

RECHERCHES ECOLOGIQUES
DANS LA SAVANE DE LAMTO (COTE D'IVOIRE) :
LES EFFETS DU FEU
SUR LES ARTHROPODES DE LA SAVANE

par D. GILLON

*Laboratoire d'Entomologie Agricole, ORSTOM, Adiopodoumé **

Le milieu. — La région de savane où a été réalisé le présent travail est située aux environs de la Station d'Ecologie Tropicale de Lamto, à 6° de latitude nord, dans la partie méridionale des savanes dites « guinéennes » de Côte d'Ivoire. Le climat présente une saison sèche de novembre à février et une saison des pluies de mars à octobre avec, en août, une baisse sensible de la pluviométrie correspondant à la petite saison sèche. Le peuplement végétal appartient à l'association *Brachiaria brachylopha* (Adjanooun 1964) et les espèces dominantes sont les graminées *Hyparrhenia* spp. et *Loudetia simplex*.

Le feu. — Allumé par l'homme, le feu de brousse n'est cependant pas un accident. Comme dans toute zone prairiale sous climat tropical, le phénomène se répète inéluctablement chaque année et apparaît comme un des facteurs les plus vigoureux rythmant l'évolution annuelle de la savane.

Le but de cette étude est de rechercher quel effet a le passage du feu sur la faune des Arthropodes, aussi bien immédiatement que dans les mois qui suivent jusqu'au feu suivant. Pour cela, les peuplements soumis à l'action du feu seront comparés à ceux qui en sont protégés. Comme le peuplement animal suit, même lorsqu'il n'est pas touché par le feu, une évolution saisonnière, le peuplement qui subit l'influence du feu va donc être comparé à celui qui subit, au contraire, l'influence de son absence.

D'une façon générale, le feu parcourt chaque année la savane pendant la saison sèche. Il arrive cependant que certaines zones ne brûlent pas ou, au contraire, plusieurs fois dans l'année. -

* Boîte Postale 20, Abidjan.

L'expérimentation a suivi le programme suivant :

- chaque année, une zone de savane a été brûlée en janvier ;
- chaque année, une zone qui avait brûlé l'année précédente a été protégée du feu pour un an ;
- une zone a été brûlée hors saison en avril.

L'action du feu bien typique de janvier 1965 sera étudiée en détail et comparée à celle d'un autre feu de janvier en 1966 et à celle du feu tardif d'avril 1965.

Technique d'étude du peuplement d'Arthropodes. — Le peuplement des Arthropodes est étudié par une technique d'échantillonnage par quadrats (Gillon Y. et Gillon D., 1965, 1967). Rappelons que 12 collecteurs se répartissent autour du périmètre délimitant un carré de 25 m², puis avancent en arrachant la végétation touffe par touffe pour capturer toute la faune visible à l'œil nu, vivant aussi bien dans les herbes que sur le sol, à l'exception des Termites et des Fourmis. La faune de la strate aérienne des Hyménoptères, Diptères et Lépidoptères adultes n'est pas capturée non plus par cette technique.

L'ensemble des animaux est pesé aussitôt la fin du relevé, puis trié, pesé à nouveau par groupes taxonomiques et enfin compté.

Chaque mois, 150 m² sont ainsi prospectés dans chacune des zones étudiées.

LE PASSAGE DU FEU

Description du phénomène. — Le feu est un phénomène dont les caractéristiques sont très variables (fig. 1 et 2).

Son intensité et sa vitesse de propagation sont fonction d'un grand nombre de facteurs climatiques tels que vent, température, pluviométrie de la semaine ou du mois précédent, et de facteurs locaux, notamment la pente du terrain et la quantité de combustible, elle-même variable selon les espèces végétales en présence et la date du feu précédent.

La température au cours du feu diffère beaucoup selon les niveaux considérés. Autant la chaleur est intense au-dessus du sol — 600° C à 20 cm, 300° C à 1,50 m, limite supérieure de la végétation, 75° C encore à 4 m — autant elle est faible sous une pellicule de terre (65° C), à l'intérieur de la base d'une touffe de graminée (65° C). L'élévation de température est pratiquement nulle dès 5 cm à l'intérieur du sol (1). Elle est très irrégulière au niveau même du sol puisqu'on a relevé des températures maximales de 75° C à 350° C en des points de la surface du sol voisins de 2 mètres.

(1) Ces températures ont été mesurées par la technique des Thermocolor, peintures thermosensitives virant de couleur selon certaines tranches de températures.



Fig. 1. — Front continu d'un feu lent passant un bas-fond par une interruption de la forêt-galerie.



Fig. 2. — Front discontinu d'un feu rapide dans un milieu arbustif.

Ces mesures de températures sont en accord avec celles qu'ont observées, dans le même type de végétation, Rains (1963) et



Fig. 3. — Le lendemain du feu : la savane non brûlée (en haut) et la savane brûlée (en bas), deux milieux totalement différents.

Hopkins (1965) au Nigeria, Masson (1948) et Pitot et Masson (1951) au Sénégal, enfin Jeager et Adam (1967) en Sierra Leone.

Effets sur la végétation. — De la couverture végétale uniforme et jaunie, haute de plus d'un mètre, le feu ne laisse qu'un tapis de cendres grises, très légères, à travers lequel se dressent les chaumes non entièrement calcinés (fig. 3 et 4).

