

Etudes écologiques sur *Culex pipiens fatigans* Wiedemann, 1828 (Diptera, Culicidae) dans une zone urbaine de savane soudanienne ouest-africaine ⁽¹⁾.

Différenciation de diverses souches par leurs relations d'incompatibilité

R. SUBRA

Entomologiste médical de l'O.R.S.T.O.M.
Tananarive - Rép. Malgache

RÉSUMÉ.

Neuf souches ouest-africaines de *C. p. fatigans* ont été croisées entr'elles. Des cas d'incompatibilités ont été mis en évidence, et ils ont permis de faire apparaître les relations existant entre la population de Bobo-Dioulasso, où a été effectuée notre étude écologique, et des populations de zones climatiques diverses.

Ces incompatibilités se manifestent lors des croisements entre la souche « Thiès » et les autres souches, à l'exception de celle de Ouagadougou. Elles sont unidirectionnelles, d'une part entre les femelles de Thiès et les mâles de Sassandra, Abidjan, Lomé et Niamey, d'autre part entre les mâles de Thiès et les femelles de Bamako. Les moustiques de Thiès et Monrovia ne sont compatibles dans aucune direction. Par analogie avec les résultats obtenus par d'autres auteurs, il a été admis que ces incompatibilités étaient de type cytoplasmique.

Deux hypothèses ont été émises pour expliquer les résultats particuliers obtenus lors du croisement « Bobo-Dioulasso » × « Thiès ». La première repose sur la présence d'une population homogène, aussi bien à Thiès qu'à Bobo-Dioulasso, mais les phénomènes d'incompatibilité résultant du croisement de ces deux populations ne se manifestent pas dans tous les cas. La seconde hypothèse repose sur l'existence dans l'une de ces localités de deux populations différentes, compatibles entr'elles. Leur croisement avec les individus de l'autre

population fait apparaître une incompatibilité unidirectionnelle, de type cytoplasmique, chez chacune d'elles, ces deux incompatibilités étant de sens opposé.

Les résultats obtenus par d'autres auteurs, de croisements entre des moustiques de Thiès et des moustiques d'origines diverses permettent de penser que ces deux populations sont présentes à Thiès plutôt qu'à Bobo-Dioulasso. En envisageant, cependant, leur existence dans cette dernière localité, l'auteur discute la valeur d'une telle distinction et son incidence sur l'étude écologique de *C. p. fatigans* dans un biotope isolé.

ABSTRACT.

The cross-mating of nine west African populations of *C. p. fatigans* revealed the existence of incompatibilities between them. These incompatibilities show the phyletic relations between the population of that mosquito in Bobo Dioulasso, where ecological studies were carried out, and other populations of the same one, elsewhere in west Africa.

The population from Thiès is totally compatible with the one from Ouagadougou. Incompatibility is unidirectional between the females from Thiès and the males from Sassandra, Abidjan, Lomé and Niamey. Males from Thiès are not compatible with females from Bamako. In the case of the populations of Thiès and Monrovia, there is a complete incompatibility. The situation is different in the case of Thiès and Bobo Dioulasso where incompatibility is never total. By analogy with the results obtained by other authors, the author admits that these incompatibilities are of cytoplasmic origin.

(1) Ce travail a fait l'objet d'une thèse de Doctorat d'Etat, soutenue le 30 juin 1971, à la Faculté des Sciences d'Orsay. Jury : MM. POSSOMPÈS (Président), BERGERARD (Rapporteur), R. LE BERRE.

To explain the results obtained in the crossings of mosquitoes from Thiès and Bobo Dioulasso two theories are proposed. According to the first the populations would be homogenous in both cases. But an incomplete incompatibility would exist and manifest itself in part of the cases. The other hypothesis supposes that one of the two populations is heterogenous and made up of two interfertile strains. Each of these strain would be incompatible in one direction with the *C. p. fatigans* population of the other area.

The results obtained by other authors when crossing Thiès mosquitoes with other west african population lead one to suppose that it is in Thiès that are found the two strains rather than in Bobo Dioulasso. In the less probable case that the situation should be the reverse, the author studies the implications for the ecological results already obtained.

1. INTRODUCTION.

En Afrique de l'Ouest, *C. p. fatigans* est essentiellement limité aux zones urbaines. Les différentes populations sont donc relativement bien isolées les unes des autres. Aussi, dans ces conditions, une étude comparative effectuée sous l'angle des incompatibilités sexuelles était susceptible d'apporter des informations sur les relations existant entre la population de Bobo-Dioulasso où a été effectuée notre étude écologique sur *C. p. fatigans*, et d'autres populations ouest-africaines.

