

# ORSTOM

L'INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

Laboratoire de Primatologie  
du Programme SIDA ORSTOM

## Ecologie des singes d'Afrique de l'Ouest; intérêt pour la compréhension du SIDA humain.

Texte de référence de la Conférence  
donnée à la journée SIDA de l'ORSTOM,  
18 septembre 1992, Montpellier, France.

par

**Gérard GALAT\* et Anh GALAT-LUONG\***

\* Centre ORSTOM, BP 1386, Dakar, SENEGAL

## 1 INTRODUCTION

### 1.1 LE CONTEXTE

#### 1.1.1 HIV et SIV

Le SIDA est causé chez l'Homme par deux virus de la famille des rétrovirus. L'un, HIV1, est répandu sur toute la planète, l'autre, HIV2, est endémique à l'Afrique de l'Ouest, avec un épïcentre en Guinée Bissau et au Sud du Sénégal. Des rétrovirus de la même famille existent chez de nombreux autres mammifères (chat, chèvre, Primates, etc.). Les plus intéressants sont ceux des Primates, phylogénétiquement les plus proches.

Chez quels Primates a-t-on trouvé des rétrovirus à l'état naturel?

On en a trouvé chez deux espèces de Cercopithèques, le Cercopithèque à diadème, et ceux du groupe *Cercopithecus aethiops*, qui comprend le Singe vert, le Tantale, le Grivet et le Vervet. Nous en avons détecté un chez un troisième Cercopithèque, le Singe rouge ou Patas, nous espérons son isolement pour bientôt. On en a décrit encore chez deux espèces voisines des Babouins, le Mangabé et le Mandril, et chez un Anthroïde, le Chimpanzé.

Parmi eux, SIVagm, S pour Simien au lieu de H pour Humain, agm pour *African Green Monkey*, le Singe vert, nous intéresse particulièrement: il a déjà été très étudié et des séquences consensus de son génotype ont été publiées.

Mais surtout:

d'un côté, non seulement il est suffisamment semblable au HIV de l'Homme pour être détecté à l'aide des kits humains, mais en plus, son séquençage a montré que HIV2 ressemble plus à SIVagm qu'il ne ressemble à HIV1;

de l'autre côté, aucun cas de maladie semblable à un SIDA n'a été décrit chez un Singe vert séropositif.

On conçoit que l'étude de la biologie comparée de rétrovirus comme celui-ci puisse apporter une meilleure compréhension des rétrovirus de l'Homme.

#### 1.1.2 Variabilité et apathogénicité

On peut envisager deux possibilités: ou bien le virus du Singe vert n'est pas pathogène, ou bien le Singe vert est naturellement résistant.

Dans le cas d'un virus non-pathogène,

d'une part, nous voulons comprendre pourquoi, ce qui revient à déterminer quelles sont les variations qui rendent ou non une souche pathogène;

d'autre part, on peut espérer trouver une souche immunisante pour l'Homme tout en restant non-pathogène pour lui comme elle l'est chez le Singe vert.

On peut aussi chercher à comprendre cette résistance du Singe vert. Elle peut être conçue comme le résultat d'un équilibre naturel, aboutissement d'une sélection réciproque du type hôte-parasite. C'est un phénomène fréquent dans le cadre de l'évolution parallèle des parasites au sens large et de leurs hôtes: le parasite sélectionne les individus les plus résistants chez l'hôte, les plus susceptibles de lui permettre de se reproduire. L'hôte sélectionne les variétés les moins pathogènes du parasite en leur fournissant une plus forte probabilité de se reproduire.

Sorti de ce cadre, les équilibres sont en effet rompus: l'inoculation de souches de rétrovirus de simiens africains à des singes du continent asiatique, macaques par exemple, peut induire une pathologie très semblable à un SIDA, et même provoquer la mort en moins d'un an.

Nous démarrons avec le Dr BARRE-SINOSSI un programme d'infections croisées à l'échelle de la sous-espèce sur des Singes verts d'origine très éloignées, d'Afrique de l'Ouest et d'Afrique centrale, en espérant que pour ces souches et sous-espèces, ces processus n'ont pas joué non-plus.

Dans tous les cas, le mot clé est **variabilité**.

## 1.2 L'ORIGINE DES RETROVIRUS : DEUX HYPOTHESES

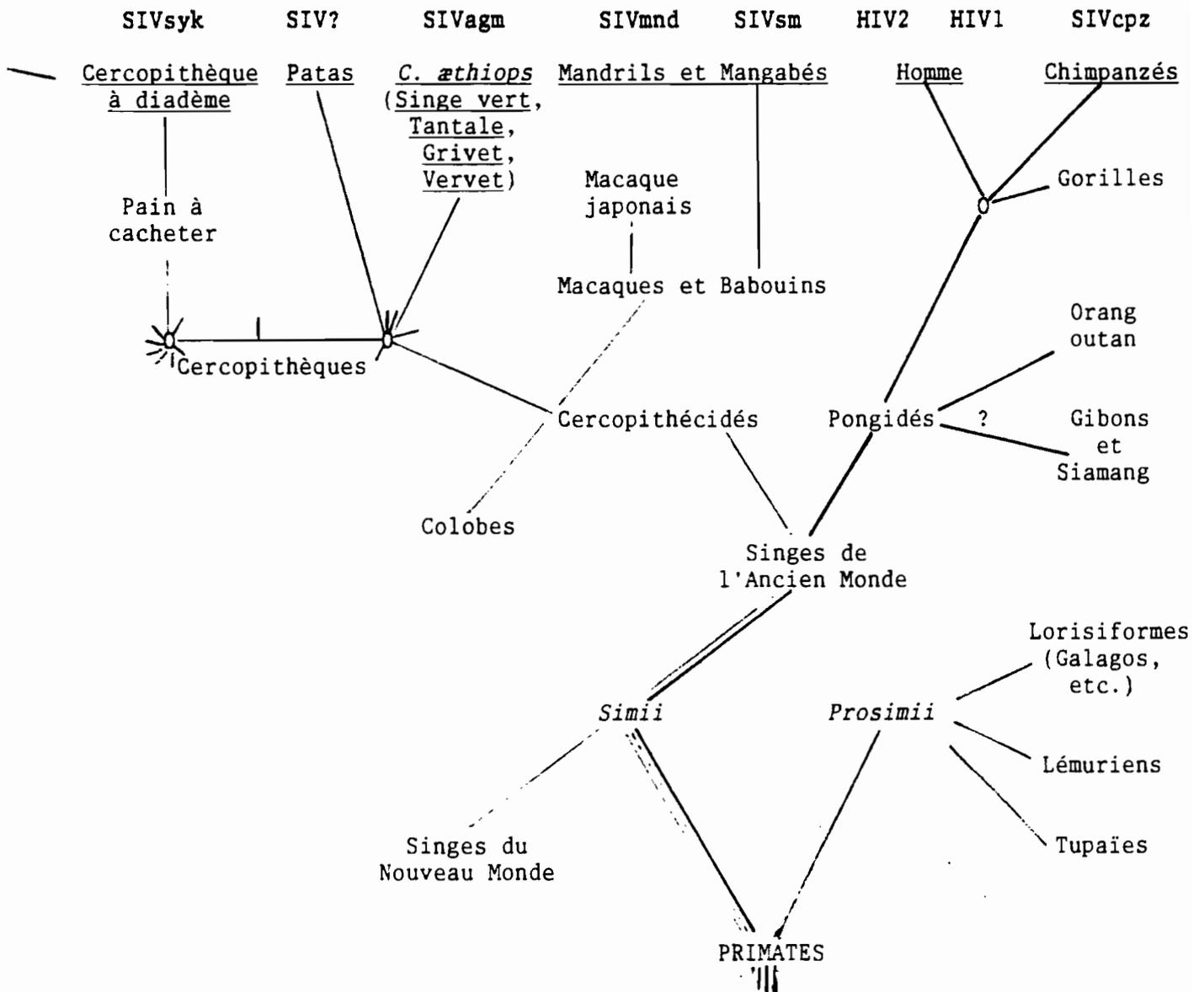
On peut émettre deux hypothèses sur l'origine de ces rétrovirus.

