

Le comportement de recherche de l'hôte par les femelles du complexe *Simulium damnosum* ⁽¹⁾

Christian BELLEC ⁽²⁾, Georges HÉBRARD ⁽³⁾

Résumé

Le comportement de recherche de l'hôte par les femelles de plusieurs espèces du complexe *Simulium damnosum* (*S. damnosum* s.s. / *S. sirbanum* et *S. soubrense* / *S. sanctipauli*) a été étudié par divers procédés de piégeage ; ces derniers utilisent certains stimuli visuels ou olfactifs : silhouettes visant à imiter des hôtes naturels, plaques colorées, source de gaz carbonique et d'ammoniac, substances diverses d'origine humaine et animale. Les résultats ont montré que le comportement est semblable chez les deux groupes d'espèces du complexe *S. damnosum* ; il serait caractérisé par le pouvoir attractif de divers signaux ou substances selon trois zones hiérarchisées : à longue distance, l'orientation serait provoquée par des substances spécifiques de l'odeur humaine ; à moyenne distance, l'action de ces substances serait renforcée par le gaz carbonique ; à courte distance, le gaz carbonique et les stimuli visuels seraient dominants. L'influence de ce comportement de recherche sur la mise au point d'un piège susceptible de remplacer ou de compléter la méthode de capture sur homme est discutée.

Mots-clés : Comportement de recherche de l'hôte — *Simulium damnosum* s.l. — Techniques de piégeage.

Summary

HOSTSEEKING BEHAVIOUR BY FEMALES OF THE *Simulium damnosum* COMPLEX. The hostseeking behaviour by females of several species *S. damnosum* s.s. / *S. sirbanum* and *S. soubrense* / *S. sanctipauli* belonging to *Simulium damnosum* complex has been studied by different trapping methods. These include visual and olfactory stimuli : silhouettes which look like hosts, colour plaques, carbon dioxide and ammonia, various substances having human or animal origin. The results show that behaviour is the same in both species groups. It would be characterized by the power of attraction coming from different signals according to three classified zones : at long-range the orientation would depend on specific substances from human odor ; at middle-range the substances would act in addition to carbon dioxide ; at close-range the carbon dioxide and visual stimuli would be dominant. The role of different signals and the sequence of the hostseeking behaviour on trapping elaboration are discussed.

Key words : Hostseeking behaviour — *Simulium damnosum* complex — Trapping methods.

(1) Ce travail a bénéficié d'une subvention de l'Organisation Mondiale de la Santé (Programme de lutte contre l'Onchocercose dans le Bassin de la Volta) et a été réalisé à l'Institut de Recherches sur la Trypanosomiase et l'Onchocercose (I.R.T.O.), B.P. 1500, Bouaké, Côte d'Ivoire, dans le cadre des accords O.C.C.G.E./O.R.S.T.O.M.

(2) Entomologiste médical O.R.S.T.O.M.

(3) Technicien d'entomologie médicale O.R.S.T.O.M.

1. Introduction

La mise au point d'un piège susceptible de remplacer ou de compléter la méthode de capture sur homme, seule technique d'évaluation entomologique quantitative utilisée à l'heure actuelle dans les campagnes de lutte antivectorielle contre l'onchocercose (Philippon et Le Berre, 1978 ; Davies *et al.*, 1978 ; Walsh *et al.*, 1979) constitue une priorité maintes fois réitérée (Anonyme, 1966, 1973). En effet la méthode utilisant un homme servant d'appât présente de nombreux inconvénients notamment sur le plan de l'éthique en raison des risques de piqûres, voire de transmission de l'agent pathogène, encourus par les captureurs. De plus elle est onéreuse.

L'élaboration d'un tel piège requiert au préalable la détermination des facteurs en cause dans l'attractivité de l'homme pour les femelles du complexe *Simulium damnosum*. A la différence de ce qui est possible pour l'étude du comportement des espèces culicidiennes, notamment *Aedes aegypti*, la mise en évidence des signaux intervenant dans la recherche de l'hôte chez les femelles de *S. damnosum* s.l. ne peut avoir lieu que dans les conditions de terrain, en raison de la difficulté rencontrée actuellement pour développer un élevage. L'étude de ce comportement a donc consisté, soit à tenter d'éliminer chez l'homme un ou plusieurs facteurs probables d'attractivité (Thompson, 1976, 1977), soit à tester par divers systèmes de piégeage un certain nombre de stimuli suspectés de provoquer une réponse de l'insecte (Bellec, 1974, 1977 ; Thompson, 1976, 1977).