Outre son intérêt purement scientifique, le phénomène de l'incompatibilité sexuelle est également susceptible de fournir les bases d'applications pratiques très importantes. En effet, *C. p. fatigans* est un vecteur important de filariose de Bancroft dans de nombreuses régions du globe et il tend à coloniser toutes les zones tropicales en voie d'urbanisation ou même à peuplement humain dense. Cette tendance à l'expansion est particulièrement marquée en Afrique Occidentale (HAMON *et al.*, 1967). De plus ce moustique est très anthropophile et il cause une gêne considérable aux habitants des zones qu'il a colonisées. Les traitements insecticides dirigés contre lui, ont pratiquement entraîné la sélection de populations résistantes aux insecticides chlorés (HAMON et MOUCHET, 1967). Parmi les solutions envisagées pour remplacer l'emploi des insecticides, figure précisément l'utilisation du phénomène d'incompatibilité sexuelle qui a déjà reçu un commencement d'application sur le terrain en Birmanie (LAVEN, 1967 a).

2. RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES.

GHELELOVITCH (1952) a observé que des croisements effectués entre certaines souches de *Culex pipiens* Linné, 1758, étaient fertiles dans une direction et stériles dans l'autre. Il a été amené à penser que le détermi-

nisme génétique de cette stérilité était d'origine cytoplasmique, ce que LAVEN (1953, 1957 a et b) a d'ailleurs démontré par la suite. De nombreux autres cas de stérilité, auxquels LAVEN (1967 b, *in* WRIGHT et PAL) a attribué la même origine ont été ensuite observés entre diverses souches paléarctiques et néarctiques de la même espèce.

Ce phénomène se traduit par la mort de l'embryon dans l'œuf (de tels embryons sont parthénogénétiques, la pénétration du sperme ayant simplement stimulé le développement embryonnaire). Lorsqu'il y a incompatibilité d'origine cytoplasmique entre deux souches, elle est habituellement unidirectionnelle, le croisement étant stérile dans un sens, mais fertile dans l'autre ; dans certains cas, cependant, la stérilité est bidirectionnelle. Il a été ainsi possible de grouper les populations naturelles en un certain nombre de formes dont le statut systématique n'est pas encore parfaitement défini (LAVEN, 1967 b - MATTINGLY, 1967).

A cette notion relativement simple, de compatibilité et d'incompatibilité, BARR (1966) a ajouté celle de compatibilité partielle qu'il décrit comme une absence d'éclosions au cours de croisements qui ne sont pas incompatibles. Il a observé un tel phénomène (1969) dans le croisement entre les femelles d'une souche de Californie (Stockon) et les mâles d'une souche australienne (Melbourne). Les pontes obtenues avaient pu être classées en trois groupes :

- dans celles du premier groupe, un certain nombre de larves (5,9 % du total des œufs pondus) avaient éclos. Dans les œufs non éclos, on pouvait distinguer des embryonnés et des non embryonnés, les premiers étant beaucoup moins nombreux que les seconds.
- aucune éclosion n'avait été observée dans les pontes du deuxième groupe dont les œufs, cependant, pouvaient se classer en embryonnés et non embryonnés, ici aussi les plus nombreux.
- le troisième groupe, enfin, ne comptait qu'une ponte dont tous les œufs appartenaient à la catégorie « non embryonnés ».

3. METHODES DE TRAVAIL.

Grâce à des récoltes effectuées dans diverses localités ouest-africaines, 9 souches différentes de *C. p. fatigans* ont été mises en colonies et croisées au laboratoire d'entomologie du Centre Muraz, à Bobo-Dioulasso. Ces souches étaient originaires de Thiès (Sénégal), Bamako (Mali), Monrovia (Libéria), Bobo-Dioulasso et Ouagadougou (Haute-Volta), Abidjan et Sassandra (Côte-d'Ivoire), Lomé (Togo) et Niamey (Niger) (voir figure 1). Aussi souvent que possible, les souches de laboratoire étaient remplacées par des individus récoltés dans les localités d'origine.

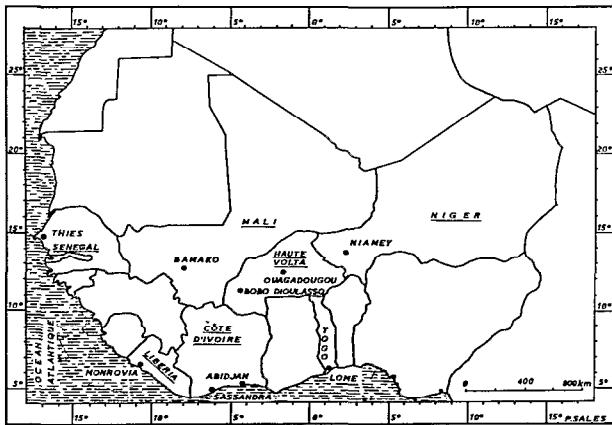


FIG. 1. — Localisation des souches ouest-africaines de *Culex pipiens fatigans* chez lesquelles ont été étudiés les phénomènes d'incompatibilité.

