseignements. Ce sont en effet les facultés d'adaptation des espèces aux possibilités de développement préimaginal offertes, par l'urbanisation dans le cas présent, qui vont conditionner l'abondance de leurs populations, et donc l'intensité de la nuisance lorsqu'il s'agit d'espèces anthropophiles.

- Relations Espèces - Gîtes - Urbanisation.

Dans cette optique, il était essentiel d'établir les relations existant entre, d'une part le mode et le degré d'urbanisation ainsi que les caractéristiques physiques naturelles du milieu, et d'autre part les diverses collections d'eau susceptibles de permettre le développement de telle ou telle espèce.

Les "entités communales", base d'établissement du système d'enquête (insectes adultes aussi bien que stades préimaginaux) ne pouvaient à l'évidence être considérées comme des domaines écologiques cohé-

rents, et les premières analyses n'ont fait que le confirmer, on a donc choisi le type d'habitat comme "marqueur" d'urbanisation.

Pour les caractéristiques physiques, on a retenu le niveau (par rapport à la lagune) et la pente du sol, ainsi que la position (centrale ou périphérique) dans la Cité.

Les types de gîtes, au nombre de cinq, ont été définis par leur origine et / ou leur fonction (usage).

On peut les classer en trois catégories:

- les gîtes naturels,
- les gîtes d'aménagement urbain, individuels ou collectifs,
- les gîtes de pollution urbaine, individuelle ou collective.

La nature de leurs gîtes a permis de constituer trois groupes avec les cinq espèces majeures:

1. Espèces urbaines vraies: *Culex quinquefasciatus*, *Aedes aegypti*.
2. Espèces selvatiques: *Mansonia africana*, *Mansonia uniformis*.
3. Espèce selvatique adaptable: *Anopheles gambiae*.

On a également mis en évidence un certain nombre de relations constantes entre la fréquence des cinq grands types de gîtes et les cinq types majeurs d'habitat.

En rapportant le niveau de nuisance observée au potentiel de production d'adultes des diverses espèces, on a constaté quelques distorsions que les caractéristiques physiques naturelles ont permis d'expliquer.

L'ensemble des faits observés et des relations établies sont présentés ci-dessous espèce par espèce, en ne retenant que ce qui peut contribuer à asseoir la stratégie de lutte.

Une remarque préliminaire s'impose. Les taux d'agressivité ont été établis sur la base de captures effectuées à l'extérieur des habitations pendant une période limitée mais on sait qu'au moins les trois espèces urbaines ou semi urbaines sont capables de piquer aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur, et on dispose des éléments permettant d'établir la valeur totale, au cours d'un cycle de 24 heures, de la nuisance que représente réellement chaque espèce.

Culex quinquefasciatus.

Les femelles de cette espèce sont responsables de la majeure partie de la nuisance par piqûre de moustique.

On les trouve fréquemment au repos à l'intérieur des habitations (pour 2/3 environ), notamment dans les toilettes et les salles d'eau.

Cette espèce, connue pour se développer dans les eaux fortement polluées se rencontre surtout dans les "sanitaires individuels" et les "assainissements collectifs" mais sa présence est loin d'être négligeable dans les trois autres types de gîtes, sous réserve que l'eau n'y soit pas claire.

Les populations issues des gîtes "secondaires" sont peu importantes en raison de la petite taille de ces gîtes. A l'inverse, en raison de leurs dimensions, les "assainissements collectifs" sont les lieux principaux de production. Il serait dangereux pour autant de négliger les "sanitaires individuels" plus petits mais très nombreux et offrant un milieu de développement "idéalement pollué".

La diversité des types et sous-types de gîtes fréquentés par *Culex quinquefasciatus* permet de comprendre son ubiquité urbaine. On note cependant que c'est à la fois dans les secteurs les plus et les moins urbanisés, respectivement les "immeubles" et le "spontané", que le risque de production est le plus élevé.

Les terrains en pente, en réduisant ou annulant le risque de production par les "assainissements collectifs" (drainage, nettoyage naturel, mise à sec) sont facteur de réduction du risque réel, comme en témoignent les taux d'agressivité enregistrés à Adjamé et Attécoubé.

La faible agressivité observée dans les stations de Yopougon et de Port-Bouet relève probablement de la situation "périphérique" et de l'entretien correct de systèmes individuels et collectifs récents.

Cette diversité des gîtes ainsi que le mode "artificiel" de mise en eau des gîtes majeurs per-

mettent également de comprendre que nulle part et à aucun moment on observe une absence totale d'agressivité. Le rythme saisonnier des précipitations n'est au mieux source que de variations minimales de la dynamique des populations.

Aedes aegypti.

La nuisance due aux femelles de cette espèce, dans l'ensemble de l'agglomération, se classe en troisième position ⁽²¹⁾, Elle est le second membre du groupe des véritables espèces urbaines.

On trouve le plus souvent les femelles au repos à l'extérieur du fait, comme cela a été établi, que leurs lieux de productions sont également situés à l'extérieur.