### 1.2.1 Même origine phylogénétique

Pour tester cette première hypothèse, il convient d'étudier la biologie comparée des rétrovirus d'espèces différentes de Primates. Le but est de détecter les variations génétiques des souches et de les confronter à la distance phylogénétique des espèces hôtes. On doit en effet s'attendre à ce que les rétrovirus soient d'autant plus différents que les espèces hôtes sont phylogénétiquement plus éloignées. Si une phylogénèse devait être présentée, on devrait regrouper d'une part HIV1 avec SIVcpz, le rétrovirus du Chimpanzé, et d'autre part, HIV2 avec les rétrovirus des Simiens africains, avec éventuellement une branche séparée pour SIVsyk, celui du Cercopithèque à diadème.

C'est bien ce qui semble ressortir de l'examen de l'arbre phylogénétique. Chez le Singe vert, BARRE-SINOSSI (MUELLER, SAKSENA, HERVE, *et al.*, 1991) a comparé nos souches d'Afrique de l'Ouest avec des souches provenant des trois autres sous-espèces de Singes verts que l'on trouve en Afrique, celles d'Afrique centrale, de l'Est et du Sud. Il apparaît que les quatre sous-espèces de Singes verts sont porteuses de souches légèrement différentes, que l'on peut nommer des clones majeurs.

Nous cherchons à aller plus loin: pour mieux appréhender cette variabilité, nous la cherchons à différentes échelles: non seulement chez différentes espèces ou sous-espèces, mais aussi en comparant différentes populations d'une même espèce, différents groupes d'une même population, différents individus d'un même groupe, différentes souches d'un même individu, en tenant compte des possibilités de multi-infections.

Figure: Phylogénie des Primates<sup>1</sup> et des rétrovirus.<sup>1</sup>Modifiée d'après DUTRILLAUX (1988).

### 1.2.2 Transmission hétéro-spécifique

#### Deux approches:

Cette seconde hypothèse a depuis longtemps déjà été évoquée par le Pr MONTAGNIER qui avait envisagé la possibilité de transmission du Singe à l'Homme, par exemple par morsure. Elle a resurgi lors du récent congrès d'Amsterdam.

Deux approches sont possibles:

#### 1.2.2.1 Etude in natura des possibilités de transmission hétéro-spécifique

Dans cet esprit, nous choisissons sur le terrain, pour nos prélèvements, des singes pour lesquels l'observation directe a montré la manifestation de comportements à risques interspécifiques.

### 1.2.2.2 Infections expérimentales hétéro-spécifiques

Parallèlement, sur des singes d'élevage, nous pratiquons depuis quatre ans, avec nos collègues de l'Institut Pasteur de Dakar, des infections expérimentales hétéro-spécifiques de souches de rétrovirus de Singe vert sur Patas. Les prélèvements sont effectués à intervalles réguliers et l'évolution des souches dans le temps est suivie par l'équipe de L'ORSTOM Montpellier.

#### LES QUESTIONS:

Quelle variabilité? Quels liens avec la pathogénicité?

Quelles sont les conditions de transmission, intra et hétéro-spécifique?

## 2 MATERIEL ET METHODE

### 2.1 CHOIX DES SITES D'ETUDE

#### 2.1.1 Critères écologiques de choix des populations à étudier: gradient d'anthropisme et isolement génétique

Où choisissons-nous nos sites d'étude?

Les deux principaux critères sont les conditions d'anthropisme et d'isolement génétique.

L'isolement génétique est lui-même dépendant de facteurs qui peuvent être socio-écologiques, éthologiques et bien sûr géographiques.

##### 2.1.1.1 Le gradient d'anthropisme

Cet aspect, la probabilité de contact Singe-Homme, doit être pris en compte en liaison avec l'hypothèse d'une éventuelle transmission hétéro-spécifique du Singe à l'Homme.

##### 2.1.1.2 Les facteurs socio-écologiques

Ils sont fondés sur la connaissance de la pression des facteurs du milieu qui influence la taille des groupes et leur organisation sociale qui elle-même régit les échanges d'individus entre les groupes.

Nous en reparlerons cet après-midi.