Lors de chaque croisement, les nymphes de chacune des deux souches étudiées, étaient placées dans des tubes individuels. A l'éclosion des adultes, les mâles d'une souche étaient lâchés dans une cage avec les femelles de l'autre souche, et *vice versa*. Un croisement témoin était également effectué. Pour chacune de ces expérimentations, une trentaine de femelles et une soixantaine de mâles étaient habituellement utilisés. Deux à trois jours après avoir été lâchées, les femelles étaient nourries sur poulet. Lorsqu'elles étaient devenues gravides, chacune d'elles était placée dans un tube de verre dont le fond contenait un peu d'eau polluée, ce qui permettait d'obtenir des pontes isolées.

L'éclosion, dans le cas où il y avait compatibilité se produisait habituellement une trentaine d'heures après la ponte. La numération des œufs était effectuée le jour suivant, soit 50 à 60 heures après la ponte. Dans le cas où il y avait incompatibilité, elle avait lieu 70 à 80 heures après la ponte. Pour chaque ponte, ont été comptés les œufs éclos et non éclos. Dans cette dernière catégorie, nous avons habituellement distingué les œufs embryonnés et non embryonnés (cette distinction n'a pas été faite lors de nos premiers croisements : Bamako × *Sassandra* et ♀ *Thiès* × ♂ *Bamako*).

Dans les cas où nous avons observé une incompatibilité entre 2 souches, nous avons effectué une nouvelle expérimentation, lorsque cela était possible, afin d'obtenir une confirmation de cette incompatibilité.

Dans certains croisements, les femelles n'avaient pas été fécondées par les mâles, pour des raisons que nous ignorons, et aucune éclosion, évidemment, n'était observée dans les pontes individuelles. Nous n'avons pas considéré, bien entendu, qu'il y avait incompatibilité et avons, là aussi, effectué de nouvelles expérimentations au cours desquelles la fécondité se produisait normalement.

Tous les croisements n'ont pu être achevés, par suite de la perte accidentelle de certaines souches qu'il n'a pas été possible de remplacer.

4. RESULTATS.

4.1. Résultats d'ensemble.

Les résultats de nos observations sont donnés dans le tableau 1. Le cas des croisements *Thiès* × *Bobo-Dioulasso* sera examiné ultérieurement.

Sur 57 croisements effectués, 6 incompatibilités ont été observées et elles intéressent toutes la souche *Thiès*. Cinq d'entr'elles sont unidirectionnelles : ♀ *Thiès* × ♂ *Abidjan*, ♀ *Thiès* × ♂ *Sassandra*, ♀ *Thiès* × ♂ *Lomé*, ♀ *Thiès* × ♂ *Niamey* et ♀ *Bamako* × ♂ *Thiès*. Dans les 4 premiers cas, l'incompatibilité s'observe dans le sens ♀ *Thiès* × ♂ d'une des souches précitées. Dans le cinquième cas au contraire, elle s'observe dans le sens ♂ *Thiès* × ♀ *Bamako*. La sixième incompatibilité est bidirectionnelle et intéresse les souches de *Thiès* et *Monrovia* dont le croisement est stérile dans les deux sens.

La souche de *Ouagadougou* est compatible, dans les deux sens, avec toutes les autres souches étudiées.

4.2. Croisements *Thiès* × *Bobo-Dioulasso*.

Un premier croisement effectué dans le sens ♀ *Thiès* × ♂ *Bobo-Dioulasso* et portant sur 13 femelles, avait donné le résultat suivant :

- larves ayant éclos : 70,81 % ;
- œufs embryonnés n'ayant pas éclos : 10,15 % ;
- œufs non embryonnés : 19,04 %.

Il avait été conclu de ces résultats que les deux populations étaient compatibles dans le sens ♀ *Thiès* × ♂ *Bobo-Dioulasso* (SUBRA *et al.*, 1968).

Une deuxième expérience effectuée ultérieurement et portant sur un nombre de pontes beaucoup plus élevé, avait donné des résultats différents qui sont résumés dans le tableau 2. Lorsque le croisement est effectué dans le même sens que précédemment, les pontes, dans leur grande majorité donnent un nombre de larves important, mais aucune éclosion n'est observée chez 8 d'entr'elles. Dans le croisement réciproque, ♂ de *Thiès* × ♀ *Bobo-Dioulasso*, on obtient un résultat à peu près inverse, la plus grande partie des pontes n'éclosant pas normalement.