Les premières études réalisées en savane guinéenne et soudanienne de Haute-Volta avaient révélé le rôle déterminant des composés olfactifs dans l'attraction des femelles (Bellec, 1974). Cependant Thompson (1976, 1977) au Cameroun, constatait une modification des réponses aux divers signaux chez les femelles présentes en forêt et en savane guinéenne : l'odorat jouerait un rôle important dans l'attraction de *S. damnosum* s.l. (probablement *S. squamosum*) en forêt, tandis qu'en savane soudanienne la vue serait le facteur majeur pour *S. damnosum* s.s. Il suggérait alors que les espèces du complexe pouvaient avoir des mécanismes différents de recherche de l'hôte. On se propose ici d'étudier, par des systèmes de piégeage indépendants d'une présence humaine, le comportement de plusieurs espèces du complexe *S. damnosum*, en diverses zones bioclimatiques de leur aire de répartition.

2. Sites d'étude

Les expériences ont été réalisées au Mali, à la limite septentrionale de la savane soudanienne, près du village de Siramakana (14°35' N-9°55' W) sur le Baoulé, et en secteur préforestier de Côte d'Ivoire, à la station de Danangoro (7°10' N-5°56' W) sur la Maraoué. Ces stations ont été décrites dans de précédentes publications (Bellec, 1976 ; Bellec et Hébrard, 1980). Nous rappellerons qu'à Siramakana les espèces du complexe *S. damnosum* sont *S. sirbanum* (en majorité) et probablement *S. damnosum* s.s. A Danangoro, ces deux espèces dites savaniques et une espèce présumée forestière, *S. soubrense*, ont été recensées lors de l'examen des chromosomes des larves récoltées sur les gîtes de cette station (Quillévéré, comm. pers., Vajimé et Quillévéré, 1978).

3. Matériel et méthodes

3.1. TECHNIQUES DE PIÉGEAGE

Plusieurs techniques de piégeage ont été mises en œuvre.

3.1.1. Pièges agissant par des stimuli visuels

Des dispositifs comparables à ceux utilisés antérieurement (Wenk et Schlörner, 1963 ; Bellec, 1974) visent à imiter la forme des hôtes naturels des femelles piqueuses ; il s'agit de plaques de bois de 1 cm d'épaisseur, peintes en noir ou rayées de noir et blanc, représentant un homme en position debout (1,80 m), un échassier, une vache.

Des plaques quadrangulaires, de 60 sur 60 cm, sont recouvertes de papier plastifié de différentes couleurs : bleu, noir, rouge, vert, jaune et blanc.

Ces dispositifs sont enduits de substances adhésives.

3.1.2. Pièges agissant par des stimuli olfactifs

Plusieurs substances chimiques d'origine humaine ou animale (sueur, sang, urine, excréments), le gaz carbonique et l'ammoniac ont été testés par divers procédés (tabl. I) :

— une gaze imprégnée de substance est placée au-dessus du dispositif d'aspiration d'un piège lumineux de type C.D.C. ou Monkswood ;

— une diffusion fine de produit liquide est assurée par un pulvérisateur rotatif placé au-dessus d'une

TABLEAU I

Substances chimiques d'origine humaine, animale et diverse utilisées pour le piégeage de *S. damnosum* s.l.

S U B S T A N C E S C H I M I Q U E S						
O r i g i n e h u m a i n e					Origine animale	Divers
Sueur	Sang	Respiration	Urine	Faeces		
Acide valérianique	Acides aminés	CO ₂	acide urique	méthylindol (Scatole)	albumine (en poudre)	NH ₄
Acide caprique	alanine				(en solution aqueuse)	acide oléique
Acide butyrique	leucine			H ₂ S		
Acide acétique	isoleucine				poulet	
Acide formique	acide aspartique				boeuf	
Acide lactique	arginine				chien	
Mélange d'acides gras	histamine				chèvre	
	lysine					
	cystéine					
	albumine					
	17 acétoxy-progestérone					

plaque de bois de 1 m de côté et peinte en noir ou en bleu.

— le gaz carbonique est d'origine biologique (fermentation organique) ou chimique. Le débit des effluves est contrôlé par un manodétendeur et un débitmètre. Les quantités de gaz émises sont différentes selon les expérimentations, 500, 1 000 ou 2 000 ml/mn (1). Un long tuyau de caoutchouc de 1 m de long, qui sert à réchauffer le gaz avant sa sortie dans l'atmosphère, est placé au-dessus, soit d'un système d'aspiration, soit de plaques engluées, soit encore près des pièges numérotés 1, 6, 7 et 8 sur la figure 1.

— le dégagement d'ammoniac provient d'une solution d'ammoniaque à 33 % de gaz. La solution est placée dans un erlenmeyer au-dessus des dispositifs de collecte mentionnés ci-dessus.

3.1.3. Pièges agissant par plusieurs stimuli visuels et d'autres de nature mal définie

Ces pièges constituent des variantes de ceux utilisés pour la capture de plusieurs espèces de simuliés des régions néarctique, paléarctique et afrotropicale (fig. 1). Ils sont constitués par une

armature en bois ou métallique et sont recouverts de tissu de couleur bleue. Les insectes sont récoltés dans une cage placée au-dessus d'un orifice dégagé sur la partie supérieure des pièges. Les facteurs d'attraction de ces pièges sont mal définis ; il peut s'agir de la couleur, de la forme, du volume mais également d'une attirance pour les cavités plus sombres, de l'ombre portée sur le sol, voire de la température. Ils sont habituellement appelés par les auteurs de langue anglaise « shading-traps ».