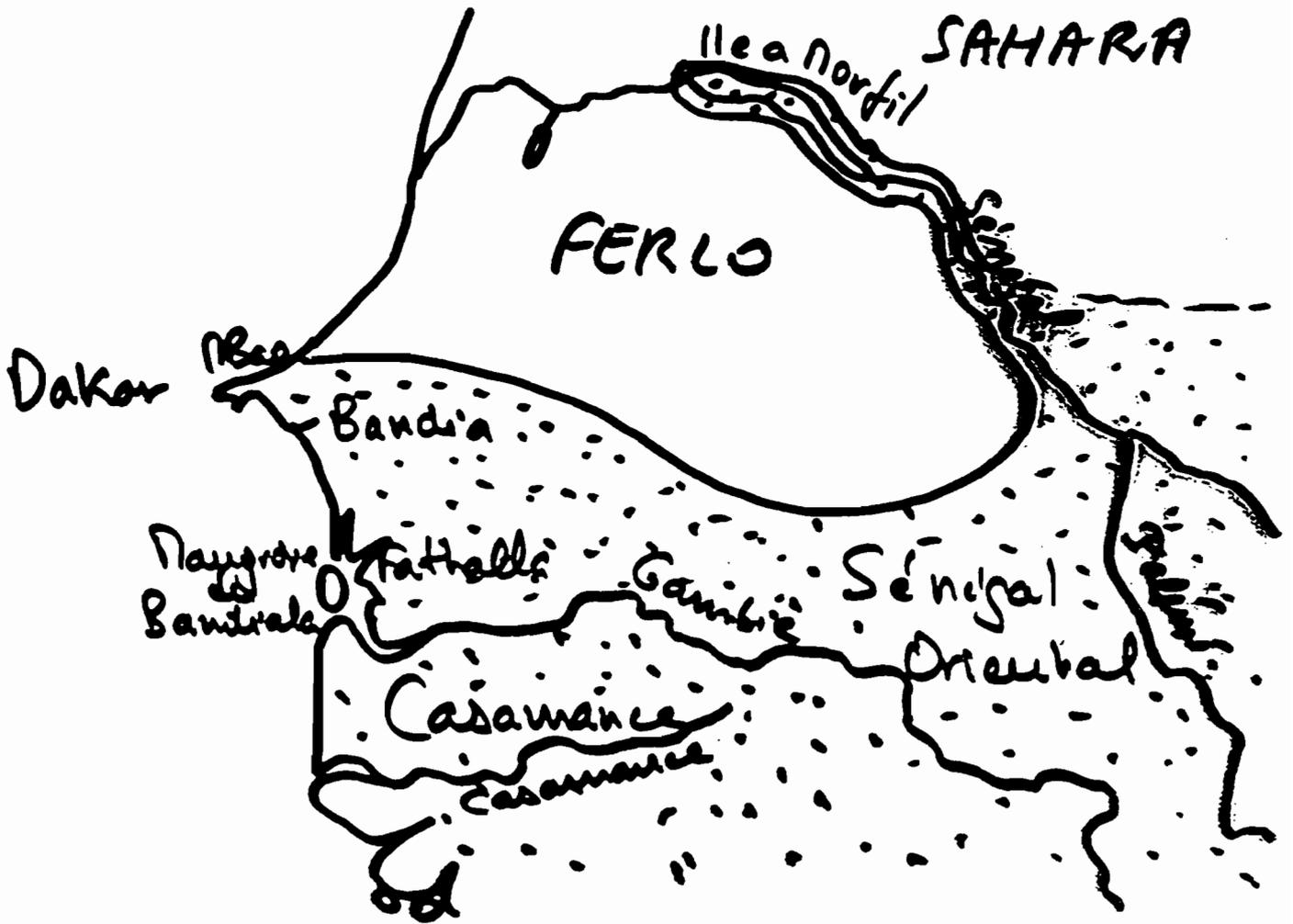
##### 2.1.1.3 Les facteurs éthologiques

eux, modifient la nature et la fréquence des contacts interindividuels intergroupes. En ne s'intéressant qu'aux comportements à risques impliquant des échanges de fluides organiques, on peut passer d'une extrême à l'autre, des épouillages et jeux aux conflits agonistiques avec morsure.

2.1.1.4 L'isolement géographique

Figure: Carte de répartition du Singe vert au Sénégal

Les distances extrêmes au Sénégal sont de l'ordre du millier de km.



## 2.1.2 Les sites d'étude

Compte tenu de ces critères, où travaillons-nous?

Au Sénégal: la présence d'HIV2 et sa similitude avec SIVagm dictent ce premier choix.

### 2.1.2.1 *Le Sénégal oriental*

à l'extrême Est. Nous ferons référence à plusieurs reprises à la sérothèque ORSTOM-IPD, elle provient de cette région.

C'est également sur ce site que, depuis trois ans, nous mesurons la densité des différentes espèces de singes à très large échelle, sur une étendue d'environ 9 000 Km<sup>2</sup>.

[Singe vert: 4,8 au km<sup>2</sup>; Patas: 2,4; Babouin: 23,3; GALAT, BENOIT, CHEVILLOTTE *et al.*, 1992).]

### 2.1.2.2 *Le Sine Saloum*

à l'extrême Ouest. C'est actuellement notre principal site de prélèvements et de suivi virologique.

### 2.1.2.3 *La vallée du Fleuve*

à l'extrême Nord. On y trouve les populations les plus isolées.

### 2.1.2.4 *La Casamance*

à l'extrême Sud, à proximité de l'épicentre de l'infection HIV2.