Les résultats numériques de ces croisements sont développés dans le tableau 3. Dans le croisement ♀ *Bobo-Dioulasso* × ♂ *Thiès*, nous avons une majorité de pontes qui n'éclosent pas. Certaines d'entr'elles ne contiennent même que des œufs non embryonnés. Quel-

TABLEAU 1

Etude des compatibilités et incompatibilités cytoplasmiques existant entre différentes souches ouest-africaines de *C.p. fatigans*. Résultats numériques

Croisements	Nbre de pontes observ.	Nbre de pontes comptées	Nombre d'œufs	Larves ayant éclos		Œufs n'ayant pas éclos				Résultat
				Nbre	%	Embryonnés		Non embryonnés		
						Nbre	%	Nbre	%	
♀ Abidjan × Bamako ♂	3	3	424	413	97,4	2	0,5	9	2,1	+
♀ Abidjan × Bobo ...	9	6	775	769	99,2	—	—	6	0,8	+
♀ Abidjan × Lomé ...	21	9	2 042	1 975	96,72	11	0,54	56	2,74	+
♀ Abidjan × Monrovia .	8	8	1 078	1 062	98,52	2	0,19	14	1,29	+
♀ Abidjan × Sassandra .	26	7	985	967	98,2	4	0,4	14	1,4	+
♀ Abidjan × Thiès	11	10	2 562	2 487	97,07	18	0,70	57	2,23	+
♀ Bamako × Abidjan ♂	10	10	1 550	897	57,87	285	18,39	368	23,74	+
♀ Bamako × Bobo ...	9	9	1 910	1 885	98,69	5	0,26	20	1,05	+
♀ Bamako × Monrovia .										
♀ Bamako × Niamey ..	11	11	2 835	2 692	94,96	2	0,07	141	4,97	+
♀ Bamako × Ouagadougou ..	6	6	1 312	1 050	80,03	19	1,45	243	18,52	+
♀ Bamako × Sassandra .	9	9	2 044	2 012	98,43					+
♀ Bamako × Thiès	18	11	2 100	—	—	1 505	71,67	595	28,33	—
♀ Bobo × Abidjan ♂	16	7	1 600	1 578	98,62	4	0,25	18	1,13	+
♀ Bobo × Bamako ...	17	17	1 921	2 885	98,77	3	0,10	33	1,13	+
♀ Bobo × Lomé	16	8	1 650	1 514	91,76	48	2,91	88	5,33	+
♀ Bobo × Monrovia ...	16	16	2 783	2 538	91,20	58	2,08	187	6,72	+
♀ Bobo × Niamey ...	11	11	2 190	2 146	97,99	14	0,64	30	1,37	+
♀ Bobo × Ouagadougou	11	11	1 790	1 651	92,23	37	2,07	102	5,70	+
♀ Bobo × Sassandra ..	5	5	936	901	96,3	4	0,4	31	3,3	+
Bobo × Thiès	Voir les tableaux spéciaux consacrés à ce croisement									
♀ Lomé × Abidjan ♂	25	5	1 162	1 115	95,96	12	1,03	35	3,61	+
♀ Lomé × Bobo	5	4	289	282	97,6	—	—	7	2,4	+
♀ Lomé × Niamey ...	13	5	471	461	97,9	2	0,4	8	1,7	+
♀ Lomé × Thiès	4	4	743	697	93,8	5	0,7	41	5,5	+
♀ Monrovia × Abidjan ♂	17	16	3 407	3 226	94,69	7	0,21	174	5,10	+
♀ Monrovia × Bamako .	14	14	2 369	2 321	97,97	3	0,13	45	1,90	+
♀ Monrovia × Bobo ...	3	3	403	293	72,7	1	0,2	109	27,1	+
♀ Monrovia × Ouagadougou .	17	17	2 526	2 337	92,51	8	0,32	181	7,17	+
♀ Monrovia × Thiès ..	25	22	4 014	14	0,35	1 060	26,41	2 940	73,24	—
♀ Niamey × Bamako ♂	11	11	1 944	1 900	97,74	2	0,10	42	2,16	+
♀ Niamey × Bobo	20	20	3 194	3 146	98,50	1	0,03	47	1,47	+
♀ Niamey × Lomé	24	5	829	822	99,1	3	0,4	4	0,5	+
♀ Niamey × Ouagadougou ..	18	18	3 837	3 514	91,58	95	2,48	228	5,94	+
♀ Niamey × Sassandra .	13	13	2 849	2 787	97,82	1	0,04	61	2,14	+
♀ Niamey × Thiès	12	12	2 626	2 301	87,62	38	1,45	287	10,93	+