Il convient de garder à l'esprit qu'outre sa participation à la nuisance globale, cette espèce est le vecteur urbain de la fièvre jaune ⁽²²⁾, et peut aussi participer à la transmission de nombreuses arboviroses humaines.

Au contraire de la précédente, cette espèce colonise les gîtes de petite dimension ou contenant peu d'eau, à condition que cette eau ne soit pas (trop) polluée. On la trouve donc essentiellement dans les "récipients abandonnés" et dans les "stockages d'eau" sous réserve que les conteneurs ne soient pas pleins. On peut dire que les autres types de gîtes ne sont fréquentés (au maximum à hauteur de 1/8) par *Aedes aegypti* que lorsqu'ils sont "atypiques", soit de petite taille, soit "propres".

D'une manière générale, la fréquence des gîtes d'*Aedes aegypti* décroît lorsque le degré d'urbanisation augmente. Cette échelle du risque potentiel se retrouve bien au niveau des taux d'agressivité observés.

On observe que les variations de l'agressivité moyenne d'un quartier à l'autre sont beaucoup plus importantes que dans le cas précédent (coefficient égal à 28 contre 11 pour *Culex quinquefasciatus*). Ceci est à mettre au compte du partage net, en deux groupes, des habitats favorables ou défavorables à la pullulation des gîtes principalement colonisés, ainsi qu'à leur moins grande diversité qui n'autorise pas les phénomènes de compensation.

Le mode de mise en eau des gîtes d'*Aedes aegypti* est essentiellement naturel, y compris pour les gîtes de stockage qui sont surtout utilisés en l'absence de remplissage. Il en résulte de fortes variations saisonnières de la nuisance, la dynamique des populations étant étroitement liée au rythme saisonnier des précipitations.

Ces gîtes potentiels sont extrêmement nombreux et dispersés; ils sont tous créés par l'homme et résultent le plus souvent de sa négligence («déchets de civilisation»).

Tout oppose donc les deux espèces véritablement urbaines qui occupent deux niches écologiques totalement différentes. En outre, si la première manifeste une large tolérance en matière du choix de ses gîtes, la seconde se révèle beaucoup plus stricte.

Anopheles gambiae.

La nuisance occasionnée par les femelles de cette espèce se classe au second rang, tous quartiers confondus (voir note 21). Son caractère d'espèce semi urbaine, dû à la nature de ses gîtes, lui confère un statut particulier.

Comme *Aedes aegypti*, cette espèce fait éléction à Abidjan de lieux de repos extérieurs.

Si la nuisance qui résulte de la présence d'*Anopheles gambiae* est faible par rapport à celle de *Culex quinquefasciatus*, son rôle de vecteur majeur du paludisme ne doit à aucun moment être oublié.

Cette espèce exerce un choix très strict en matière de gîte de développement. On ne la trouve que dans des collections d'eau relativement claire, peu profondes et ensoleillées, résultant de dépressions du sol.

C'est donc sans surprise qu'on a pu la mettre essentiellement en évidence dans les gîtes du type "eaux stagnantes". Le choix, effectué deux fois moins souvent, des "assainissement collectif" est en première analyse tout à fait surprenant. Un examen attentif permet de voir qu'il s'agit alors de "segments" particuliers de certains gîtes classés dans ce type qui répondent aux exigences habituelles de l'espèce.

21. Si l'on excepte les *Mansonia*, espèces non typiquement urbaines.

22. Il ne faut, pour s'en convaincre, que se souvenir des épidémies meurtrières de Grand-Bassam qui ont motivé l'abandon de cette ville comme capitale du pays.

Les gîtes majeurs d'*Anopheles gambiae* étant du type selvatique, il est naturel que la dynamique des populations de cette espèce soit étroitement liée au rythme saisonnier des précipitations. On observe toutefois que sa relative adaptation à certaines formes de gîtes d'assainissement collectif peut lui permettre de maintenir de faibles populations en l'absence de pluies.

Il est important de rappeler que les gîtes majeurs d'*Anopheles gambiae* qui ont été inventoriés sont des gîtes réels et non des gîtes potentiels, d'où un effectif relativement faible. Les possibilités réelles de développement de cette espèce ont donc été sous-évaluées dans la mesure où toutes les prospections n'ont pas pu être réalisées en saison des pluies. Les prospections n'ayant concerné que les secteurs bâtis, tous les gîtes d'eaux stagnantes se trouvant dans les zones limitrophes non bâties ont été ignorés, ce qui constitue une seconde cause de sous-évaluation.

Dire que la majorité de gîtes sont de type selvatique signifie que plus l'espace sera densément urbanisé, plus faibles seront les possibilités de développement offertes à *Anopheles gambiae*. Cette observation désigne les quartiers périphériques comme zones privilégiées de développement de l'espèce, et c'est bien ce que nous avons observé tant au niveau de l'agressivité des femelles (forte à Yopougon, Koumassi et Port-Bouet) que de l'inventaire des gîtes (malgré l'imperfection de la méthode déjà signalée).