### 2.1.2.5 *Bandia*

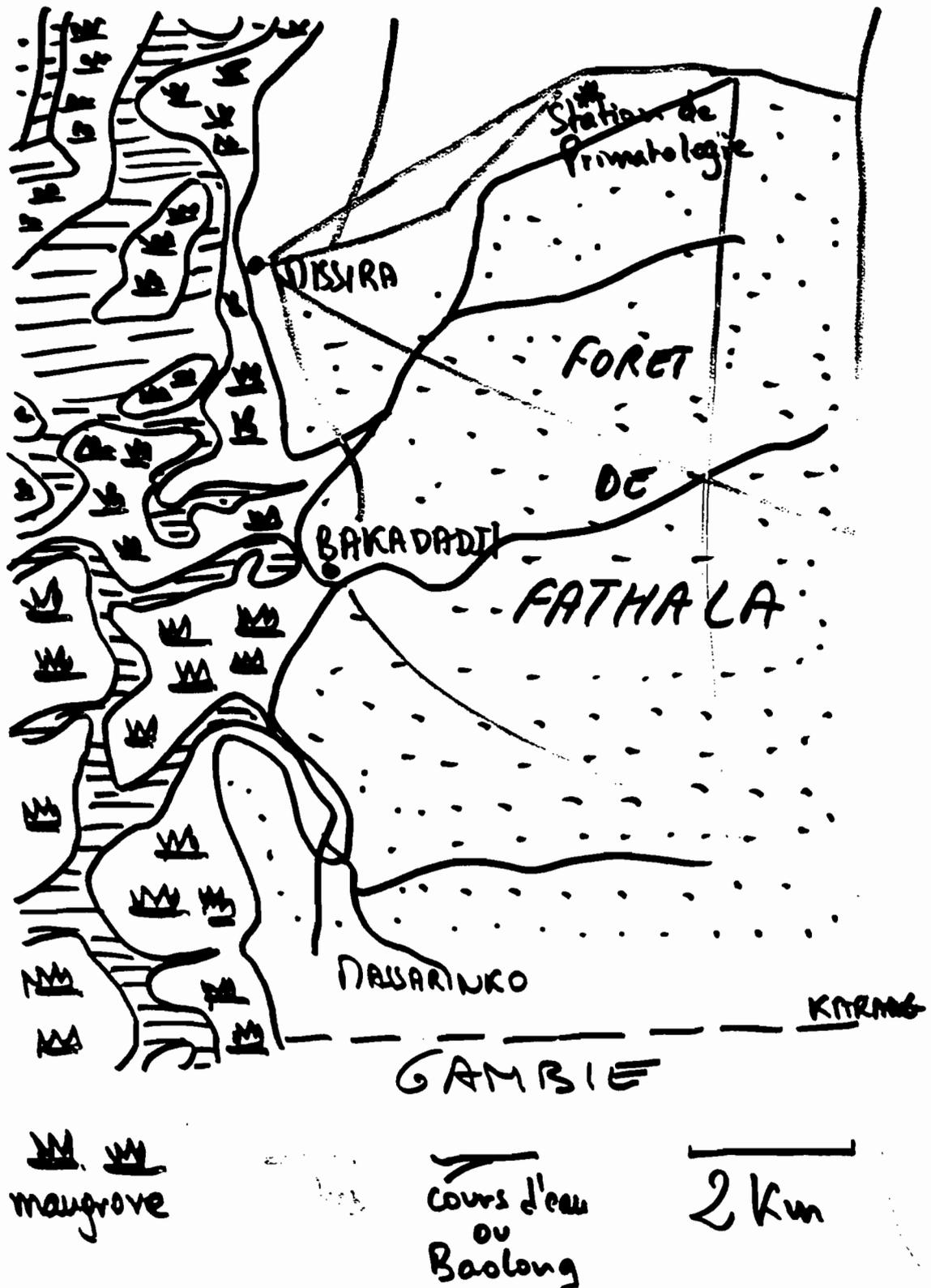
à 60 km de Dakar.

### 2.1.2.6 *M'Bao*

un faubourg de Dakar.

Figure: Carte des sites d'étude du Delta du Saloum

Dans le Delta du Saloum où se trouve le site d'étude principal, les bandes «P» et «G» de Singes verts vivent dans la forêt de Fathala, dans le Delta du Saloum. «P» est située en bordure de mangrove à proximité du village de Bakadadji. «G» vit près de la station de Primatologie de l'ORSTOM, à 6 km de distance.



## 2.2 METHODE

### 2.2.1 Capture

Comment procédons-nous?

Les captures se font à l'aide d'un filet monté comme une tente. Les singes y sont appâtés à l'aide d'arachides.

### 2.2.2 Anesthésie

Les animaux sont anesthésiés avec de la Kétamine ou du Diazepam. Les singes sont relâchés sur place, dans un délai d'environ une heure.

### 2.2.3 Marquage

Les singes sont tous tatoués. Les adultes sont marqués à l'aide de colliers ou appareillés avec des émetteurs radio miniatures.

### 2.2.4 Prélèvement

Les prélèvements sanguins (2 à 4 ml) sont réalisés par ponction fémorale dans des tubes héparinés.

### 2.2.5 Traitement

Les prélèvements sont maintenus entre 25 et 37°C et transportés à Dakar dans les 48 heures. Les sérologies sont effectuées à l'aide de tests HIV, 1 et 2. Dans la mesure du possible, les échantillons sont mis immédiatement en culture. Dans le cas contraire, après séparation de différentes fractions sanguines, les échantillons sont congelés à -80°C, en attendant leur étude au laboratoire rétrovirus et parasites de l'ORSTOM Montpellier.

## 3 RESULTATS

### 3.1 STRUCTURE DEMOGRAPHIQUE ET PREVALENCE

#### 3.1.1 Les premiers résultats

##### 3.1.1.1 Sur le terrain: première détermination de l'âge absolu de Singes verts *in natura*

L'un de nos premiers résultats fut la détermination de l'âge absolu de Singes verts *in natura*.

Chez les Singes verts sauvages, on ne sait pas estimer *in-natura* un âge supérieur à 5 ans, bien que le record d'âge en captivité soit de 28 ans. Ce point est un obstacle majeur à toute tentative de modélisation démographique. Dans une population de Singes verts que GALAT et GALAT-LUONG (1976) ont étudiée dans la Vallée du Fleuve Sénégal, nous avons retrouvé en 1988 certains individus déjà adultes en 1976 (GALAT et GALAT-LUONG, 1988). Cette observation de Singes verts sauvages de 17 ans et plus rend maintenant possible l'établissement d'un modèle démographique.

### 3.1.1.2 *Au laboratoire: sérologie de plus d'un millier de sérum de la sérothèque ORSTOM-IPD*

Nos collègues entomologistes médicaux de l'ORSTOM avaient constitué, dans le cadre de l'étude du cycle de la fièvre jaune, une sérothèque de plus d'un millier de prélèvements de singes, les plus anciens datant de 1967. La première tâche, a été de faire la sérologie de cette sérothèque (DURAND, LE GUENNO, GALAT-LUONG *et al.*, 1990).

#### 3.1.1.2.1 Babouins

La plupart des échantillons proviennent de Babouins, tous séro-négatifs.

#### 3.1.1.2.2 Singes verts

Chez les Singes verts, on trouve 82 séropositifs sur 162 sujets soit 50,6%, avec une évolution en fonction de l'âge: de 10% chez les jeunes, on passe à plus de 60% chez les adultes (DURAND, LE GUENNO, GALAT-LUONG *et al.*, 1990).

#### 3.1.1.2.3 Patas

Sur 274 prélèvements de Patas, 13 sont positifs, soit 4,74%.

### Etat d'avancement

Actuellement, sur les deux sites de la forêt de Fathala, dans le Delta du Saloum, nous en sommes à:

111 prélèvements effectués *in natura* au sein de:  
deux bandes de Singes verts,  
quatre bandes de Singes rouges.

81 animaux sont tatoués et 50 marqués de colliers ou d'émetteurs de radio-pistage et permettent le suivi de cette population sur les plans éthologique, socio-écologique et virologique.

