

STRATEGIES DE LUTTE ANTIVECTORIELLE

**CARNEVALE Pierre**  
**ORSTOM**  
Yaoundé, Cameroun

En 1911 notre glorieux aîné Sir Ronald Ross écrivait «l'histoire du paludisme est une grande leçon pour l'humanité : nous devons être plus scientifique dans notre mode de pensée et plus pratique dans nos modes d'action. Le fait d'avoir négligé cette leçon a déjà coûté un grand nombre de vies humaines et la prospérité dans de nombreux pays».

70 ans plus tard, cette réflexion de Ronald Ross nous paraît plus que jamais d'une brûlante actualité. Etant donné que le paludisme est une maladie due à un *plasmodium* transmis d'homme à homme par un vecteur biologique du genre *Anopheles*; la lutte anti-paludique peut donc avoir 2 axes principaux :

**I-LA LUTTE CONTRE LE PARASITE**

elle peut s'envisager à au moins 4 niveaux:

- a- empêcher le parasite de s'introduire ou se développer dans l'organisme;
- b- éliminer le parasite déjà présent avant qu'il n'entraîne des manifestations cliniques;
- c- éliminer le parasite lors des manifestations cliniques pour empêcher la mortalité;
- d- faire en sorte que le parasite ne soit pas infectant pour le vecteur de sorte que la population anophélienne ne puisse plus le transmettre aux autres sujets humains.

Tout ceci sera évoqué ultérieurement.

**II-LA LUTTE ANTI-VECTORIELLE**

La lutte anti-vectorielle est le complément indispensable de la lutte anti-plasmodiale et le développement actuel de la résistance de *Plasmodium falciparum* à la chloroquine suscite un regain d'intérêt par la lutte contre le vecteur qui représente la première méthode de prévention contre le paludisme. Cette lutte peut s'envisager selon 2 principes fondamentaux et complémentaires :

- 1- éviter le contact homme/vecteur;
- 2- tuer ou éliminer les vecteurs, ou réduire leur population à des niveaux tels que la transmission s'arrête.

## SESSION STRATEGIES DE LUTTE

### 1-Eviter le contact homme/moustique

De très nombreuses méthodes ont été envisagées et employées pour éviter la piqûre des moustiques.

Hippocrate avait remarqué que les gens vivant près des marais faisaient des accès fébriles bien caractérisés avec splénomégalie, tandis que ceux vivant loin des marais étaient indemnes de telles fièvres et n'avaient pas de splénomégalies. Aussi, pour éviter ces fièvres intermittentes, Hippocrate préconisait de vivre loin des marais. On peut donc considérer que le père de la médecine est également le premier épidémiologiste du paludisme et le premier à avoir développé une excellente et simple méthode de lutte anti-paludique : Hippocrate est le premier paludologue.

Les processus d'évitement des piqûres peuvent s'envisager également selon 2 axes principaux:

**a- utiliser des méthodes physiques** comme les grillages de fenêtre et les moustiquaires de lit. Il faut souligner que cette méthode avait été recommandée dès 1910 par Ronald Ross comme une méthode de prévention du paludisme.

Ces méthodes suscitent également un grand regain d'intérêt en augmentant l'efficacité protectrice de grillages ou moustiquaires en les imprégnant avec un insecticide pyrethrinroïde. Nous y reviendrons plus longuement.

**b- utiliser des méthodes chimiques** comme les différents répulsifs actuellement disponibles et tous de bonne efficacité. Les répulsifs peuvent être mis:

-directement sur la peau;

-sur les vêtements ou des bouts de tissus entourant les chevilles, là où les moustiques ont une forte propension à piquer;

-dans un savon, c'est une méthode qui vient d'être développée par un collègue australien et des études sont en cours (notamment au centre Muraz).

Les problèmes des répulsifs sont bien connus : courte durée d'action et prix relativement élevé. De sorte que leur emploi n'est envisageable que dans certaines conditions.

### 2-Tuer, éliminer ou réduire les populations anophéliennes

Les moyens disponibles actuellement relèvent de 3 catégories et s'adressent:

- aux stades aquatiques;
- aux stades adultes.

### **a-Lutte anti-larvaire**

La lutte anti-larvaire peut s'envisager selon 3 méthodes principales:

*-modification de l'environnement appelée également «source reduction».* Lorsque les gîtes sont bien localisés on peut envisager de drainer les eaux ou améliorer les marais ou planter des arbres favorisant l'assèchement. Les exemples les plus fameux étant l'assèchement des marais Pontins, ainsi que les actions menées dans les marécages de Brooklyn au début du siècle en y plantant des Eucalyptus.