Croisements	Nbre de pontes observ.	Nbre de pontes comptées	Nombre d'œufs	Larves ayant éclos		Œufs n'ayant pas éclos				Résultat
						Embryonnés		Non embryonnés		
				Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	
♀ Ouaga. × Abidjan ♂	6	6	771	731	94,8	4	0,5	36	4,7	+
♀ Ouaga. × Bamako ..	8	8	541	523	96,7	4	0,7	14	2,6	+
♀ Ouaga. × Bobo	13	13	2 251	2 053	91,20	31	1,38	167	7,42	+
♀ Ouaga. × Monrovia ..	5	5	435	418	96,1	5	1,1	12	2,8	+
♀ Ouaga. × Niamey ...	14	14	2 804	2 642	94,22	81	2,89	81	2,89	+
♀ Ouaga. × Sassandra ..	15	15	2 520	2 444	96,98	6	0,24	70	2,78	+
♀ Ouaga. × Thiès	4	4	657	619	94,2	7	4,7	31	1,1	+
♀ Sassandra × Abidjan ♂	9	7	839	814	97,0	12	1,4	13	1,6	+
♀ Sassandra × Bamako ..	16	16	2 979	2 929	98,32					+
♀ Sassandra × Bobo ...	10	10	1 945	1 796	92,34	4	0,2	145	7,46	+
♀ Sassandra × Niamey ..	18	18	4 243	3 976	93,71	48	1,13	219	5,16	+
♀ Sassandra × Ouaga. .	2	2	305	283	92,8	1	0,3	21	6,9	+
♀ Sassandra × Thiès ..	9	9	1 612	1 519	94,23					+
♀ Thiès × Abidjan	18	18	2 907	—	—	1 633	56,17	1 274	43,83	—
♀ Thiès × Bamako	18	18	3 467	3 279	94,58					+
Thiès × Bobo	Voir les tableaux spéciaux consacrés à ce croisement									
Thiès × Lomé	17	17	2 812	—	—	2 452	87,20	360	12,80	—
Thiès × Monrovia ..	42	42	7 092	2	0,03	6 356	89,62	734	10,35	—
Thiès × Niamey	15	15	3 016	—	—	962	31,90	2 054	68,10	—
Thiès × Ouaga.	10	10	2 214	1 926	87,00	57	2,57	231	10,43	+
Thiès × Sassandra ..	13	13	2 686	—	—	2 498	93,00	188	7,00	—

TABLEAU 2

Résultats des croisements entre les souches de *C.p. fatigans* de Bobo-Dioulasso et de Thiès

	Croisements			
	♂ Bobo × ♀ Bobo	♂ Thiès × ♀ Thiès	♂ Thiès × ♀ Bobo	♂ Bobo × ♀ Thiès
Nombre de pontes observées	22	15	99	88
Nombre de pontes écloses	22	15	12	80
Nombre de pontes non écloses ..	—	—	87	8

ques pontes, enfin, avaient éclos normalement. Dans le croisement réciproque, nous obtenons une majorité de pontes éclosant normalement et quelques cas de non éclosions où les œufs embryonnés sont tout de même en majorité.

4.3. Différents types de souches mis en évidence au cours de cette étude.

Les résultats obtenus lors de ces divers croisements ont été condensés dans le tableau 4 et nous per-

TABLEAU 3

Croisements effectués entre les souches de *C.p. fatigans* de Thiès et de Bobo-Dioulasso

Croisements	Pontes ayant éclos				Pontes n'ayant pas éclos					
	Nombre de pontes comptées	Œufs éclos	Œufs non éclos		Pontes présentant des œufs embryonnés et non embryonnés			Pontes présentant seulement des œufs non embryonnés		
			em-bryonnés	non em-bryonnés	Nombre de pontes comptées	Œufs em-bryonnés	Œufs non em-bryonnés	Nombre de pontes comptées	Nombre d'œufs	
♀ Bobo × ♂ Bobo	12	2 478 <i>96,91</i>	21 <i>0,82</i>	58 <i>2,27</i>	—	—	—	—	—	
♀ Thiès × ♂ Thiès	12	2 509 <i>95,33</i>	97 <i>3,69</i>	26 <i>0,99</i>	—	—	—	—	—	
♀ Bobo × ♂ Thiès	<i>a</i>	11	1 880 <i>92,84</i>	60 <i>2,96</i>	85 <i>4,20</i>	21	25,70 <i>62,42</i>	1 547 <i>37,58</i>	3	623
	<i>b</i>	1	23 <i>6,44</i>	42 <i>20,79</i>	147 <i>72,77</i>					
♀ Thiès × ♂ Bobo	31	5 744 <i>95,45</i>	43 <i>0,71</i>	231 <i>3,84</i>	5	887 <i>93,27</i>	64 <i>6,73</i>	—	—	

a : pontes dont les œufs, dans leur grande majorité, avaient éclos.

b : cas particulier d'une ponte dont la plupart des œufs n'étaient pas embryonnés.