Neuf ont été recapturés dans l'espoir de détecter des séroconversions et de mettre des mutations *in natura* en évidence.

### 3.1.2 Le Singe vert

#### 3.1.2.1 Effectif des bandes de Singes verts et structure démographique

Comment se présentent ces bandes de Singes verts?

**Structure démographique des bandes P et G.**  
D'après GALAT-LUONG, GALAT, BIBOLLET-RUCHE, *et al.* (1992)

BANDE:	«P»		«G»
	1991		1992
Age et Sexe	MAI	NOVEMBRE	MARS-AVRIL
Mâles adultes*	9	10	6
Femelles adultes*	12	14	9
Juveniles	9	12	14
Enfants II	8	7	7
Enfants I	7	2	1
<b>TOTAL:</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>37</b>
*ou sub-adultes			

La bande P montre un effectif relativement important pour des Singes verts (GALAT et GALAT-LUONG, 1976). On remarque la présence de plusieurs mâles adultes au sein des bandes. Nous disons que l'organisation sociale des bandes de Singes verts est de type multi-mâles.

**3.1.2.2 Sérologie: prévalence SIV chez le Singe vert.**  
D'après GALAT-LUONG, GALAT et DURAND (1991) et  
GALAT-LUONG, GALAT, BIBOLLET-RUCHE, *et al.* (1992).

BANDE:	«P»					«G»					POPULATION SALOUM = «P»+«G»+ TOUBACOUTA	
	Adultes		Immatures		TOTAL	Adultes		Immatures		TOTAL	N	%
Sexe	M	F	M	F		M	F	M	F			
SIV+	5	7	3	4	19	1	5	2	0	8		
SIV-	2	1	16	3	22	1	0	6	0	7		
<b>TOTAL:</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>41</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>15</b>		
<b>Adultes:</b>	<b>12</b>		<b>15</b>		<b>80,00</b>	<b>6</b>		<b>7</b>		<b>85,71</b>	<b>28</b>	<b>82,14</b>
M adultes:	5		7		71,43	1		2		50,00	12	66,67
F adultes:	7		8		87,50	5		5		100,00	16	93,75
Immatures:	7		26		26,92	2		8		25,00	46	23,91
<b>Prélevés:</b>	<b>19</b>		<b>41</b>		<b>46,34</b>	<b>8</b>		<b>15</b>		<b>53,33</b>	<b>74</b>	<b>45,95</b>

Pour l'une des bandes, nous relevons 46% de séropositifs, pour l'autre, 53%. En incluant des prélèvements effectués dans une population située à 15 km du site, nous obtenons une moyenne générale de 46% sur cet échantillon de 74 prélèvements.

La différence entre immatures et adultes est importante: 24% chez les jeunes, contre 82% chez les adultes.

### 3.1.3 Le Patas

#### 3.1.3.1 Organisation sociale

La différence fondamentale avec le Singe vert est que l'on trouve chez le Patas trois types totalement différents d'organisation sociale. Le plus courant, la «norme», est le Harem. Un seul mâle adulte est le chef d'une bande parfois nombreuse, plus de cinquante membres, vingt femelles adultes et trente immatures par exemple. En dehors de ces bandes unimâles, on trouve fréquemment des mâles adultes solitaires et, fait unique chez les singes africains, des bandes de deux à plus de vingt mâles célibataires. Du fait de la structure en Harem, les mâles quittent en effet la bande où ils sont nés, en général peu avant l'âge adulte.

#### 3.1.3.2 Sérologie: prévalence SIV chez le Patas

D'après (GALAT-LUONG, GALAT, BIBOLLET-RUCHE *et al.*, *in prep.*, 1992)

BANDE:	Bakadadji				Station				POPULATION		
	Adultes		Immatures		TOTAL	Adultes		Immatures		TOTAL	FATHALA
Sexe	M	F	M	F		M	F	M	F		
SIV+	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2
SIV-	3	7	8	12	30	2	1	3	2	8	38
<b>TOTAL:</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>31</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>40</b>
<b>PREVALENCE:</b>	<b>+</b>		<b>N</b>		<b>%</b>	<b>+</b>		<b>N</b>		<b>%</b>	<b>N</b> <b>%</b>
<b>Adultes:</b>	1		11		9,09	0		3		,00	14 7,14
M adultes:	1		4		25,00	0		2		,00	6 16,67
F adultes:	0		7		,00	0		1		,00	8 ,00
<b>Immatures:</b>	0		20		,00	1		6		16,67	26 3,85
<b>Prélevés:</b>	1		31		3,23	1		9		11,11	40 5,00

Pour l'ensemble des 40 prélèvements sur la population étudiée, nous notons 5% de séropositifs.

La variation des jeunes aux adultes va dans le même sens que chez le Singe vert. Elle est du simple au double: 4% chez les jeunes, 7% chez les adultes.

#### 3.1.4 Représentativité des échantillons prélevés

Pour juger de la représentativité de l'échantillon prélevé par rapport à la population, il convient de comparer leurs structures démographiques.

## Chez le Singe vert

### *Paramètres démographiques des échantillons prélevés.*

	<u>Population</u>	<u>Prélèvements</u>
Ratio d'immatures: (Jeunes pour un Adulte)	1,12	1,64
Ratio de masculinité: (Femelles adultes pour un Mâle adulte)	1,40	1,33

On peut noter que les ratios de masculinité et d'immatures des échantillons sont voisins de ceux relevés dans la population. Le test Chi<sup>2</sup> ne fait pas apparaître de différence significative.

### 3.2 *RELATIONS INTER-GROUPES INTRA-SPECIFIQUES*

Comment les rétrovirus circulent-ils d'un groupe de Singes verts à l'autre? Quelles sont les types de relations qu'entretiennent les membres d'une bande de Singes verts avec ceux des bandes voisines? Et surtout, quels sont les facteurs du milieu qui nous permettraient de généraliser à l'ensemble d'une région les observations faites sur des bandes particulières? Lors de la seconde conférence cet après-midi (GALAT et GALAT-LUONG, 1992e), nous vous proposerons un document vidéo (GALAT et GALAT-LUONG, 1992a) pour illustrer ces questions.