Ceci peut également être envisagé par une bonne gestion de l'eau lors d'aménagements hydro-agricoles comme les zones de riziculture, le drainage régulier des caniveaux pour empêcher la stagnation de l'eau, etc.

Ces mesures envisageables à petite et grande échelles sont nombreuses, mais elles impliquent toutes, 2 points principaux: une bonne connaissance de la biologie des vecteurs en cause et une participation active à la fois des communautés villageoises et des autorités centrales.

Un des meilleurs exemples peut être donné par la réduction facilement réalisable de certains gîtes larvaires d'*Anopheles gambiae*. Je veux parler des célèbres trous d'emprunt de terre faits par les villageois pour préparer les briques pour construire leurs maisons. Ces trous constituent de remarquables gîtes larvaires qu'on peut facilement éviter, simplement en rebouchant le trou après usage.

Tout ceci, implique donc une éducation et une information permanente des populations et des décideurs politiques.

### *-moyens chimiques de lutte anti-larvaire :*

Autrefois, et parfois encore actuellement, on utilisait l'épandage d'un film d'huile (minérale, huile de vidange de voiture,...) sur la surface du gîte larvaire, ceci entraînant la mort par asphyxie des larves de moustiques.

Actuellement la lutte chimique est essentiellement basée sur l'emploi de l'Abate qui est un excellent produit (largement utilisé dans la lutte contre les simuliés), d'une relative innocuité pour la faune non cible.

Récemment ont été testés des insecticides biologiques comme les fameux *Bacillus thuringiensis* sérotype H14 et *Bacillus sphaerius*. Leur emploi à grande échelle est encore difficilement envisageable dans la lutte anti-paludique dans les pays en développement de part leur faible rémanence entraînant le renouvellement fréquent des épandages (ceci surtout pour le *Bacillus thuringiensis*). Egalement sont en cours d'essai des nouveaux produits qui sont des régulateurs de croissance de type juvénole et ectysoïde, testés d'ailleurs au centre Muraz, centre collaborateur de l'Organisation mondiale de la santé.

## SESSION STRATEGIES DE LUTTE

### *-lutte biologique :*

Pour mémoire je citerai les possibilités souvent envisagées de lutte biologique par des poissons larvaires (*Gambusia*, *Wotobranchia*) qui, bien évidemment, ne sont envisageables que dans le cas de gîtes permanents. Or *A.gambiae* se développent surtout dans les petits gîtes temporaires.

On envisage également d'autres méthodes par des champignons parasites (*Coelomomyces*) mais on est encore loin de passer au stade réellement opérationnel à grande échelle en santé publique.

### Remarques:

D'un point de vue épidémiologique la lutte antilarvaire souffre d'un inconvénient majeur : elle ne réduit que la densité mais n'intervient pas sur la longévité des populations imaginaires. De sorte que pour envisager de rompre la transmission en zone de transmission continue ou saisonnière longue uniquement pour la lutte antilarvaire, il faut obtenir une efficacité de 99%. Ce qui rend utopique une lutte anti-paludique uniquement basée sur la lutte anti-larvaire dans certains faciès épidémiologiques.

Par contre dans certaines conditions éco-épidémiologiques ou socio-économiques la lutte anti-larvaire reste valable.

#### Par exemple :

- les îles, c'est le cas de la Réunion, Mayotte,...
- les oasis, où c'est envisagé;
- les cas où l'on a à faire à une espèce anophélienne exophile exophage donc pas touchée par les aspersions intra-domiciliaires.

### ***b-Lutte contre les adultes d'anophèles :***

là encore 3 méthodes principales peuvent être envisagées :

- la lutte biologique;
- la lutte chimique;
- la lutte physico-chimique.

*-la lutte biologique* est citée ici pour mémoire, de nombreux essais ont été faits, notamment ici avec des lachers de mâles stériles, malheureusement, nous n'avons pas eu la même chance que nos collègues des mouches tsé-tsé. Et on peut donc considérer que, pour l'instant, ça ne marche pas.

*-la lutte chimique* : les insecticides actifs contre les adultes, ou imagocides ont été, et restent, très utilisés.

L'un entre eux, le DDT, étant apparu tellement bon, à tous points de vue, que c'est sur ses épaules que s'est appuyé le programme mondial d'éradication du paludisme.