Les nombres en italique indiquent les pourcentages d'œufs ayant éclos et d'œufs non éclos, embryonnés et non embryonnés dans chacune des catégories considérées.

mettent de classer les souches étudiées en six types différents du point de vue des incompatibilités :

- la souche « Ouagadougou », compatible avec toutes les autres souches étudiées ;
- les souches du type « Abidjan, Sassandra, Lomé, Niamey », dont les mâles sont incompatibles avec les femelles de la souche « Thiès » ;
- la souche « Bamako » dont les femelles sont incompatibles avec les mâles de Thiès ;
- la souche « Thiès » qui présente une incompatibilité unidirectionnelle avec les 5 souches précédentes et une incompatibilité bidirectionnelle avec la souche « Monrovia », et semble être constituée d'individus compatibles entr'eux, mais réagissant de façon dissemblable à l'égard de la souche « Bobo-Dioulasso ».
- la souche « Monrovia », incompatible dans les deux sens avec la souche « Thiès », mais compatible avec les autres souches.

- la souche « Bobo-Dioulasso », dont les individus se comportent différemment, le croisement avec Thiès étant ou non compatible.

5. DISCUSSION.

Les incompatibilités observées au cours de ces croisements sont du même type que celles décrites dans les différents travaux qui ont été rapportés au début de ce travail, et on peut donc admettre qu'elles sont de type cytoplasmique, à l'exception peut-être des croisements Thiès × Bobo-Dioulasso.

5.1. Problème des croisements Thiès × Bobo-Dioulasso.

Nous écarterons d'abord, dans ce dernier cas, la possibilité d'un mélange entre diverses souches, puisque ces croisements ont été effectués avec les descendants

TABLEAU 4
Résultat des croisements effectués entre différentes souches ouest-africaines de *C.p. fatigans*

♀	♂	Bobo	Bamako	Niamey	Ouagadougou	Thiès	Sassandra	Abidjan	Lomé	Monrovia
Bobo	.....	▨	+	+	+	Voir tableaux spéciaux	+	+	+	+
Bamako	.....	+	▨	+	+	—	+	+	/	/
Niamey	.....	+	+	▨	+	+	+	/	+	/
Ouagadougou	.	+	+	+	▨	+	+	+	/	+
Thiès	.....	voir tableaux spéciaux	+	—	+	▨	—	—	—	—
Sassandra	.....	+	+	+	+	+	▨	+	/	/
Abidjan	.....	+	+	/	+	+	+	▨	+	+
Lomé	.....	+	/	+	/	+	/	+	▨	/
Monrovia	....	+	+	/	+	—	/	+	/	▨

+ = croisement normal.
— = incompatibilité cytoplasmique.
/ = croisement non effectué.

directs de femelles capturées gorgées à Thiès et à Bobo-Dioulasso.

Les résultats du croisement ♀ Bobo × ♂ Thiès sont assez analogues à ceux obtenus par BARR (1969), mais il n'y a pas d'analogie dans le croisement réciproque (une majorité de pontes éclosant normalement et quelques cas de non éclosion où les œufs embryonnés sont tout de même les plus nombreux).

Deux hypothèses peuvent alors expliquer nos résultats.

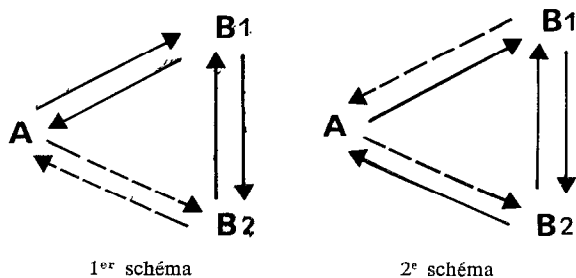
— Les souches récoltées dans chacune des 2 localités sont génétiquement homogènes et l'interaction des facteurs responsables de l'incompatibilité (qu'ils aient un déterminisme génétique ou cytoplasmique) ne présente pas 100 % d'efficacité, par suite de variations aléatoires du phénotype cellulaire, ou en fonction de variations, non contrôlées, de facteurs externes.

— L'efficacité de l'interaction est de 100 %, mais il existe une hétérogénéité génétique chez les moustiques originaires de ces deux villes. Dans chaque localité seraient présentes deux populations différentes. Les croisements des individus originaires de l'une de ces localités avec les individus originaires de l'autre, seraient soit compatibles, soit incompatibles, plusieurs possibilités pouvant rendre compte de nos résultats. Il n'y aurait d'ailleurs pas incompatibilité entre les populations d'une même localité, comme l'ont montré les croisements témoins rapportés dans les tableaux 2 et 3 et ceux effectués lors des expérimentations précédentes.

Il existe cependant, d'autres explications à nos résultats, basées sur l'hypothèse plus simple de l'existence, dans l'une des localités, d'une population unique, que nous appellerons A, et dans l'autre localité de deux

populations qui seront désignées sous les appellations de B1 et B2.