Le document vidéo montrera que les Singes verts vivant en milieux riches et à forte diversité végétale, avec des disponibilités alimentaires abondantes, variées dans l'espace et stables dans le temps (plus de 600 mm de pluies par an, dans la moitié Sud du Sénégal) vivent en petites bandes d'environ 10 à 30 individus. Ils se partagent le milieu en délimitant de petits domaines vitaux au sein desquels ils sont assurés de trouver «tout ce qu'il faut chez soi pour l'année». Ils les défendent à l'aide de comportements territoriaux très élaborés. Les contacts inter-individuels inter-groupes sont rares.

Au contraire, quand les ressources sont rares, dispersées, imprévisibles et fluctuantes dans le temps, comme dans la vallée du fleuve au Nord du Sénégal (moins de 200 mm annuels), les Singes verts vivent en grandes bandes de 50 à 200 membres sur de très grands domaines vitaux. Ce sont les ressources et non le milieu que les Singes verts se partagent, sans conflits territoriaux. Les contacts inter-individuels inter-groupes sont communs.

Le modèle de circulation des rétrovirus en cours d'élaboration intégrera ces différences d'organisation sociale liée aux facteurs écologiques.

### 3.3 *RELATIONS INTER-SPECIFIQUES*

Afin d'évaluer la vraisemblance d'une éventuelle transmission hétéro-spécifique, nous avons entrepris de décrire et quantifier les interactions que pourraient manifester Singes verts et Patas sur le terrain (GALAT-LUONG, GALAT et POURRUT, *in prep.*, 1992). Des associations plurispécifiques de Cercopithécidés avaient déjà été décrites en forêt tropicale dense humide, où elles sont d'ailleurs la règle, mais jamais en milieux ouverts (GAUTIER et GAUTIER-HION, 1969; GALAT, 1983; GALAT-LUONG, 1983; GALAT et GALAT-LUONG (1985a).

#### 3.3.1 *Associations plurispécifiques*

Pour quantifier une éventuelle tendance des Singes verts à l'association

avec des Patas, nous avons utilisé deux types de mesures:

### 3.3.1.1 *Pourcentage des rencontres*

Les premiers résultats présentés ici sont fondés sur quatre-vingt douze rencontres indépendantes de bandes de Singes verts ou de Patas dans l'ensemble de la forêt de Fathala.

Singes verts et Patas étaient associés dans 23% des rencontres.

Si l'on ne considère que les rencontres de Singes verts, la proportion de rencontres de Singes verts et de Patas ensemble est de 28%, ce qui devrait représenter 28% du temps des Singes verts passé en association avec des Patas. Toutefois, il convient de réaliser qu'il est beaucoup plus difficile d'être certain de l'absence de tout Patas à proximité d'une bande de Singes verts que de constater leur présence.

### Rencontres mono et pluri-spécifiques de bandes de Singes verts dans la forêt de Fathala

	Rencontres	Pourcentage /Singes verts	/Patas
Singes verts	41	44,57	53,95
Patas	16	17,39	43,24
Singes verts + Patas	21	22,83	27,63
Singes verts + Colobes bais	14	15,22	18,42
TOTAL:	92	100,00	100,00

### 3.3.1.2 *Temps passé en association*

Nous avons aussi relevé le temps passé par une bande particulière de Singes verts, G, en association avec des Patas. Les Singes verts ont passé 2 h et 26 mn par jour en association avec les Patas, ce qui correspond à 19% de leur temps.

### 3.3.2 *Interactions interspécifiques*

Enfin, nous avons relevé les interactions interspécifiques que présentent les Singes verts avec les Patas. Les premières observations ont été effectuées par GALAT-LUONG (1991) qui avait observé des femelles Patas épouiller la région génitale de femelles Singes verts. Nous avons alors intensifié ce type d'observations. Depuis, la plupart des interactions sociales classiques pour l'espèce ont été observées entre Singes verts et Patas. Les comportements à risques incluent morsures et épouillages avec ingestion de particules prélevées dans la région génitale. Le détail des interactions observées est consigné dans POURRUT (1992).

## CONCLUSIONS

### VARIABILITE

Sur le terrain, les techniques utilisées, capture, marquage, recapture, permettent d'explorer la variabilité des virus SIV et leur circulation à l'intérieur de groupes de singes connus et identifiés.

La prévalence en SIVagm est de 40% au Sénégal oriental. Elle est de 46% au Saloum. Si l'on ne considère que les adultes, elle est de 51% au Sénégal oriental contre 82% chez les adultes du Saloum. Toutes ces différences sont

significatives.

On peut donc d'abord conclure que les taux de prévalence peuvent bien être différents d'une région à l'autre.

On doit ensuite se demander pourquoi.

Et pourquoi une prévalence particulièrement élevée chez les adultes de la population du Saloum?

Peut-il s'agir d'une fluctuation temporelle, les prélèvements du Sénégal oriental étant antérieurs à 1986, alors que ceux du Saloum datent de 1989 à 1992? Cette hypothèse est infirmée par l'analyse de la sérothèque ORSTOM-IPD par DURAND, LE GUENNO, GALAT-LUONG *et al.* (1990) et DURAND, DIALLO, GALAT *et al.* (*in prep.*) qui ont montré qu'il n'y a pas eu d'accroissement de la prévalence de 1967 à 1986. Elle sera néanmoins testée par de nouvelles captures au sein des bandes et la recapture des individus déjà prélevés.

Elle peut être due à une variation géographique. Cette deuxième hypothèse sera testée à l'aide de prélèvements effectués dans d'autres régions.

Et dans ce cas, est-elle due à une différence de comportement des singes modifiant les probabilités de transmission? Nous testerons cette hypothèse en allant voir sur place.

Ou bien est-elle due à une caractéristique différente du rétrovirus lui-même, modifiant son potentiel d'infection ou de pathogénicité? Nous testerons cette hypothèse aussi en rapportant des souches à nos collègues virologues.

Elle peut aussi relever d'une meilleure homogénéité de l'échantillon, les animaux provenant essentiellement de deux bandes et d'une région restreinte et surtout d'une meilleure représentativité de l'échantillon par rapport à la population. Nous veillons à ce que la structure démographique de l'échantillon prélevé soit le reflet de celle de la population. Cela n'a pas été le cas au Sénégal oriental.

Ce point souligne l'importance de l'échantillonnage.

Une fois mise en évidence, la variabilité génétique détectée doit ensuite être précisément caractérisée et mise en corrélation avec d'éventuelles variations de pathogénicité, c'est ce que font nos collègues de Montpellier.

#### **MODALITES DE LA TRANSMISSION INTRA-SPECIFIQUE**

Que peut-on déjà dire des modalités de la transmission intra-spécifique?