Malgré certains succès dans certains pays on sait ce qu'il advint de l'éradication et des éradicateurs. Et des paludologues vaincus par le DDT plus vite que les anophèles.

Actuellement, différents insecticides sont disponibles, et appartiennent à 4 grandes familles :

- les organochlorés comme le DDT, le dieldrine, le HCH;
- les organophosphorés comme le malathion, le fenthion, le fenitrothion;
- les carbamates comme le carbaryl, en landrin;
- les pyréthrinoïdes avec les nouveaux et excellents pyréthrinoïdes de synthèse que sont la perméthrine et la deltaméthrine. Plusieurs essais avec ce produit ont donné d'excellents résultats notamment au Congo.

Les considérations qui influencent le choix de tel ou tel insecticide sont essentiellement :

- son efficacité contre le vecteur visé;
- sa rémanence en fonction du substrat sur lequel il va être déposé;
- la facilité de son application dans les conditions locales;
- son innocuité sur la faune non cible (et bien sûr sur l'homme);
- son coût (et le rapport coût/efficacité).

Et surtout le choix de l'insecticide et son mode d'application est fonction de la biologie de l'anophèle en cause : il est évident qu'une excellente campagne d'aspersion intra-domiciliaire est absolument inefficace contre des anophèles exophiles et exophages. Malheureusement, cette évidence a parfois été oubliée et l'on a pu voir de telles opérations être lancées avec un échec assuré à la fin et un coût non négligeable.

Le produit employé ne doit pas avoir un effet trop irritant qui empêche le moustique de prendre une dose létale (ce qui a été le cas avec le DDT)

Donc avant d'entreprendre une vaste campagne de lutte anti-vectorielle avec les insecticides il faut :

- bien connaître la biologie des vecteurs;
- bien connaître le produit, son mode d'utilisation;
- bien connaître la sensibilité du vecteur au produit et évaluer l'évolution de cette sensibilité;
- bien connaître la faune non cible;
- bien connaître les coûts afférents à la campagne, etc.

Ce qui veut dire qu'il faut avoir des entomologistes bien formés et surtout il faut avoir une participation active des communautés qui sont souvent dérangées lors des campagnes d'aspersion.

Remarques :

L'aspersion intra-domiciliaire d'insecticides à effets rémanents est donc encore une excellente méthode mais son emploi nécessite de grandes précautions, de grandes connaissances à différents niveaux, des moyens, etc. qui font que cette méthode ne peut plus être utilisée comme elle l'était auparavant et son emploi ne doit se faire que dans certains contextes.

## SESSION STRATEGIES DE LUTTE

### *-moyens physico-chimiques :*

devant les difficultés techniques et financières des campagnes d'aspersions intra-domiciliaires, une large réflexion a été menée à différents niveaux, et actuellement de nouvelles méthodes de lutte anti-vectorielle ont été élaborées en joignant l'effet physique (moustiquaire) à l'effet chimique (insecticide).

Tel est le cas des moustiquaires imprégnées d'insecticide actuellement testées avec d'incontestables succès en Afrique de l'ouest par nos collègues de Gambie, nos collègues et amis de Bamako, l'équipe du centre Muraz ; en Afrique de l'est, en Tanzanie ; en Afrique centrale. Mais également en Amérique du sud, aux Indes, en Chine etc.

Il apparaît que cette méthode, (à laquelle il faut ajouter celle des rideaux imprégnés d'insecticide, testés récemment à Ouagadougou avec nos amis italiens), méthode de protection individuelle et familiale, semble bien marcher au niveau faisabilité et efficacité dans la lutte contre les nuisances culicidiennes et la transmission du paludisme.

Efficacité, utilisation sans technologie particulière, faible coût d'imprégnation, longue durée d'action... Ces nombreuses qualités font que nous pensons que les moustiquaires imprégnées d'insecticide peuvent actuellement constituer un bon outil complémentaire dans la lutte anti-paludique, en s'insérant parfaitement dans le cadre des soins de santé primaires et en permettant aux communautés d'être en meilleure santé en étant moins piquée par les moustiques dont les anophèles. Et c'est bien là le but ultime de la lutte anti-vectorielle dans la lutte anti-paludique.

### MEASURES IN VECTOR CONTROL

**Pierre Carnevale**

ORSTOM, Yaoundé, Cameroun

In 1911 our glorious senior Sir Ronald Ross wrote: «History of malaria is a great lesson for humanity: we must be more scientific in our mode of thought and more practical in our modes of action. The price for neglecting this lesson has already been a large number of human lives and prosperity in many countries».