Remarquons que c'est pour *Anopheles gambiae* que la variation du risque de piqûre est la plus forte d'un quartier à l'autre, avec un facteur 160 entre le plus faible (Adjamé) et le plus fort (Yopougon)

Il ressort de ces remarques que l'urbanisation n'est un frein au développement d'*Anopheles gambiae* que dans la mesure où elle est dense. Elle est à l'inverse susceptible d'avoir un effet inverse lorsqu'elle est insalubre (développement incontrôlé ou absence d'entretien des ouvrages d'assainissement et de l'environnement).

Mansonia.

On groupe les deux espèces de ce genre du fait qu'elles ont, à tous les stades, une bioécologie identique. La nuisance que constitue leurs piqûres (17% du total) se situe globalement immédiatement après celle de *Culex quinquefasciatus*.

Le lieu de développement de ces deux espèces fait qu'elles sont totalement inadaptées à un véritable environnement urbain.

On ne trouve que très rarement ces femelles au repos autour des habitations et *a fortiori* à l'intérieur de celles-ci.

Les lieux de développement étant ici les zones inondées avec végétation ou les marécages, on conçoit aisément que la nuisance résultant de la piqûre des femelles de *Mansonia* soit très localisée. Le coefficient de variation est effectivement très élevé (près de 3000). Si l'on excepte Port-Bouet, et dans une bien moindre mesure Koumassi, l'incidence des *Mansonia* dans l'agglomération abidjanaise est tout à fait négligeable.

On n'a trouvé aucun stade préimaginal de *Mansonia* dans les gîtes urbains, et seulement de rares adultes au repos près des habitations. C'est dire, en confirmant qu'il s'agit bien à Abidjan comme ailleurs d'espèces non urbaines, qu'il ne faut attendre aucune baisse de la nuisance des *Mansonia* par une action limitée aux secteurs urbanisés.

Les "armes".

Pour le plus grand nombre, lorsqu'on parle de lutte contre les moustiques, qu'ils soient considérés comme vecteurs ou comme nuisance, c'est de l'emploi d'insecticides chimiques qu'il s'agit. Lorsqu'il s'agit d'agir contre la nuisance en milieu urbain, pour de nombreuses raisons, - pression populaire, - ignorance, - intérêts divers, etc ..., les campagnes de lutte ne visent que la tranche adulte des populations de moustiques.

Cette double démarche a fait la preuve éclatante, notamment à Abidjan, de sa coûteuse et totale inefficacité.

Le résumé des résultats des tests et essais réalisés dans le cadre du projet nous permettra de mettre en lumière les risques et les insuffisances de cette conception dépassée, et de faire l'inventaire des diverses autres méthodes de lutte dont la mise en œuvre serait susceptible de concourir au succès.

- Tests et essais de produits insecticides.

Insecticides chimiques.

Aucun de ceux qui ont été testés, aussi bien contre les larves que contre les adultes de *Culex quinquefasciatus*, n'ont donné de résultats satisfaisants.

Il est inquiétant, mais pas surprenant ⁽²³⁾, de voir que la Deltaméthrine est devenue inopérante.

Il existe bien entendu d'autres produits qui n'ont pas été testés mais dont le coût constitue un sérieux frein à leur emploi.

Autres insecticides.

Il n'existe que des larvicides dans cette catégorie d'insecticides.

Deux produits donnent d'excellents résultats; le Téflubenzuron (régulateur de croissance) et le Sphérimos (insecticide biologique à *Bacillus sphaericus*). Le premier doit encore faire la preuve de son innocuité sur la faune non cible peuplant le milieu lagunaire avant de pouvoir être utilisé dans l'agglomération abidjanaise.

L'essai à moyenne échelle réalisé avec *Bacillus sphaericus* a permis de mettre en évidence les effets bénéfiques de l'emploi conjugué de moyens mécaniques et biologiques ou chimiques de lutte.

- Données extérieures.

Bien que les tests réalisés n'aient concerné que *Culex quinquefasciatus*, on peut estimer que les populations d'*Anopheles gambiae* et d'*Aedes aegypti*, soumises à la même pression d'insecticides chimiques, ont développé des résistances semblables sinon identiques.

On peut cependant faire état d'une revue des méthodes de lutte contre les vecteurs de paludisme publiée récemment par CARNEVALE et MOUCHET (Médecine tropicale, 1990).

Il ressort de ce document que les seuls produits encore utilisables contre les adultes, sous réserve que les tests de sensibilité des souches locales soient positifs, sont certains carbamates comme le Propoxur, et des pyréthrinoïdes autres que la Deltaméthrine. Outre le Téméphos, les régulateurs de croissance et les insecticides d'origine bactérienne semblent être les seuls larvicides susceptibles d'agir efficacement dans le contexte abidjanais.

En ce qui concerne *Aedes aegypti*, il est plus que probable que la plupart des adulticides habituellement recommandés soient inutilisables à Abidjan pour cause de résistance. Les carbamates restent disponibles, toujours aussi coûteux, et des pyréthrinoïdes autres que la Deltaméthrine, sous réserve que ce dernier produit n'ait pas induit une tendance à la résistance pour les insecticides de la même famille pourraient éventuellement être utilisés.

- Autres méthodes de lutte.