Nous avons vu que les taux de séroprévalence sont différents d'une région à l'autre. Il convient ici de se demander comment un rétrovirus peut circuler à une échelle plus large qu'entre individus d'une même bande ou qu'entre bandes voisines. Or ce point a toujours été une lacune en Primatologie. On sait que des individus migrent, nous en avons vu immigrer dans les bandes que nous avons étudiées, mais d'où viennent-ils? Et où vont ceux qui partent?

Nous avons un début de réponse grâce à un Patas que nous avons marqué et qui, depuis, a quitté sa bande, justement pour se joindre à une bande d'autres mâles célibataires.

Nous avons vu aussi que la différence entre immatures et adultes est importante. Chez le Singe vert, elle passe de 24% chez les jeunes à 82% chez les adultes. Chez le Patas, elle évolue du simple au double: 4% chez les jeunes, 7% chez les adultes. Cette forte augmentation du jeune à l'adulte, fait penser à un mode de transmission hétérosexuel semblable à celui de l'Homme.

Toutefois, nous avons observé des comportements inter-spécifiques à risques comme des morsures ou comme l'ingestion de liquide génital lors d'épouillages. Par ailleurs, des séroconversions ont été décrites chez des Mandrils mâles maintenus captifs sans femelles (DICKSON, *com. pers.*): d'autres voies de transmission, par morsures en particulier, ne sauraient donc en aucun cas être exclues et doivent faire partie des hypothèses à tester.

**PEUT-IL Y AVOIR TRANSMISSION HETERO-SPECIFIQUE?**

DURAND, LE GUENNO, GALAT-LUONG *et al.* (1990) et DURAND, DIALLO, GALAT *et al.* (en préparation), ont noté dans la sérothèque ORSTOM-IPD du Sénégal oriental, des taux de séroprévalence SIV de l'ordre de 50% chez les Singes verts et de 4,75% chez les Patas. Sur notre site d'étude du Saloum, GALAT-LUONG, GALAT, BIBOLLET-RUCHE *et al.* (1992) ont relevé un taux de séropositifs de 46 à 53% chez les Singes verts, et de 5% chez les Patas. Ces valeurs apparaissent homogènes dans ces deux régions, au moins pour les populations prises dans leur ensemble.

Pourquoi la prévalence est-elle si différente entre ces deux espèces?

Le SIV du Patas est-il différent de celui du Singe vert?

Les isolements à partir de nos souches sont en cours.

La socio-écologie de ces deux espèces est-elle différente, au moins en ce qui concerne les conditions de transmission inter-individuelle de rétrovirus?

Nous avons vu que les bandes de Singes verts sont multi-mâles. Chaque femelle peut donc avoir accès à plusieurs de ces mâles. Chez le Patas, au moins pendant la durée de «règne» du seul mâle adulte de la bande, les femelles n'ont pas ce choix. La transmission au sein d'une bande doit être plus faible. Tous les autres mâles quittent la bande avant l'âge adulte, c'est à dire avant d'avoir eu des rapports sexuels. La transmission d'une bande à l'autre doit également être plus faible.

Par ailleurs, nous avons vu que dans la sérothèque, aucune évolution dans le temps du taux de séroprévalence n'a pu être mis en évidence chez le Singe vert de 1967 à 1986. En revanche, des Patas séropositifs n'ont été détectés que sur les prélèvements les plus récents.

Sur le site d'étude, nous venons de voir que les associations Singes verts-Patas sont relativement fréquentes. Les Singes verts passent près de deux heures et demie par jour associés avec des Patas. Si la compétition alimentaire directe entre membres d'espèces différentes est généralement réduite par la séparation des niches écologiques, elle peut toutefois se révéler dans des conditions particulières, en liaison avec la rareté de certaines disponibilités, comme celle des points d'eau en saison sèche, ou, à l'inverse, avec l'abondance ponctuelle de certaines ressources. Lors de ces associations, la plupart des interactions sociales classiques ont été observées entre Singes verts et Patas. Les comportements à risques incluent morsures et épouillages avec ingestion de particules prélevées dans la région génitale.

Y aurait-il eu des modifications écologiques récentes augmentant la probabilité de rencontre Singes verts-Patas?

Oui, si l'on considère l'emprise croissante de la désertisation. Les points d'eau, en particulier, se sont raréfiés. L'écologiste observe que la tendance à l'association entre Singes verts et Patas y est élevée. L'éthologiste note que, malgré l'augmentation de la sécurité mutuelle, qui est la motivation essentielle de cette tendance à l'association en des points dangereux, la compétition pour une source rare accroît les tensions agonistiques inter-individuelles.

Le Singe vert peut-il transmettre SIV<sub>agm</sub> au Patas lors d'interactions à risques au cours des associations pluri-spécifiques?

Nos observations sur le terrain nous permettent de dire: oui, c'est possible, il en a l'occasion.

Le suivi d'un Patas captif infecté avec une souche de Singe vert permet de dire, oui, c'est possible. Le Patas a fait sa séroconversion, il se porte bien, merci! Cette réflexion n'est pas innocente: elle implique que la souche de SIV<sub>agm</sub> pourrait ne pas être pathogène chez cette espèce, bien qu'elle n'ait pas eu d'évolution adaptative du type hôte-parasite avec ce virus.

Ce Patas est prélevé régulièrement, la variabilité des souches isolées est suivie dans le temps par nos collègues du laboratoire des rétrovirus et parasites de l'ORSTOM-Montpellier.

### **MODELISATION DE LA TRANSMISSION**

Ces résultats fournissent des éléments pour nous permettre de construire un modèle de la transmission des SIV chez les Singes *in natura*.

Ce modèle de simulation est en cours d'élaboration en programmation orientée objet (PICHON, GALAT-LUONG, GALAT *et al.*, *in prep.*). Il est destiné à étudier la vitesse de dispersion d'un virus SIV au sein d'une bande de singes et sa dissémination entre bandes en tenant compte des caractéristiques comportementales (relations inter-individuelles, sexualité, ostracisme envers les jeunes mâles, etc.) et socio-écologiques (effectifs des groupes, organisation sociale, territorialité, émigration-immigration, etc.) et en testant deux hypothèses de transmission: sexuelle ou par morsure. Il pourra être appliqué à la dissémination de tout autre virus ou parasite à transmission directe.

### **LE SINGE MODELE ANIMAL**

Le modèle Singe est également fondamental en immunologie appliquée: le Pr MONTAGNIER a bien précisé que le vaccin humain n'est pas encore au point, alors que l'on sait déjà vacciner des Macaques contre l'infection à SIVagm.