Seventy years later Ronald Ross' statement is more than ever a question of the moment. Given malaria is an illness due to *Plasmodium* transmitted from man to man through a biological vector of *Anopheles* typem malarial control can therefore have two principal axes:

#### I. CONTROL OF THE PARASITE.

Control of the parasite can be seen in four different ways:

- a. Preventing the parasite from entering into or developing in the organism.
- b. Destroying the parasite which is already present before it leads to clinical manifestations.
- c. Destroying the parasite at the time of clinical manifestations to avoid mortality.
- d. Make it impossible for the anophele population to transmit the parasite to other human subjects by making it incapable of infecting the vector.

All this will be subsequently recalled.

#### II. VECTORIAL CONTROL.

Vector control is the essential complement of *Plasmodium* control and the present development in *P.falciparum* resistance to chloroquine is the cause of a revival of interest in the vector control which represents the first prevention method against malaria.

This challenge may be considered according to two basic and complementary principles:

1. Avoiding human/vector contact.
2. Killing or eliminating vectors or reducing their number in such a way as to stop transmission.

##### 1. Avoiding human/mosquito contact.

Many methods have been considered and used to avoid mosquito bites.

Hippocrates had realized that people living close to marshes were subject to distinctive feverish attacks with splenomegaly, whereas those living far from marshland were not subject to such fevers or splenomegalies. Therefore in order to avoid

## SESSION MEASURES IN MALARIA CONTROL

these intermittent outbreaks of fever Hippocrates recommended living away from marshes. The father of medicine may also be considered as the first malaria epidemiologist and the first to have developed a simple method of controlling malaria: Hippocrates was the first paludologist.

Avoiding bites may also be seen according to two principal axes:

**a. Using physical methods** such as netting on windows and mosquito nets on beds. We must recall this method had been recommended in 1910 by Ronald Ross as a method for preventing malaria.

Interest in these methods is also being renewed by increasing the protective efficiency of mosquito nets with an impregnation of pyrethroid insecticide. We will come back to this more lengthily.

**b. Using chemical methods** such as insect repellants - the ones available now being very efficient. These can be applied:

- directly onto the skin,
- on clothes or scraps of material tied around the ankles where mosquitoes seem to bite most.
- in soap; this method has just been developed by an Australian colleague and trials are being carried out.

Repellants have well-known setbacks: short time of action and relatively high prices. They can therefore only be used in certain conditions.

### 2. Kill, eliminate or reduce the *Anophele* populations.

The means available at present come from three categories and apply to:

- aquatic stages,
- adult stages.

#### **a. larval control**

Larval control may be considered according to three principal methods:

##### ***Environmental alteration or source reduction:***

When shelters are located, water draining, marshland improvement or tree planting may be considered to favour drying. The most famous examples of this being the drainage of Pontin marsh as well as actions carried out in the Brooklyn bogs at the beginning of the century by the planting of eucalypti.

This may also be considered through better water flow in hydro-agricultural instalments, as regular draining of gutters in areas of rice culture to avoid water stagnation, etc.

Measures which may be considered on a small and large scale are numerous but for all of them two principal points are involved: knowledge in the biology of the vectors and active involvement by both village communities and central authorities.

One of the best examples may be the easily realizable reduction of some larval shelters of *Anopheles gambiae*. I am talking of the holes dug by villagers to make bricks to build their huts with. These holes are remarkable larval hearths which can be avoided by filling up the hole after use.

Permanent education and the informing of populations and political leaders are therefore necessary.

### **Chemical means to control larvae:**

In the past and sometimes still now the spreading of a thin layer of oil (mineral, engine oil) on the surface of a larval shelters was used leading to death by suffocation of the mosquito larvae.

At present chemical control is essentially based on the use of Abate, an excellent product relatively innocuous for non target fauna.

Recently biological insecticides have been tested, such as *Bacillus thuringiensis* H14 serotype and *Bacillus sphaerius*. Their use on a wide scale in malaria control is still under consideration due to their low remanence requiring frequent spraying (essentially for *Bacillus thuringiensis*). New growth regulating products, juvenoids and extysoide types, are also being tested at Centre Muraz - WHO collaborating centre-amongst other places.

### **Biological control:**

As a reminder I will quote the possibilities often envisaged of biological control by larval fish (*Gambusia*, *Wotobranchia*) which of course, may only be considered in cases of permanent shelters. But *Anopheles gambiae* develops essentially in small temporary shelters.