La dispersion de produits, chimiques ou autres, contre les adultes ou les stades préimaginaux de moustiques, ne constitue plus de nos jours le mode exclusif d'intervention. Il serait même plus juste de dire que les recommandations qui sont faites actuellement, en particulier par l'Organisation Mondiale de la Santé, tendent à limiter au maximum l'emploi des pesticides chimiques, surtout en milieu anthropisé.

La lutte "physique", qui consiste à éliminer les gîtes potentiels existant ou à faire en sorte de ne pas en créer de nouveaux, est aujourd'hui recommandée en priorité. Ses avantages sont nombreux, particulièrement en milieu urbain:

- aucune toxicité pour l'homme,
- aucune toxicité pour la faune non cible,
- amélioration de l'environnement,
- réduction des coûts,
- action durable, etc ...

La réalisation effective d'un plan d'assainissement rigoureux par les autorités responsables constitue l'un des moyens permettant de mettre en oeuvre cette lutte physique, l'autre étant l'éducation sanitaire qui fait participer

23. Compte tenu de sa présence dans de très nombreuses "bombes" domestiques et surtout de son emploi anarchique dans les campagnes récentes.

la population directement concernée par la suppression de la nuisance ... et des risques de transmission de maladies. La répartition des tâches se révèle équitable puisque administrés et autorités portent leur part de responsabilité dans le niveau d'inconfort qui résulte de la pullulation des moustiques urbains.

Dans les faits, il est presque toujours plus efficace de combiner l'application de produits, excluant les pesticides chimiques classiques, et les actions de lutte physique.

Démarche pour l'établissement d'une stratégie.

- Analyse des causes d'échec.

Déterminer les moyens à utiliser ainsi que les modalités de leur mise en oeuvre nécessite d'abord que l'on s'interroge sur les causes qui ont conduit à l'échec toutes les campagnes conduites précédemment.

On note que toutes se sont adressées aux moustiques adultes.

Si les épandages aériens, par ULV, ont longtemps été utilisés, la dernière tentative, fin 1990, a fait appel à la technique d'application à partir de véhicules terrestres.

Les dernières campagnes ont utilisé la Deltaméthrine.

On a vu que la plupart des femelles de *Culex quinquefasciatus*, cause majeure de la nuisance dans Abidjan, se trouvaient au repos à l'intérieur des maisons et bien souvent dans des pièces ne s'ouvrant que peu ou pas du tout sur l'extérieur. Cette caractéristique condamne à l'insuccès toute tentative de les atteindre "par le haut" et protège une fraction trop importante des populations en cas d'attaque "par le bas".

Dans le meilleur des cas, il ne peut donc résulter de ce type de campagne qu'une baisse immédiate relativement faible et de très courte durée du nombre de piqûres ⁽²⁴⁾ infligées par *Culex quinquefasciatus*. Les gîtes n'étant pas touchés, ou l'étant de manière insignifiante, continuent à produire des adultes, et les nombreuses femelles survivant au traitement peuvent continuer à pondre dans ces gîtes.

Les campagnes adulticides sont donc à proscrire, au moins lorsqu'elles visent à réduire la nuisance majeure que constituent les populations de *Culex quinquefasciatus*.

Qu'à Abidjan ces populations aient développé une résistance partielle accentuée à la Deltaméthrine utilisée comme adulticide, et qu'aucun autre insecticide usuel (donc peu onéreux) n'y soit utilisable, ne fait que renforcer la nécessité d'abandonner ce type de campagne et contraint à se tourner vers d'autres solutions.

- Arguments en faveur de la lutte par larvicide.

La solution qui vient immédiatement à l'esprit consiste à choisir l'autre terme de l'alternative; l'emploi de larvicides.

On a vu que le niveau général de sensibilité aux larvicides chimiques usuels des populations préimaginales de moustiques était faible ou nul, ceci étant particulièrement net en ce qui concerne *Culex quinquefasciatus* dans l'agglomération abidjanaise.

Deux produits, un insecticide biologique et un régulateur de croissance, ont en revanche donné d'excellents résultats lors des essais effectués dans le cadre de cette étude. Le premier, à base de *Bacillus sphaericus*, a été récemment appliqué avec un indéniable succès à Yaoundé (HOUGARD et coll., 1990) dans une campagne pilote concernant 80.000 habitants, soit le 1/10ème de la population de la capitale camerounaise ⁽²⁵⁾. Dans les conditions d'exécution, la réduction de la nuisance par *Culex quinquefasciatus* a dépassé 80%.

24. Attestée par la population et confirmé en 1985 par une évaluation (CORDELLIER et BOUCHITE) qui avait bien mis ce phénomène en évidence.

25. Cette campagne a été réalisée par traitement "à pied" de gîtes que nous avons groupés sous l'appellation "sanitaires individuels" et qui constituent à Yaoundé la majeure partie des gîtes de *Culex quinquefasciatus*. Elle a le double mérite de confirmer l'efficacité du *Bacillus sphaericus* et de montrer que les gîtes de ce type, qui n'ont pas été traités lors des essais effectués à Abidjan, peuvent être efficacement contrôlés par ce moyen.

La lutte contre les stades préimaginaux de moustiques par insecticides non chimiques est donc réalisable.