3.1.4. Capture sur appât humain

Elle a constitué la méthode de référence pour apprécier l'efficacité des pièges.

Les expériences ont été réalisées pendant toute la journée ou seulement quelques heures, de 8 à 12 h et de 14 à 18 h 30 en saison des pluies ou pendant les heures d'activité maximale des femelles, entre 16 et 19 h en saison sèche (Bellec et Hébrard, 1983).

3.2. IDENTIFICATION DES FEMELLES DU COMPLEXE *S. damnosum*

Étant donné que dans les deux stations seules

(1) Rappelons que selon Gaddum (1964), la quantité de gaz carbonique expirée est de 250 ml/mn chez un homme de 70 kg au repos et de 500 ml/mn chez un bœuf de 200 kg.

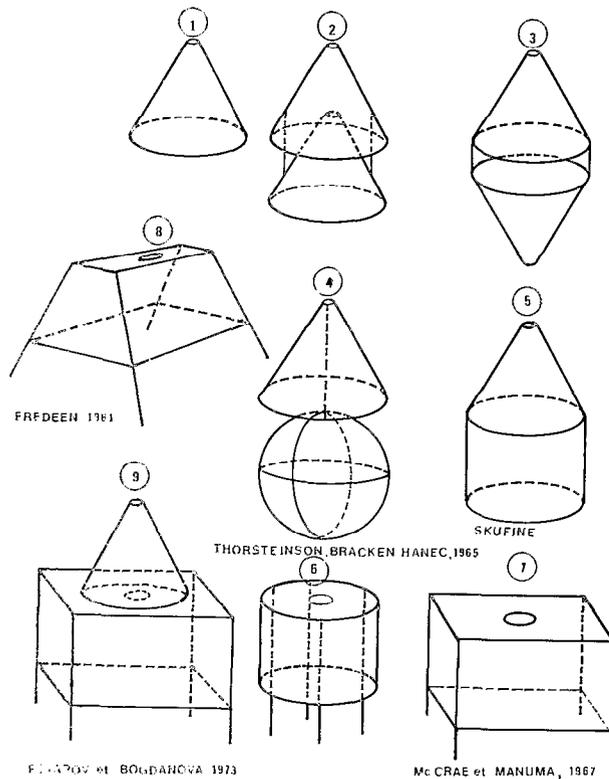


FIG. 1. — Représentation schématique des pièges associant plusieurs stimuli visuels (couleur, forme) à d'autres stimuli de nature mal définie

quatre espèces du complexe *S. damnosum* ont été identifiées par l'examen des chromosomes larvaires, les critères retenus pour le tri des femelles ont été la coloration des touffes alaires (Lewis et Duke, 1966 ; Garms, 1978) et les mesures de taille et d'aplatissement des segments antennaires. Ces critères permettent la distinction des deux groupes d'espèces *S. damnosum* s.s. / *S. sirbanum* et *S. soumbrense* / *S. sanctipauli*.

4. Résultats

a) Tous les dispositifs ne comportant qu'une composante d'attraction visuelle (plaques colorées, silhouettes) ou les shading-traps ne permettent la capture que de très rares femelles de simuliés (tabl. II ; tabl. IV et V, témoin).

b) Le gaz carbonique, utilisé seul ou en association avec les pièges visuels a attiré en quantité notable des femelles du complexe *S. damnosum* aux deux stations d'études (tabl. III). Les récoltes étaient composées quasi exclusivement de femelles à jeun ; seuls cinq mâles ont été obtenus.

La quantité de femelles récoltée est plus importante lorsqu'on augmente le débit du gaz carbonique de 500 à 2 000 ml/mn (tabl. III). A débit comparable les quantités de femelles récoltées au moyen du CO₂ sont plus importantes, par rapport au témoin, en savane nord-soudanienne que dans les autres zones biogéographiques ; ces récoltes sont

TABEAU II

Récoltes dans des pièges associant plusieurs stimuli visuels à des stimuli de nature non définie (1975)

Type de piège (n°)	<i>S. damnosum</i> s.l.	Autres insectes	Période
1	10	<u>Glossinidae</u>	30 11/7 - 15/8
2	3	<u>Glossinidae</u> <u>Culicidae</u>	31 26/5 - 15/8 1
3	0		26/5 - 20/6
4	0		26/5 - 20/6
5	13	<u>Glossinidae</u> <u>Ceratopogonidae</u>	33 11/7 - 13/8 29
6	5	<u>Glossinidae</u> <u>Tabanidae</u>	13 21/7 - 13/8 6
7	16	<u>Glossinidae</u> <u>Tabanidae</u>	56 17/6 - 13/8 6
8	19	<u>Simuliidae</u> <u>Glossinidae</u> <u>Tabanidae</u>	1 21/7 - 13/8 27 3
9	3	<u>Glossinidae</u>	12 21/7 - 13/8