Other methods such as parasitical fungii are also being envisaged but these are still far from being operational on a wide public health scale.

### **Notes:**

From an epidemiological point of view larval control has a major inconvenience; it reduces intensity but does not act on the longevity of imago populations. This means that to control larvae in a continual or long seasonal transmission area, 99% efficiency must be obtained. This makes malaria control based on larvae control utopian in some epidemiological facies.

However in some eco-epidemiological or socio-economical conditions larval control remains worthwhile. For instance:

- islands such as La Reunion, Mayotte;
- oases where this is being experimented;
- cases of exophile exophagous anophelian species not affected by intra-domiciliary spraying.

### **b. Controlling adult Anopheles.**

Here again three principal methods may be envisaged:

- biological control
- chemical control
- physio-chemical control.

**Biological control** is quoted here as a reminder of the many trials among which that of releasing sterile males; unfortunately we were not as lucky as our tsetse fly counterparts and we must at present regard this method as inefficient.

## **SESSION MEASURES IN MALARIA CONTROL**

### ***Chemical control:***

Insecticides active for adults and imagoes have been and remain widely used.

Among them DDT seemed so efficient from all points of view that the world eradication programme for malaria recommended it.

Despite success in some countries we know what became of eradication and eradicators. And paludologists were defeated by DDT before *Anopheles*.

At present various insecticides are available belonging to four categories:

- organochlores such as DDT, dieldrine, HCH,
- organophosphorese such as malathion, fenthion,
- carbamates such as carbaryl, enlandrin,
- pyrethrinoides with excellent new synthetic pyrethrinoides such as permethrine and deltamethrine. Several trials with this product, notably in Congo, have shown excellent results.

Choice of insecticide is essentially influenced by the following considerations:

- its efficiency against the vector;
- its remanence in relation to the substrat on which it will be set;
- how easily it may be applied in local conditions;
- its innocuousness on non target fauna (and on man, of course).
- its cost (and cost/efficacy).

Also the choice of insecticide and its application mode are related to the biology of the *Anopheles* in question: it seems obvious an excellent intrahabitation spraying campaign is totally inefficient against exophile and exophagous *Anopheles*. Unfortunately this evidence seems sometimes forgotten and such operations have been set up that obviously end in failure at considerable cost. The product used must not have too irritant an effect as this would prevent the mosquito from taking a lethal dose (which has been the case with DDT).

Therefore before undertaking a vast campaign in vectorial control with insecticides the following must be known:

- biology of the vectors;
- product and its utilization mode;
- sensitivity of the vector to the product and evaluation of the development of this sensitivity;
- non target fauna;
- different costs of campaign etc.

This means well trained entomologists are needed and also an active involvement of the population who are often disturbed by spraying campaigns.

### **Notes:**

Intra-domicillary spraying of insecticides with remanent effect is therefore still an excellent method but its use requires great precautions, training on different levels, means etc. This method may therefore not be used as it was beforehand and it can only be used in some contexts.

### ***Physio-chemical means:***

Faced with the technical and financial difficulties of intra-domiciliary spraying campaigns a large reflexion was carried out on different levels, and new methods of vectorial control have been drawn up joining both the physical (mosquito net) and chemical (insecticide) effects.

This is the case of mosquito nets impregnated with insecticide at present being tested with great success in West Africa by our colleagues in Gambia, our colleagues and friends in Bamako, the team at Centre Muraz; in East Africa in Tanzania; in Central Africa. But also in South America, India, China etc.

It seems this method (to which must be added that of curtains impregnated with insecticide recently tested by our Italian friends in Ouagadougou), individual and family method seems worthwhile on feasibility and efficiency levels in culicidian nuisance and malaria transmission control.

Efficiency, use without particular technology, low impregnation cost, long duration... These many advantages lead us to believe impregnated mosquito nets can at present form a good complementary tool in malarial control, fitting into the frame of primary health care perfectly and enabling populations to be in better health, less stung by mosquitoes of which *Anopheles*. And this is the final aim of vectorial control in the fight against malaria.

Carnevale Pierre. (1988).

Stratégies de lutte antivectorielle = Measures in vector control.

In : Actes de la conférence internationale sur les stratégies de lutte contre les paludismes = Proceedings of the international conference on malaria control. Bobo-Dioulasso : OCCGE, 81-91.

Conférence Internationale sur les Stratégies de Lutte contre les Paludismes = International Conference on Malaria Control, Bobo-Dioulasso (BFA), 1988/04/11-14.