Est-elle la panacée?

- Limites des campagnes larvicides.

Deux remarques s'imposent:

- Il n'a été question jusqu'ici que des gîtes de *Culex quinquefasciatus*
- Pour les gîtes qui ont fait l'objet des essais, on a pu observer qu'un assainissement préalable permettait une action nettement plus efficace du larvicide.

Ces remarques attirent l'attention sur l'importance que peuvent avoir l'origine, les dimensions, la distribution, l'utilisation, l'accessibilité, etc,... des divers gîtes des trois espèces qui constituent notre cible en milieu urbain, et sur les modalités d'action qu'il convient d'adopter pour atteindre à la plus grande efficacité possible.

Aedes aegypti et *Anopheles gambiae* ne se développent pas dans les mêmes gîtes que *Culex quinquefasciatus* et n'ont pas non plus de gîtes communs ⁽²⁶⁾.

Les actions à conduire pour stopper, ou au moins réduire à un faible niveau, la production d'adultes doivent donc être déterminées en fonction de chaque cible.

On se souvient que les gîtes ont été classés en trois types:

- gîtes naturels,
- gîtes d'aménagement urbain,
- gîtes de pollution urbaine.

On a pu établir une bonne correspondance entre ces trois catégories de gîtes et chacune des espèces responsables, globalement, de la nuisance observée dans l'agglomération.

Il faut souligner que cet essai de simplification appelle une restriction majeure résultant des effets de la pollution sur les gîtes d'aménagement, ou de leur manque d'entretien.

La démarche consiste, dans un premier temps, à "trier" les gîtes selon les critères suivants:

- gîtes [A] où une action par larvicide est suffisante et efficace,
- gîtes [B] où l'action de larvicides doit être précédée par une lutte physique,
- gîtes [C] où la lutte physique constitue la seule méthode efficace.

Les "récipients abandonnés", gîtes typiques de pollution urbaine, se rangent sans aucune exception dans la catégorie [C]. Leur nombre, leurs dimensions et leur dispersion n'autorisent, en effet, aucun espoir d'efficacité d'une application d'insecticide.

Ces gîtes potentiels doivent donc être systématiquement éliminés et aucun ne doit plus être créé. Un tel objectif ne peut être atteint qu'avec le concours de tous les habitants, et ce concours ne peut être acquis que par une campagne de sensibilisation "explicative" réalisée à l'initiative des autorités municipales.

Les gîtes de "stockage d'eau" pose un problème complexe car ils sont à la fois des gîtes de pollution et d'aménagement, ou plutôt d'absence d'aménagement.

Essentiellement dûs ⁽²⁷⁾ à l'absence ou à l'insuffisance du réseau de distribution d'eau, on ne peut interdire, avec quelque chance d'être entendu, une telle pratique.

A court terme, on peut recommander la vidange totale et le nettoyage réguliers de ces gîtes, et l'élimination de tous les récipients usagés inutilisés (qui sont alors à classer dans la catégorie précédente). C'est donc un problème d'éducation sanitaire.

A moyen et long terme, le problème peut être résolu par l'installation généralisée du réseau de distribution d'eau. C'est alors un problème d'aménagement urbain.

26. On parle ici des gîtes typiques, dits "normaux", de ces espèces. Lorsque l'une d'elle colonise secondairement d'autres gîtes, ce sont nécessairement ceux qui sont "normalement" utilisés par l'une des deux autres espèces et le problème sera automatiquement traité au niveau de celles-ci.

27. Mais pas totalement car "les pesanteurs culturelles" peuvent le faire subsister sans véritable nécessité.

Le traitement de ces gîtes est possible, par utilisation du Téméphos en granulé, bien que cette pratique soit souvent mal acceptée par les usagers.

Pour l'immédiat, on classera ces gîtes dans la catégorie [B].

Les "sanitaires individuels", tels que nous les avons défini lors des prospections, ne constituent pas un groupe de gîtes homogène. Il convient dans cette analyse de rattacher le "Tout à l'égout" au groupe d'assainissement collectif, et de traiter globalement le problème des effluents sauvages, qu'ils soient individuels ou collectifs. C'est donc des puisards, latrines et fosses septiques que nous parlons maintenant.

Ce sont des gîtes qui appartiennent au groupe des "aménagement urbains", qu'il n'est donc pas question de supprimer.

Normalement clos, ils ne devraient pas contribuer au potentiel de développement de *Culex quinquefasciatus*. C'est donc au niveau de leur étanchéité qu'il convient d'agir.

Il s'agit encore d'un problème d'éducation sanitaire.

Le traitement efficace de tels gîtes est possible et efficace, les résultats obtenus par la campagne pilote de Yaoundé le prouvent, mais la réalisation de tels traitement est une charge très lourde que la lutte physique permettrait d'éviter à moyen terme.

En toute logique, ces gîtes devraient être classés dans la catégorie [C] mais compte tenu de la difficulté d'obtenir rapidement de la population qu'elle procède aux travaux nécessaires, on les rangera pour l'instant dans la catégorie [B].