TABLEAU III

Nombre de femelles du complexe *S. damnosum* fournies par des pièges associant un dégagement de gaz carbonique à divers stimuli visuels (F : espèces forestières récoltées à Danangoro)

Date	CO2		Homme b	Rendement a/b
	<i>S. damnosum</i> a	autres espèces de Simulies		
A. DANANGORO				
1975		% F		
2.9	73			
3.9	144			
4.9	86		16.9 335	
			17.9 557	0.6
23.9	299	(18.9 675	
24.9	378	(76 %		
25.9	286	(
30.9	280 (1 mâle)	(
1.10	248	(72 %		
2.10	177 (2 mâles)	(
15.10	113		350	0.32
16-18.12	177 (2 mâles)			
1976				
3-5.2	96	10 % 25	370	0.26
3-5.8	17		98	0.17
24-25.8	157			
7.9	35			
8.9	23		112	0.20
9.9	47			
16.11	99		307	0.32
17.11	57 (1 mâle)	(96 % 1	321	0.18
18.11	132		314	0.42
B. SIRAMAKANA				
1978				
Novembre	(tableau IV)			
1979				
Juillet				
19.7	152	105	134	1.1
20.7	173	147		
Novembre (tableau V)				

alors généralement inférieures ou tout au plus égales à celles fournies par un captureur.

Des femelles d'autres espèces de simulies, *S. adersi* Pomeroy, *S. bovis* de Meillon, *S. unicornu-*

tum Pomeroy, ont également été attirées par cet attractif.

L'association d'un dégagement de gaz carbonique aux différents systèmes de pièges agissant

TABLEAU IV

Influence du débit du gaz carbonique sur la quantité de femelles de simulies récoltées à Siramakana (* récolte de mâle)

DATE 1978	ESPECES	CO ₂ + PLAQUE BLEUE				TEMOIN		Rendement CO ₂ /Hommes %
		2000 ml/mn	1000 ml/mn	500 ml/mn	0 ml / mn	Homme	Plaque bleue	
25/11	<i>S. damnosum</i> s.l.	71	-	-	-	95	0	75
	<i>S. sp.</i>	26				0		
26/11	<i>S. damnosum</i> s.l.	-	116 (1*)			236	9	50
	<i>S. sp.</i>		28			0	6	
27/11	<i>S. damnosum</i> s.l.			45		235	0	20
	<i>S. sp.</i>			24		0	0	
28/11	<i>S. damnosum</i> s.l.				1	78	3	0
	<i>S. sp.</i>				0	0	1	

TABLEAU V

Influence de la couleur sur l'attraction des femelles à faible distance d'un piège à CO₂ (2 000 ml/mn) à Siramakana

Date (1979)	Rouge		Bleu		Noir		Blanc		Jaune		Total	Ombre	soleil
	ombre	soleil											
16.11	4	4	16	6	10	6	7	2	10	0	65	47	18
20.11	4	3	4	5	14	3	15	1	0	3	52	37	15
21.11	7	4	28	15	10	4	3	3	1	3	78	49	29
22.11	19	8	24	15	1	1	10	0	7	2	77	51	26
Total	34	19	72	41	35	14	35	6	18	8	272	184	88
	53		113		49		41		26				
Témoin 23.11	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0			

par des stimuli visuels et des shading-traps a permis de préciser le rôle de la couleur et de la forme dans la recherche de l'hôte par les femelles.

A Danangoro, les couleurs préférentielles ont été déterminées par 52 comparaisons de plaques colorées deux à deux. Les résultats ont fait l'objet d'un traitement statistique par un test de Walsh (*in* Siegel, 1956). Ils montrent que le bleu est la couleur la plus attractive ; les couleurs jaune et blan-

che fournissent les récoltes les moins abondantes. Aucune différence d'attraction n'est à noter entre les autres couleurs (rouge, vert, noir).

A Siramakana, les résultats sont similaires, en ce qui concerne le pouvoir attractif du bleu et du jaune ; par contre le blanc se révèle aussi attractif que les autres couleurs (tabl. V).

L'attractivité des pièges de formes différentes (pièges 1, 6, 7, 8, fig. 1) a été testée, en association

également avec le gaz carbonique, lors de 30 comparaisons (Danangoro) des dispositifs pris deux à deux. Dans ces conditions aucune différence (tests de Walsh) n'a été observée.

c) La recherche des autres composés d'origine humaine et animale susceptibles de fournir des récoltes supérieures à celles des pièges au CO₂ et comparables à celles réalisées par un appât humain n'a pas donné de résultats satisfaisants. Le système de piégeage comportant une source d'ammoniac a fourni des récoltes faibles et inconstantes ; elles ont atteint, dans le meilleur des cas 10 % des récoltes réalisées par un capteur.