Deux schémas différents peuvent alors représenter les résultats que nous avons obtenus :



Les flèches, en traits pleins, désignent un croisement normal, celles en pointillé, une incompatibilité.

Dans l'hypothèse où l'on retiendrait le premier schéma, on devrait obtenir le même pourcentage d'éclosions et de non éclosions quel que soit le sens dans lequel est effectué le croisement. Les résultats rapportés dans le tableau 1 indiquent manifestement qu'une telle possibilité ne peut être retenue.

Si l'on désigne par p et q les proportions respectives des formes B1 et B2, le deuxième schéma donnerait les résultats suivants :

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma B1 \times \varphi A \\ = p \% \text{ d'éclosions} \\ \sigma B2 \times \varphi A \\ = q \% \text{ de non éclosions} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \varphi B1 \times \sigma A \\ = p \% \text{ de non éclosions} \\ \varphi B2 \times \sigma A \\ = q \% \text{ d'éclosions} \end{array} \right.$$

Le pourcentage d'éclosions obtenues dans l'un des croisements est ici égal au pourcentage de non éclosions obtenues dans l'autre croisement.

L'examen de nos données (tabl. 1) indique que le pourcentage des éclosions est égal à 12 % dans le croisement σ Thiès \times φ Bobo-Dioulasso et que celui des non éclosions dans le croisement φ Thiès \times σ Bobo-Dioulasso est égal à 9 %. Par ailleurs les mêmes pourcentages observés dans le croisement inverse sont respectivement égaux à 91 % et 88 %. Ces pourcentages très voisins ne diffèrent pas significativement et nous amènent donc à penser que le mécanisme de nos croisements est analogue à celui que nous avons décrit dans le schéma n° 2.

La population de l'une des localités serait donc homogène, et il y aurait dans l'autre localité deux populations se comportant de manière différente, au moins du point de vue d'une incompatibilité qui pourrait être de type cytoplasmique comme dans les autres croisements. Ce schéma est du moins l'explication la plus simple rendant compte de ces observations. Les deux populations n'y sont d'ailleurs pas représentées de manière égale, mais dans des proportions de l'ordre de 10 % à 90 %, tout au moins lorsqu'ont été effectués nos croisements.

5.2. Valeur des résultats d'ensemble obtenus au cours de cette étude.

Les croisements rapportés dans le présent travail ont été effectués à partir de moustiques récoltés dans diverses localités à une époque donnée. Dans les cas où nous avons observé des incompatibilités, les croisements ont été refaits certes, mais avec des individus descendants de ceux utilisés pour le croisement initial (à l'exception du croisement « Thiès \times Bobo-Dioulasso »). Nous n'avons pas la preuve que des expériences effectuées avec des insectes capturés à d'autres saisons auraient donné des résultats comparables. Aussi pouvons-nous seulement conclure que ces divers croisements ont montré la présence, dans certaines souches, d'individus compatibles ou incompatibles avec des sujets d'origine différente. Les résultats enregistrés par nous-mêmes dans le croisement « Bobo-Dioulasso \times Thiès », et ceux obtenus par EYRAUD et MOUCHET (1970) avec les souches « Brazzaville et Thiès », nous paraissent à ce sujet particulièrement significatifs.

LAVEN (1969) avait observé que le croisement « Bobo-Dioulasso \times Thiès » était fertile dans les deux sens. Pour EYRAUD et MOUCHET (1970) il y a également une compatibilité bidirectionnelle. Il est toutefois important de noter que leurs observations ont été effectuées sur un nombre de pontes beaucoup plus restreint que le notre (8 et 6 pontes pour LAVEN, 10 et 25 pontes pour EYRAUD et MOUCHET). Nous-mêmes, d'ailleurs, en opérant sur un nombre de pontes réduit, nous avons décrit une comptabilité normale dans le croisement φ Thiès \times σ Bobo-Dioulasso (SUBRA *et al.*, 1968). Il n'est donc pas improbable que des croisements effectués avec des individus plus nombreux ou capturés à d'autres saisons auraient fourni à ces divers auteurs des résultats peut-être différents.

5.3. Incidence de ces phénomènes d'incompatibilité sur d'éventuelles études écologiques.

Dans la mesure où on retient l'hypothèse de l'existence de deux populations, soit à Thiès, soit à Bobo-Dioulasso, est-il possible de les rattacher à l'un ou à l'autre de ces deux souches ? Aucun élément tangible ne le permet, mais il est important de remarquer que la souche « Thiès » ne se comporte pas de manière homogène lorsqu'on la croise avec d'autres souches africaines comme « Brazzaville » (EYRAUD et MOUCHET, 1969). Ce comportement hétérogène de la souche « Thiès », nous amène donc à penser qu'il y a dans cette localité deux populations différentes. La population de Bobo-Dioulasso serait quant à elle, homogène, au moins du point de vue de l'incompatibilité. Elle se prêterait donc parfaitement à une étude écologique. Dans le cas peu vraisemblable où les deux populations seraient présentes à Bobo-Diou-