Les "assainissements collectifs" constituent également un groupe hétérogène. On ne considérera ici que les ouvrages édifiés sous le contrôle des services d'urbanisme, servant à la circulation des eaux pluviales ou usées dont l'entretien revient aux services responsables de la collectivité. Il s'agit pour l'essentiel du réseau de tout à l'égout, des caniveaux, des collecteurs, des fossés et des bassins de décantation, qui sont tous, à l'origine, des gîtes d'aménagement urbain.

Normalement, c'est à dire bien conçus, régulièrement entretenus et "respectés" par la population, ces gîtes devraient pouvoir être classés dans la catégorie [A]. On dispose en effet de produits efficaces pour agir, mais le fait qu'ils aient été transformés trop souvent en gîtes de pollution urbaine conduit à les classer dans la catégorie [B].

La solution "physique" repose sur une action conjointe des responsables municipaux et de la population. Les premiers devront inviter les seconds à ne pas transformer les voies de circulation d'eau en poubelles et à ne pas procéder à des branchements pirates sur les réseaux souterrains (éducation sanitaire) tout en assumant leur part de responsabilité en procédant à un entretien régulier des ouvrages des différents réseaux.

Les "effluents sauvages", comme les récipients abandonnés sont des gîtes de pollution urbaine. A la différence des récipients abandonnés, leur existence ne résulte pas uniquement de l'incivisme, de la négligence et de la malpropreté des habitants. Même si c'est incontestablement la cause première, l'absence ou le mauvais entretien d'ouvrages d'assainissement permettant le drainage des eaux participe à leur création.

Ces gîtes, sous toutes leurs formes, doivent être éliminés. Les pouvoirs publics, notamment par l'aménagement d'ouvrages sanitaires et l'aplanissement des espaces publics, ainsi que la population, en veillant à ne laisser s'écouler les eaux usées que vers des ouvrages prévus à cet effet, doivent contribuer à cette élimination.

La nature de ces gîtes et leur caractère souvent erratique interdisant pratiquement leur traitement par produit insecticide, on les classera dans la catégorie [C].

Les "eaux stagnantes", ont presque toujours un caractère selvatique. Bien que cela soit théoriquement possible, on ne peut envisager, pour de multiples raisons, de les traiter par produits insecticides, qu'il s'agisse de marécages et de zones inondables (gîtes à *Mansonia*) ou de mares et petites dépressions du sol d'origines diverses (gîtes à *Anopheles gambiae*).

L'assainissement des espaces non bâtis constitue la seule mesure capable de réduire la production de ces espèces.

Ces gîtes sont donc classés dans la catégorie [C].

On peut conclure cette revue des gîtes en disant que:

- aucun d'eux, sauf dans le cas exceptionnel, et improbable, d'un parfait entretien des "assainissements collectifs", ne peut faire uniquement l'objet d'une campagne de lutte par application d'un insecticide,
- les gîtes selvatiques et les gîtes de pollution urbaine ne peuvent donner lieu qu'à une lutte "physique",
- les gîtes d'aménagement urbain, incluant les "stockages d'eau", doivent faire l'objet d'une lutte dite "intégrée" qui consiste à combiner la lutte physique et la lutte classique par insecticide, en faisant toujours précéder la seconde par la première.

En matière de lutte contre *Anopheles gambiae* et *Aedes aegypti*, cette conclusion met en évidence les chances assez faibles de parvenir au succès en l'absence d'une campagne très convaincante d'éducation sanitaire.

Il faut donc rappeler, même si leur efficacité est toute relative, qu'il existe des moyens de protection individuelle et familiale qui visent à réduire la nuisance au niveau des adultes de moustiques.

Les bombes insecticides, les plaquettes pour diffuseurs électriques et les serpentins, sous réserve que la Deltaméthrine ne soit pas leur seul composant actif, peuvent être utilisés contre ces deux espèces (et bien sûr *Culex quinquefasciatus*) ... à l'intérieur des habitations.

Les moustiquaires imprégnées d'insecticide peuvent être utilisées, plus particulièrement contre *Anopheles gambiae*, mais il faut dans ce cas également veiller à ne pas utiliser un insecticide devenu plus ou moins totalement inefficace à Abidjan.

Stratégie et mise en oeuvre.

1.- Définition et principes à respecter.

La réduction de la nuisance par piqûre de moustique dans l'agglomération abidjanaise devra être multiforme et adaptée.

Selon le type de gîte et son appartenance à l'un des groupes précédemment définis, on entreprendra, soit une lutte "physique" ⁽²⁸⁾, soit une lutte "intégrée"

Cette dernière devra toujours commencer par la lutte physique.

Les opérations répertoriées (2 et 3) devront impérativement être conçues et réalisées avec une absolue rigueur.

Il conviendra:

- de les planifier à long terme,
- de prévoir la mise en place préalable de tous les moyens, financiers, matériels et humains prévus par le plan d'intervention,
- de mettre en place toute structure nécessaire à la réalisation des objectifs fixés,
- d'assurer une parfaite coordination des opérations,
- d'en surveiller la bonne exécution (calendrier, exécution technique, etc ...)
- d'évaluer les résultats.