## BIBLIOGRAPHIE

- DURAND, J.-P., LE GUENNO, B., GALAT-LUONG, A., GALAT, G., DIALLO, B., FERRARA, L., CHATEAU, R., LEGROS, F., DIGOUTTE, J. P. et BARRE-SINOUSSE, F. (1990). - *SIV chez les singes sauvages du Sénégal: isolement de cinq souches de SIV chez les Cercopithèques; résultats de l'étude sérologique d'un millier de sérums simiens*. Communication à la «Vème conférence internationale sur le SIDA en Afrique». Kinshasa, Zaïre, 10-12 octobre 1990.
- DURAND, J.-P., DIALLO, B., GALAT, G., GALAT-LUONG, A., DIGOUTTE, J. P. et BARRE-SINOUSSE, F. (en préparation). - *SIV chez les Cercopithèques sauvages du Sénégal: isolements et suivi pendant deux ans*.
- DUTRILLAUX, B. (1988). - *Chromosome evolution in Primates*. *Folia Primatologica*, 50: 134-135.
- GALAT, G. (1983). - *Socio-écologie du Singe vert (Cercopithecus aethiops sabaesus), en référence de quatre Cercopithécinés forestiers sympatriques (Cercopithecus atys, Cercopithecus campbelli, C. diana, C. petaurista) d'Afrique de l'ouest*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 500 p.
- GALAT, G. et GALAT-LUONG, A. (1976). - *La colonisation de la mangrove par Cercopithecus aethiops sabaesus au Sénégal*. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 30 (1): 3-30.
- GALAT, G. et GALAT-LUONG, A. (1985a). - *La communauté de primates diurnes de la forêt de Taï, Côte d'Ivoire*. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 40: 3-32.
- GALAT, G. et GALAT-LUONG, A. (1988). - *Présentation du programme «Ecologie des retrovirus simiens»*. Communication au «Groupe d'études virologiques», juin 1988, Institut Pasteur, Dakar.
- GALAT, G. et GALAT-LUONG, A. (1992a). - *Singes verts au Sénégal: le partage des ressources*. Casette Vidéo Hi8, 45 mn. Laboratoire de Primatologie. ORSTOM, Dakar, Sénégal.
- GALAT, G. et GALAT-LUONG, A. (1992e). - *Relations intergroupes chez le Singe vert au Sénégal, implications sur la propagation de SIVagm*. Conférence donnée à la journée SIDA de l'ORSTOM, 18 septembre 1992, Montpellier, France.
- GALAT, G., BENOIT, M., CHEVILLOTTE, H., DIOP, A., DUPLANTIER, J.-M., GALAT-LUONG, A. et PICHON, G. (1992). - *Dénombrement de la grande faune du Parc National du Niokolo-Koba, Sénégal, 1990-1991*. Ministère du Tourisme et de l'Environnement, Direction des Parcs Nationaux-ORSTOM, Centre de Dakar. 54 pp. Multigr.
- GALAT-LUONG, A. (1983). - *Socio-écologie de trois Colobes sympatriques, Colobus badius, C. polykomos et C. verus du Parc National de Taï, Côte d'Ivoire*. Thèse de Doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie Paris VI. ORSTOM-Paris 226 p.
- GALAT-LUONG, A. (1991). - *Observation de contacts interindividuels interspécifiques avec échanges de fluides corporels entre Singes verts, Cercopithecus aethiops, et Patas, Erythrocebus patas, in natura*. Communication à la VIe Conférence Internationale sur le SIDA en Afrique, décembre 1991, Dakar.
- GALAT-LUONG, A., GALAT, G. et DURAND, J.-P. (1991). - *Socio-écologie et prévalence de SIVagm d'une bande de Singes verts, Cercopithecus aethiops, in natura*. Communication à la VIe Conférence Internationale sur le SIDA en Afrique, décembre 1991, Dakar.
- GALAT-LUONG, A., GALAT, G. et POURRUT, X. (in prep., 1992). - *Possible transmission hétéro-spécifique de SIV lors des associations pluri-spécifiques et interactions inter-spécifiques. L'exemple de Cercopithecus aethiops et Erythrocebus patas*. Communication à la VIIe Conférence internationale sur le SIDA en Afrique, Yaounde, Cameroun.
- GALAT-LUONG, A., GALAT, G., BIBOLLET-RUCHE, F., DURAND, J.-P., DIOP, O. et POURRUT, X. (1992). - *Structure sociale et prévalence de SIVagm de*

- deux bandes de Singes verts, *Cercopithecus æthiops sabæus*, au Sénégal. Communication au XIVth Congress of the International Primatology Society, August 16-21, 1992, Strasbourg, France.
- GALAT-LUONG, A., GALAT, G., BIBOLLET-RUCHE, F., POURRUT, X., DIOP, O., DURAND, J.-P., SARNI-MANCHADO, P. et VEAS, F. - *Prévalence de SIV et structure démographique d'une population de Singes verts (Cercopithecus æthiops sabæus) et de Patas (Erythrocebus patas) du Delta du Saloum, Sénégal.* Communication à la VIIe Conférence internationale sur le SIDA en Afrique, Yaounde, Cameroun.
- GAUTIER, J.-P. et GAUTIER-HION, A. (1969). - Les associations polyspécifiques chez les Cercopithécidae du Gabon. *Revue d'Ecologie Appliquée* 11: 164-201.
- MUELLER, M. C., SAKSENA, N. K., HERVE, V., NERRIENET, E., DURAND, J. P., POULIQUEN, J. F. , LEGAL-CAMPODONICO, P., LANG, M. C., SONIGO, P., DIGOUTTE, J. P., GEORGES, A. J., GEORGES-COURBOT, M. C., BARRE-SINOUSSE, F. (1991). - *Simian immunodeficiency viruses from central and western Africa: evidence for a new species-specific SIVagm-type.* Communication à la VIe Conférence Internationale sur le SIDA en Afrique, décembre 1991, Dakar.
- POURRUT, X. (1992). - *Relations interspécifiques des Primates de la forêt de Fathala: implications sur la transmission des rétrovirus.* Thèse de médecine vétérinaire.

Galat Gérard, Galat-Luong Anh. (1992).

Ecologie des singes d'Afrique de l'Ouest ;  
intérêt pour la compréhension du sida  
humain.

ORSTOM, Dakar, 18 p. multigr.

Journée Sida de l'ORSTOM, Montpellier (FRA),  
1992/09/18.