5. Discussion

5.1. ORGANISATION GÉNÉRALE DES SÉQUENCES DU COMPORTEMENT DE RECHERCHE DE L'HÔTE

En tenant compte de l'influence des divers facteurs d'attraction des femelles de *S. damnosum* pris en considération dans notre étude, nous pouvons émettre une hypothèse sur la séquence du comportement de recherche de l'hôte. Une ou plusieurs substances, de nature inconnue, émises par l'homme, provoquent une attraction supérieure à celle du gaz carbonique et paraissent prépondérantes ; les stimuli visuels n'interviennent qu'en association avec des stimuli olfactifs. Il semble donc que le schéma proposé par Bradbury et Bennett (1974b) pour certaines espèces de simuliés néarctiques, notamment *S. venustum* Say, convienne en grande partie pour les vecteurs de l'onchocercose. La recherche de l'hôte par les femelles s'effectuerait selon une chaîne de réactions à différents signaux dont l'effet attractif de chacun agirait selon trois zones hiérarchisées, en fonction de la distance de l'hôte : à longue distance, l'orientation serait provoquée par les substances spécifiques de l'hôte ; à moyenne distance agiraient ces odeurs renforcées par le gaz carbonique ; à courte distance, des stimuli thermiques, hydriques et olfacto-chimiques, que nous n'avons pas pris en compte dans notre étude, pourraient intervenir (Gillies, 1980).

Ce comportement est comparable à celui des femelles de *S. adersi* et *S. impukane* de Meillon pour lesquelles Fallis et Raybould (1975) avaient noté : « Females of *S. adersi* were attracted to a visual stimuli if a CO₂ gradient existed also ». Il

se distinguerait par contre de celui d'autres espèces comme *S. euryadminiculum* Davies pour lesquelles l'odeur émise par l'hôte est suffisante, en absence de CO₂, pour provoquer l'attraction (Fallis et Smith, 1964) ou de celui de *S. equinum* L. et *S. erythrocephalum* de Geer qui ne répondent qu'à des stimuli visuels et non au gaz carbonique.

Le comportement de recherche de l'hôte chez les femelles de *S. damnosum* s.l. est semblable à celui défini antérieurement (Bellec, 1974) lors d'études réalisées en savane soudanienne et guinéenne de Haute-Volta et en présence essentiellement de *S. damnosum* s.s. / *S. sirbanum*. Ces observations complémentaires de celles de cette publication n'aboutissent pas aux conclusions formulées par Thompson (1976, 1977) qui faisaient ressortir une différence de comportement entre les espèces du complexe *S. damnosum*.

Si le schéma du comportement de recherche est semblable chez les deux groupes d'espèces prises en compte dans cette étude, quelques différences dans l'effet des signaux ont été toutefois remarquées : notamment la réponse au CO₂ et le choix des couleurs.

5.2. STIMULI OLFACTIFS ET GAZ CARBONIQUE

Les rendements des pièges comportant une source de gaz carbonique émis à des taux comparables (500 à 1 000 ml/mn) sont supérieurs en savane nord-soudanienne ; cela pourrait s'expliquer par l'existence de différences inter- et/ou intraspécifiques dans les seuils de réponse au gaz carbonique comme on a pu le démontrer chez des espèces néarctiques et afrotropicales lors de la détermination des débits assurant les rendements optimaux. Ces débits sont en effet variables d'une espèce à l'autre, voire pour une même espèce dans des sites différents. Les valeurs suivantes ont ainsi été enregistrées : 4 200 et 2 000 ml/mn (Snoddy et Hayes, 1966 ; Frommer *et al.*, 1976) pour les mêmes espèces des États de l'Alabama et de New-York, 500 et 250 ml/mn pour *S. venustum* (Fallis *et al.*, 1967 ; Browne et Bennett, 1980). Des différences ont été notées chez *S. adersi* (Fallis et Raybould, 1975). Chez *S. damnosum* s.l. des récoltes ont été réalisées à deux taux d'émission respectivement de 100 à 200 (Fallis et Raybould, 1975) et 100 à 400 (Tompson, 1976) ⁽¹⁾.

Ces différences observées dans la réponse à cet

(1) Il se pourrait que les différences de la sensibilité au gaz carbonique soient en relation avec la zoo-anthropophilie des femelles. Les espèces plus zoophiles semblent plus sensibles. Cette hypothèse reste toutefois à vérifier.

attractif peuvent s'expliquer également par des variations de la vitesse du vent. Golini et Davies (1971) ont démontré, en effet, chez *S. venustum* que les quantités minimales de gaz requises pour attirer les femelles augmentaient avec la vitesse du vent.