Ces exigences ne semblent pouvoir être respectées que si trois conditions sont remplies, les deux premières répondant de la troisième:

- Constitution d'un Comité responsable au sein d'un organisme à caractère scientifique,
- Désignation d'un Conseiller scientifique, expert en problème de lutte anti-vectorielle,
- Elimination absolue de toute préoccupation mercantile à toutes les phases de l'intervention.

2.- Mise en oeuvre de la lutte physique.

Rappelons que, selon le type de gîte, cette lutte peut prendre deux formes:

- élimination des gîtes, ou au moins réduction drastique de leur nombre,
- suppression des facteurs responsables du risque ou de son aggravation.

Ces deux types d'actions appellent une intervention à trois niveaux:

- **Autorités municipales** (centrales et communales)
 - Entretien et nettoyage des ouvrages d'assainissement collectif. Préalable absolument indispensable à toute autre action.
 - Assainissement des espaces non bâtis (assèchement, nettoyage, arasement, etc ...)
 - Amélioration de l'efficacité du système de collecte des ordures ⁽²⁹⁾.

..28. Souvent appelée lutte "mécanique". Ce terme n'a pas été retenu ici pour éviter l'assimilation avec l'emploi d'outils ou d'engins quelconques.

29. Remarquons que le meilleur système ne peut être efficace que dans la mesure où la population se comporte "proprement".

- Aménagements d'ouvrages d'assainissement dans les quartiers qui en sont dépourvus.
- Amélioration des ouvrages existant. C'est un programme de longue haleine qu'il faut donc mettre en oeuvre dans les plus courts délais.
- Extension du réseau de distribution d'eau.

- Comité responsable

- Suivi de l'exécution des opérations de lutte physique.
- Elaboration et mise en oeuvre d'un programme d'Education Sanitaire ⁽³⁰⁾

Ceci comporte:

- *primo* l'élaboration du "discours" qui devra être explicatif ⁽³¹⁾, mobilisateur et responsabilisant,
- *secundo* la mobilisation et l'utilisation des media, *tertio* la mobilisation de structures relais (enseignement primaire et secondaire, groupements et associations de toute nature ayant notamment une implantation au niveau du quartier ou de la commune) afin de prolonger et d'approfondir l'action médiatique par des contacts directs.

- Population.

- Toute action recommandée par le programme d'Education Sanitaire visant à l'élimination des gîtes de pollution, à la suppression des facteurs de risque au niveau des "sanitaires individuels", au respect des installations et ouvrages d'assainissement collectif, etc ...

3.- Mise en oeuvre de la lutte par larvicide.

Elle suppose l'adoption d'une démarche globale. Elle doit être planifiée à moyen terme et non "au coup par coup". Elle nécessite enfin que soient prises en considération des actions "périphériques".

Les campagnes ne pourront être exécutées valablement sans que soit effectué un relevé exhaustif de tous les gîtes (sanitaires individuels et assainissements collectifs) à traiter ⁽³²⁾.

L'insecticide étant choisi, il faudra déterminer:

- le dosage à adopter
- la technique d'application,
- le matériel à utiliser,
- le personnel (qualification et effectifs) nécessaire,
- la période favorable au traitement,
- la périodicité de ces traitements ⁽³³⁾,
- l'articulation en "sous campagnes" ⁽³⁴⁾,

Il sera indispensable de prévoir les actions "périphériques" suivantes:

- évaluation des campagnes (captures de contrôle, surveillance des gîtes),
- évaluation expérimentale périodique des insecticides utilisés,
- évaluation de la sensibilité des moustiques locaux pour des insecticides de remplacement, complémentaires ou alternatifs.

30. C'est à ce niveau que la création d'un Comité responsable se révèle indispensable. La population considère généralement que le problème de la nuisance par piqûre de moustique et des remèdes à lui apporter sont du ressort des autorités municipales. Elle aura donc tendance à ne voir dans un programme d'éducation sanitaire proposé par celles-ci, qu'une manœuvre visant à se débarrasser du problème, et donc à ne pas le suivre ou même le rejeter.

31. A deux niveaux: - la biologie des moustiques, car peu de gens savent que ces insectes se développent dans l'eau, - la répartition des tâches entre autorités responsables et population, afin d'éviter un phénomène de rejet des mesures préconisées.

32. Cf. la campagne pilote de Yaoundé.

33. On peut prévoir "idéalement" une phase d'attaque initiale, nécessitant plusieurs traitements successifs, puis une phase d'entretien ne comportant qu'un nombre restreint d'applications. Tout dépendra en fait de l'efficacité de la lutte physique préalable.

34. Il existe, au sein de l'agglomération, un certain nombre de barrières naturelles (lagune, secteurs pas ou peu urbanisés) interdisant ou réduisant fortement la réinvasion par les moustiques de zones traitées à partir de celles qui l'ont pas encore été. Compte tenu de l'étendue de l'agglomération il est en effet impossible d'effectuer les traitement en totale simultanéité.

4.- Implications des points précédents.

Le problème de la désignation d'une structure capable de prendre en charge le projet proposé est particulièrement crucial.