lasso, l'incidence d'une telle hétérogénéité sur une étude de ce genre paraît minime. En effet la seule expression phénotypique connue des facteurs transmis par le cytoplasme, est la compatibilité ou l'incompatibilité (LAVEN, 1967 c). Dans le cas présent cette manifestation ne s'observe même pas au niveau des deux populations, mais seulement lorsqu'on les croise avec une population d'origine géographique différente. De plus elles occupent toutes deux un biotope commun et bien isolé (la ville de Bobo-Dioulasso ou celle de Thiès) et comme elles sont interfertiles il est peu probable qu'elles se différencient en populations écologiquement différentes.

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos remerciements aux personnes qui nous ont apporté leur aide au cours de la réalisation et de la rédaction de ce travail : M^{me} J. BEISSON, le Docteur A.-R. BARR, M. le Professeur BERGERARD, M. J. COZ, M. le Professeur GRENIER, M. J. HAMON, M. R. LE BERRE. Nos remerciements vont également à M. P. SALES qui a réalisé la carte illustrant ce travail, et à MM. R. ACCROMBESSI et V. K. OUEDRAOGO pour leur aide technique.

Manuscrit reçu au S.C.D. le 7 janvier 1972.

BIBLIOGRAPHIE

BARR (A. R.), 1966. — Cytoplasmic incompatibility as a means of eradication of *Culex pipiens* L. *Proc. Pap. 34th ann. Conf. Calif. Mosq. Control Ass., Monterey*, 32-35.
 BARR (A. R.), 1969. — Partial compatibility and its effect on eradication by the incompatible male method. *Proc. Pap. 37th ann. Conf. Calif Mosq. Controle Ass., Los Angeles*, 19-24.
 EYRAUD (M.) et MOUCHET (J.), 1970. — Incompatibilités cytoplasmiques entre des souches de *Culex pipiens fatigans* Wied. d'Afrique, d'Asie et d'Amérique. *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **8**, 69-82.
 GHELELOVITCH (S.), 1952. — Sur le déterminisme génétique de la stérilité dans les croisements entre différentes souches de *Culex autogenicus* Roubaud. *C.R. Acad. Sciences, Paris*, **234**, 2386-2388.

HAMON (J.), BURNETT (G. F.), ADAM (J.-P.), RICKENBACH (A.) et GRJEBINE (A.), 1967. — *Culex pipiens fatigans* Wiedmann, *Wuchereria bancrofti* Cobbold, et le développement économique de l'Afrique tropicale. *Bull. Org. mond. Santé*, **37**, 217-237.
 HAMON (J.) et MOUCHET (J.), 1967. — La résistance aux insecticides chez *Culex pipiens fatigans* Wiedemann. *Bull. Org. mond. Santé*, **37**, 277-286.
 LAVEN (H.), 1957. — Cytoplasmic inheritance in *Culex*. *Nature, London*, **177**, 141-142.
 LAVEN (H.), 1957. — Vererbung durch Kerngene und das Problem der ausserkaryotischen Vererbung bei *Culex pipiens*. II. Ausserkaryotischen Vererbung. *Z. Vererbungsl.*, **88**, 478-516.
 LAVEN (J.), 1967 a. — Eradication of *Culex pipiens fatigans* through cytoplasmic incompatibility. *Nature, London*, **216**, 383-384.
 LAVEN (H.), 1967 b. — Speciation and evolution in *Culex pipiens*. Genetics of insect vectors of disease, ed. by J. W. Wright and R. Pal, Elsevier, Amsterdam, London, New York, 251-273.
 LAVEN (H.), 1967 c. — A possible model for speciation by cytoplasmic isolation in the *Culex pipiens* complex. *Bull. Org. mond. Santé*, **37**, 263-266.
 LAVEN (H.), 1969. — Incompatibility tests in the *Culex pipiens* complex. I. African strains. *Mosq. News*, **29**, 70-74.
 MATTINGLY (P. F.), 1967. — The systematics of the *Culex pipiens* complex. *Bull. Org. mond. Santé*, **37**, 257-261.
 ROUBAUD (E.), 1956. — Phénomènes d'amixie dans les croisements de souches géographiques indifférenciées extérieurement, du moustique commun tropical *Culex fatigans* Wied. *C.R. Acad. Sciences, Paris*, **242**, 1557-1559.
 SUBRA (R.), ACCROMBESSI (R.) et OUEDRAOGO (V. K.), 1968. — Incompatibilités cytoplasmiques dans des souches ouest-africaines de *Culex pipiens fatigans* Wiedemann. *WHO/VBC/68.92*, 7 p., doc. multigr. non publié de l'O.M.S.