Si l'attraction des femelles pour le gaz carbonique paraît être le fait de nombreuses espèces de simulies, notamment *S. damnosum* s.l., on ne peut préciser, comme pour les espèces culicidiennes (Gillies, 1980), si ce composé est réellement un attractif ou seulement un activateur qui augmente par synergie la réponse à d'autres facteurs (olfactifs ou visuels). Dans nos expériences, nous constatons que les femelles du complexe *S. damnosum* mais également celles de *S. adersi* et *S. bovis* sont attirées bien que les hôtes préférentiels soient différents. Il semble donc que ce facteur constitue un attractif non spécifique : les substances propres à l'hôte dénommées souvent « skin factors » par certains auteurs ou les facteurs physico-chimiques qui interviennent à courte distance seraient prépondérants dans le choix des femelles.

5.3. STIMULI VISUELS ET CHOIX DES COULEURS ET DES FORMES

Des variations dans le choix des couleurs ont également été observées, préférence pour le noir en zone de savane soudanaise et guinéenne (Bellec, 1974) ou pour le bleu dans les autres régions. La possibilité de modifications dans le choix des couleurs au sein d'un complexe d'espèces ont été également notées par Browne et Bennett (1980) et Bradbury et Bennett (1974a). D'une manière générale les préférences pour ces deux couleurs ont été notées chez *S. damnosum* s.l. (Marr, 1965 ; Walsh, 1980) ainsi que chez de nombreuses simulies paléarctiques (Fedder et Alekseev, 1965) et néarctiques (Davies, 1951, 1961, 1972). Toutes ces études ainsi que celles développées chez *S. damnosum* s.l. (Bellec, 1974) ont démontré que les femelles sont plutôt attirées par des supports à faible pouvoir de réflectance que par la longueur d'onde émise. Ceci pourrait alors expliquer les récoltes plus importantes sur la face ombragée des plaques colorées, phénomène déjà noté chez *S. damnosum* par Walsh (1980) ainsi que chez des espèces de simulies néarctiques (Anderson et Defoliart, 1961 ; Davies, 1972 ; Browne et Bennett, 1980). De la même manière, les récoltes relativement abondantes réalisées sur des supports blancs (Siramakana) auraient été favorisées par le choix d'un papier plastifié mat (Pescken et Thorsteinson, 1965).

L'influence de la forme ne paraît pas déterminante dans le choix des femelles de *S. damnosum* s.l. Rappelons à ce sujet qu'une simple plaque rectangulaire est aussi attractive qu'une silhouette humaine de même surface (Bellec, 1974). Le rôle négligeable de la forme des supports a également été noté par Bradbury et Bennett (1974a) chez des espèces néarctiques.

6. Conclusions

Cette étude a montré que les femelles des groupes *S. damnosum* s.s. / *S. sirbanum* et *S. soubrense* / *S. sanctipauli* présentaient des comportements de recherche de l'hôte comparables, en différents sites de leur aire de répartition géographique. Elle a indiqué le rôle déterminant des substances olfactives dans l'attraction des femelles piqueuses.

La conception d'un piège destiné à remplacer les captureurs devra comporter nécessairement un attractif olfactif dont le débit sera à définir en fonction des espèces. Bien que le gaz carbonique constitue un attractif efficace, les difficultés de son utilisation sur le terrain ne permettent pas d'envisager ce composé pour l'évaluation entomologique d'un programme de lutte. Cette étude a montré par ailleurs que l'attractivité des pièges peut être renforcée par l'adjonction de stimuli visuels notamment des éléments de couleur bleue ou noire. C'est dans ce but que l'on a choisi les tissus recouvrant les cages des pièges à appât animal (Bellec et Hébard, 1983). Enfin si cette étude n'a pas permis de mettre en évidence de nouvelles substances attractives, les dispositifs de collecte testés au cours des expériences, notamment les shading traps, se sont révélés bien adaptés (en association avec une substance olfactive) pour la capture de femelles vivantes. Ils pourraient ainsi constituer les procédés de collecte pour tester tout nouveau produit.

Si le schéma général du comportement de recherche de l'hôte par les femelles des espèces du complexe *S. damnosum* prises en compte dans notre travail a pu être mieux compris, des études complémentaires devraient inclure d'autres espèces du complexe, apprécier la distance à laquelle chaque stimulus provoque une attraction, rechercher l'influence d'autres signaux notamment ceux qui interviennent dans l'approche à très courte distance et au contact de l'hôte. Ces signaux, en particulier les courants de convection thermique et hydrique, la pilosité, mis en évidence dans l'attraction de plusieurs espèces simulidiennes (Fain, 1950 ; Cross-

key, 1955) et culicidiennes (Howlett, 1910 ; Khan et Maibach, 1966 ; Cumming et Wright, 1967)