Travailler en milieu urbain, sur un problème aussi sensible et dans un domaine où les intérêts politiques et les préoccupations scientifiques font rarement bon ménage, ne peut certainement pas être considéré comme une sinécure.

Il faut, à notre avis, confier cette lourde responsabilité à l'Institut d'Hygiène, et faire du Directeur de cet Institut le Président du Comité responsable.

Ce choix ne doit pas être "honorifique" et rester lettre morte sur le plan de l'efficacité. Il implique que les moyens nécessaires à une action efficace soient donnés à l'Institut d'Hygiène: - moyens financiers, - équipements, bien sûr mais aussi et surtout: - moyens humains et "autorité". La réalisation de ce projet passe par la création d'un Service d'Entomologie médicale ⁽³⁵⁾ avec au minimum un Chercheur comme responsable, deux techniciens supérieurs, et une équipe de techniciens d'assainissement. Il faut également donner autorité, et contribuer à la faire respecter, sur les services d'hygiène municipaux, afin que n'importe qui ne fasse pas n'importe quoi.

La désignation d'un Conseiller Scientifique constitue également un gage de réussite.

Ce ne peut être qu'un chercheur sénior, spécialiste des problèmes de lutte anti-vectorielle et ayant une solide expérience des écosystèmes tropicaux.

A notre connaissance, un seul homme actuellement en Côte d'Ivoire correspond à ce profil; il s'agit de M. François RIVIERE, Dr. es-Sciences, Directeur de l'Institut Pierre RICHET (I.P.R.).

**Il n'existe pas de remède miracle !
Le programme proposé est certes ambitieux et délicat à conduire,
et il faudra beaucoup de rigueur, de volonté et de persévérance,
mais il n'est pas "impossible"
mot qui n'est d'ailleurs pas ivoirien si l'on en croit le Président de la République.**

35. Le problème de la nuisance par piqûre de moustique n'est pas le seul qui relève d'un tel service. Le Paludisme, pour ne citer que cette maladie, en est un autre, loin d'être négligeable.

RECOMMANDATIONS.

Dans le Chapitre «Commentaires et Synthèse», nous avons dégagé les lignes de forces d'un plan d'intervention susceptible de conduire à une réduction significative de la nuisance par piqûre de moustiques sur le territoire des dix communes composant l'agglomération abidjanaise.

L'essentiel y figure. Les détails techniques peuvent être fournis à tout instant.

Afin de résumer les conclusions auxquelles nous sommes arrivés après analyse des études effectuées dans le cadre du projet E.P.D.A., à la lumière des données récentes concernant la lutte contre les moustiques en milieu urbain, nous ferons les recommandations suivantes:

1. - Dans une agglomération telle qu'Abidjan, il convient d'adopter un plan de lutte multiforme,
 - soit "intégrée", par combinaison d'épandages d'un larvicide localement efficace et d'une lutte "physique" préalable,
 - soit uniquement "physique".
2. - Le choix des modalités de lutte devra se fonder sur le classement des gîtes, de catégorie [B] ou [C].
3. - Dans le cadre de la lutte intégrée, on utilisera en priorité un larvicide à base de *Bacillus sphaericus*.
4. - L'emploi du régulateur de croissance, second larvicide ayant donné d'excellents résultats lors des essais, nécessite la vérification préalable de son innocuité sur la faune lagunaire non cible. Il faudra donc procéder rapidement aux tests nécessaires afin de pouvoir se prémunir contre toute baisse éventuelle d'efficacité de l'insecticide biologique recommandé.
5. - Il est absolument impératif de se pénétrer de l'idée que la nuisance par piqûre de moustiques dans l'agglomération abidjanaise ne peut être totalement supprimée mais qu'elle peut être significativement réduite à la seule condition que les opérations relevant de la lutte physique soient considérées comme essentielles et prioritaires.
6. - La lutte physique devra comporter une action conjointe et coordonnée des autorités et des administrés selon une répartition définie dans le paragraphe «Stratégie et mise en oeuvre.»
7. - La participation indispensable de la population à la lutte physique ne pourra être obtenue que par la mise en oeuvre d'une campagne d'Education Sanitaire explicative et mobilisatrice. Il conviendra donc d'accorder une attention toute particulière à l'élaboration de cette campagne, à sa réalisation, et à son suivi sur le terrain.
8. - La désignation de l'Institut d'Hygiène comme maître d'oeuvre des campagnes de lutte apparaît comme la seule voie conduisant à une planification rigoureuse et scientifique et à une exécution ne laissant au hasard qu'un minimum de place.
Le Directeur de cet Institut devra constituer, en plein accord avec les autorités municipales, un Comité responsable chargé de la planification et du suivi des campagnes. Il en prendra la présidence.
9. - Pour pouvoir faire face à cette lourde tâche, l'Institut d'Hygiène doit être renforcé sur tous les plans, en particulier par la création d'un Service spécialisé disposant d'un potentiel humain suffisant.
10. - Il sera indispensable de pouvoir disposer, au titre de Conseiller Scientifique, du concours d'un éminent spécialiste résidant en Côte d'Ivoire.

Bouaké, le 11 février 1991.