seraient, selon Gillies (1980), la principale cause du choix de l'hôte par les insectes hématophages.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON (J. R.) et DEFOLIART (G. R.), 1961. — Feeding behaviour and host preferences of some black flies (Diptera : Simuliidae) in Wisconsin. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 54 : 716-729.
- ANONYME, 1966. — WHO expert committee on onchocerciasis (second report). Technical report, series n° 335.
- ANONYME, 1973. — Contrôle de l'onchocercose dans la région du bassin de la Volta. Rapport de la Mission d'Assistance préparatoire auprès des Gouvernements de la Côte d'Ivoire, du Dahomey, du Ghana, de la Haute-Volta, du Mali, du Niger et du Togo. Doc. PNUD/FAO/BIRD/OMS, OCP/73.1, 90 p.
- BELLEC (C.), 1974. — Les méthodes d'échantillonnage des populations adultes de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera : Simuliidae) en Afrique de l'Ouest. Thèse de Doctorat 3^e cycle, Université Paris-Sud, Orsay.
- BELLEC (C.), 1976. — Captures d'adultes de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae) à l'aide de plaques d'aluminium, en Afrique de l'Ouest. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, 14, 3 : 209-217.
- BELLEC (C.), 1977. — Analyse des signaux intervenant dans la recherche de l'hôte chez *Simulium damnosum* s.l. Colloques internationaux du CNRS, n° 265. Comportement des insectes et Milieu tropique : 241-250.
- BELLEC (C.) et HÉBRARD (G.), 1980. — Les lieux de repos des adultes du complexe *Simulium damnosum* (Diptera : Simuliidae). 1. Les méthodes d'études. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, 18, 3 : 261-275.
- BELLEC (C.) et HÉBRARD (G.), 1983. — Les préférences trophiques des vecteurs de l'onchocercose en secteur forestier de Côte d'Ivoire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, 21, 4 : 241-249.
- BRADBURY (W. C.) et BENNETT (G. F.), 1974a. — Behaviour of adult Simuliidae (Diptera). 1. Responses to color and shape. *Can. J. Zool.*, 52 : 251-259.
- BRADBURY (W. C.) et BENNETT (G. F.), 1974b. — Behaviour of adult Simuliidae (Diptera). 2. Vision and olfaction in near-orientation and landing. *Can. J. Zool.*, 52, 2 : 1355-1364.
- BROWNE (S. M.) et BENNETT (G. F.), 1980. — Color and shape as mediators of hostseeking responses of Simuliids and Tabanids (Diptera) in the Tantramar Marshes, New Brunswick, Canada. *J. Med. Entomol.*, 17, 1 : 58-62.
- CROSSKEY (R. W.), 1955. — Observations on the bionomics of *Simulium damnosum* Theo. (Diptera : Simuliidae) in Northern Nigeria. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 49 : 142-153.
- CUMMING (J. E.) et WRIGHT (R. H.), 1967. — Convection currents that guide mosquitoes. *Canad. Ent.*, 99, 5 : 556-558.
- DAVIES (D. M.), 1951. — Some observations on the number of black flies (Diptera, Simuliidae) landing on colored clothes. *Can. J. Zool.*, 19 : 65-70.
- DAVIES (D. M.), 1961. — Colour affects the landing of blood-sucking black flies (Diptera : Simuliidae) on their hosts (*Simulium venustum*). *Proc. Ent. Soc. Ontario*, 91 : 267-268.
- DAVIES (D. M.), 1972. — The landing of bloodsucking black flies (Simuliidae : Diptera) on coloured materials. *Proc. Ent. Soc. Ontario*, 102 : 124-155.
- DAVIES (J. B.), I.E. BERRE (R.), WALSH (F. J.) et CLIFF (B.), 1978. — Onchocerciasis and *Simulium* control in the Volta River Basin. *Mosq. News*, 38, 4 : 466-472.
- FAIN (A.), 1950. — Simulies nouvelles du Rwanda-Urundi. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 43 : 101-123.
- FALLIS (A. M.), BENNETT (G. F.), GRIGGS (G.) et ALLEN (T.), 1967. — Collecting *Simulium venustum* female in fan traps and on silhouettes with the aid of carbon dioxide. *Can. J. Zool.*, 45 : 1011-1017.
- FALLIS (A. M.) et RAYBOULD (J. N.), 1975. — Response of two African simuliids to silhouettes and carbon dioxide. *J. Med. Entomol.*, 12, 3 : 349-351.
- FALLIS (A. M.) et SMITH (S. M.), 1964. — Ether extracts from birds and CO₂ as attractants for some ornithophilic Simuliids. *Can. J. Zool.*, 42 : 723-730.
- FEDDER (M. L.) et ALEKSEEV (A. N.), 1965. — Optic reaction of certain bloodsucking Diptera (Insecta) to various colours (trad.). *Rev. Ent. de l'URSS*, 44, 2 : 1965.
- FREDEEN (F. J. H.), 1961. — A trap for studying the attacking behaviour of Black flies, a *Simulium arcticum* Mall. *Canad. Ent.*, 93, 1 : 73-78.
- FROMMER (R. L.), SCHIEFFER (B. A.) et VAVRA (R. W.), 1976. — Comparative effects of CO₂ flow-rates using modified CDC light traps on trapping adult black flies (Simuliidae, Diptera). *Mosq. News*, 36, 3 : 355-358.
- GADDUM (J. H.), 1961. — Pharmacology. Third Ed., Oxford, O.U.P.
- GARMS (R.), 1978. — Use of morphological characters in the study of *Simulium damnosum* s.l. populations in West Africa. *Tropenmed. Parasit.*, 29, 4 : 483-491.
- GILLIES (M. T.), 1980. — The role of carbon dioxide in host finding by mosquitoes (Diptera, Culicidae). A Review. *Bull. ent. Res.* 70, 4 : 525-532.
- GOLINI (V. I.) et DAVIES (D. M.), 1971. — Upwind orientation of female *Simulium venustum* Say (Diptera) in Algonquin Park, Ontario. *Proc. Ent. Soc. Ontario*, 101 : 49-54.
- HOWLETT (F. M.), 1910. — The influence of temperature upon the biting of mosquitoes. *Parasitology*, 3 : 479-484.
- KHAN (A. A.) et MAIBACH (H. J.), 1966. — Quantification of effects of several stimuli on landing and probing by *Aedes aegypti*. *J. Econ. Ent.*, 59, 4 : 902-905.
- LEWIS (D. J.) et DUKE (B. O. L.), 1966. — *Onchocerca-Simulium* complexes. II. Variation in West African *Simulium damnosum*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 60, 3 : 365-374.
- MARR (J. D. M.), 1965. — Observations on *Simulium damnosum* in Northern-East Ghana, 1957 to 1962. WHO/ONCHO/33.65, 45 p.
- MCCRAE (A. W. R.) et MANUMA (P.), 1967. — Trials of modified Fredeen traps baited with dry ice. East. Afr. Comm. Res. Inst., annual report n° 17.
- PESCKEN (D.) et THORSTEINSON (A. J.), 1965. — Visual

- orientation of black flies (Simuliidae : Diptera) to colour, shape, and movements of targets. *Ent. Exp. Appl.*, 8 : 282-288.
- PHILIPPON (B.) et LE BERRE (R.), 1978. — La lutte contre les vecteurs d'onchocercose humaine en Afrique inter-tropicale. *Méd. trop.*, 38, 6 : 667-675.
- POTAPOV (A. A.) et BOGDANOVA (E. N.), 1973. — A simple trap for registration of the population density of black-flies (trad.). *Med. Parasit., Moskva*, 42, 5 : 618-621.
- SIEGEL (S.), 1956. — Non parametric statistics. Mc Graw Book Company, New York.
- SNODDY (E. L.) et HAYES (K. L.), 1966. — A carbon dioxide trap for Simuliidae. *J. Econ. Ent.*, 59, 1 : 242-243.
- THOMPSON (B. H.), 1976. — Studies on attraction of *Simulium damnosum* s.l. (Diptera, Simuliidae) to its hosts. 1. The relative importance of sight, exhaled breath and smell. *Tropenmed. Parasit.*, 27, 4 : 455-473.
- THOMPSON (B. H.), 1977. — Studies on attraction of *Simulium damnosum* s.l. (Diptera, Simuliidae) to its hosts. 2. Nature of substances on human skin responsible for attractant olfactory stimuli. *Tropenmed. Parasit.*, 28, 1 : 83-90.
- THORSTEINSON (A. J.), BRACKEN (G. K.) et HANEK (W.), 1965. — The orientation behaviour of horse and deer flies (Tabanidae, Diptera). III. The use of traps in the study of orientation of Tabanids in the field. *Ent. Exp. Appl.*, 8 : 189-192.
- VAJIMÉ (C.) et QUILLÉVÉRÉ (D.), 1978. — The distribution of the *Simulium damnosum* complex in West Africa with particular reference to the onchocerciasis control programme area. *Tropenmed. Parasit.*, 29, 4 : 473-482.
- WALSH (J. F.), 1980. — Sticky trap studies on *Simulium damnosum* s.l. in Northern Ghana. *Tropenmed. Parasit.*, 31, 4 : 479-486.
- WALSH (J. F.), DAVIES (J. B.) et LE BERRE (R.), 1979. — Entomological aspects of the first five years of the onchocerciasis Control Programme in the Volta river basin. *Tropenmed. Parasit.*, 30, 3 : 328-344.
- WENK (P.) et SCHLÖRER (G.), 1963. — Wirtsorientierung und Kopulation bei blutsaugenden Simuliiden (Diptera). *Z. tropenmed. Parasit.*, 14, 2 : 177-191.