Effets sur la faune. - Observations. — Le feu donne de très loin l'alarme aux insectes. Il règne, avant l'arrivée des flammes, une agitation très particulière dans les herbes, ce qui est probablement la raison de l'attraction de centaines de Milans qui planent au-dessus du feu, plongent juste au-devant des flammes pour saisir les insectes au vol. L'examen des contenus stomacaux de Milans tués au cours d'un feu a montré qu'ils capturaient des Orthoptères essentiellement et des Mantes.

On peut observer des nuées d'insectes fuyant au-devant du feu : Acridiens essentiellement, Sauterelles, certaines espèces de Mantes, Grillons, Coréides, Homoptères. A partir d'un certain stade de l'avancée du feu, beaucoup de ces insectes franchissent le front des flammes et atterrissent sains et saufs dans la savane déjà brûlée. Que reste-t-il, en réalité, de la faune qui habitait la savane à la veille du feu ?

Comparaison du peuplement d'Arthropodes avant et après le passage du feu de janvier 1965. — Il subsiste, le lendemain du feu, 64 % des individus et 32 % de la biomasse des Arthropodes (Tableau I) ; autrement dit, environ 2 individus sur 3 sont sains et saufs après le passage du feu, et ce sont surtout les plus petits, puisque le poids moyen individuel passe de 22 mg en savane non brûlée à 11 mg après le feu.

TABLEAU I

Effectif et biomasse en grammes de l'ensemble des Arthropodes à la veille du feu, le lendemain et un mois après en savane brûlée par 100 m² et proportion d'Arthropodes en effectif et biomasse retrouvée à ces dates par rapport à la faune initiale de la veille du feu.

		VEILLE DU FEU		LENDEMAIN DU FEU		UN MOIS APRES	
FEU JANVIER 1965	Nombre	2688	1710	64 %	1044	38 %	
	Poids	60,1	19,5	32 %	19,8	33 %	
FEU AVRIL 1965	Nombre	3007	2653	88 %	1044	35 %	
	Poids	78,4	45,9	59 %	25,2	32 %	
FEU JANVIER 1966	Nombre	1848	1243	67 %	716	38 %	
	Poids	67,7	40,4	60 %	26,6	39 %	

On retrouve une proportion particulièrement importante des groupes dont les représentants vivent à la surface du sol ou dans la profondeur de la végétation et dont le réflexe, à la moindre alerte, est de se terrer. Plus de 80 % des individus chez les Arachnides et les Blattes sont ainsi présents au lendemain du feu (Tableau II), et plus de 40 % des Carabiques, des Lygéides, des Grillons, des Tétrigides, des Mantes et des Myriapodes.

Au contraire, les groupes bons voiliers, habitants des herbes, sont particulièrement mal représentés. Il subsiste, le lendemain du feu, moins de 10 % des Acridiens, des Sauterelles, des Coréides et des Homoptères.

TABLEAU II

Effectif par 100 m² des principaux groupes d'Arthropodes à la veille du feu de janvier 1965, le lendemain et le mois suivant en savane brûlée et la proportion d'individus retrouvés par rapport au nombre initial de chaque groupe à la veille du feu.

	VEILLE DU FEU	LENDEMAIN DU FEU		UN MOIS APRES	
Arachnides	1341	1273	95 %	533	39 %
Myriapodes	10	7	70 %	4	40 %
Chenilles	83	23	28 %	30	36 %
Blattes	104	86	83 %	29	28 %
Mantes	84	39	46 %	36	43 %
Acridiens	135	9	7 %	200	148 %
Tétrigides	12	8	67 %	2	17 %
Grillons	144	64	44 %	19	13 %
Sauterelles	22	0	0 %	1	5 %
Pentatomides	82	21	26 %	18	22 %
Coréides	42	1	2 %	1	2 %
Lygéides	40	24	60 %	32	80 %
Réduvides	37	7	19 %	13	35 %
Homoptères	331	11	3 %	17	5 %
Carabiques	30	13	43 %	2	7 %

Variations observées suivant les feux. — Après le feu tardif d'avril 1965, on a retrouvé une proportion plus importante du peuplement : 88 % (Tableau I). De fait, la faune renfermait à la veille du feu un bien plus grand nombre d'Arthropodes habitant la surface du sol, particulièrement peu sensibles, comme on l'a vu, au passage du feu. Cette prédominance des Arthropodes ombrophiles est caractéristique, comme nous le verrons plus loin, d'un milieu non brûlé depuis plus d'un an.

Après le feu de janvier 1966, on a retrouvé la même proportion d'individus, mais une plus forte biomasse, car le peuplement, étudié dans la zone marginale du feu, recèle beaucoup plus d'insectes bons voiliers, de grande taille, qui ont pu regagner la savane brûlée en traversant la ligne mourante du feu.

Interprétation. — La disparition des groupes bons voiliers après le feu traduit essentiellement leur fuite et aussi, dans une certaine mesure, leur mort par le feu ou les Rapaces.

Le faible effet du passage du feu sur la faune de la surface du sol s'explique par les faibles températures observées au centre des touffes de graminées, sous une fine pellicule de terre ou même au hasard des irrégularités du terrain.

La diminution de la taille moyenne, observée chez presque

tous les groupes, signifie que les animaux de la surface du sol sont d'autant plus vulnérables qu'ils sont plus gros et que ce sont les insectes de plus grande taille qui ont le vol le plus efficace.

RÉPERCUSSION DU FEU AU COURS DU MOIS SUIVANT

Evolution du tapis végétal. — Dès le lendemain du feu, de petites feuilles vertes pointent à la base des touffes de graminées. En un mois, la savane brûlée est de nouveau verte : les graminées ont 10 cm de haut, mais elles ne recouvrent encore que 20 % de la surface du sol (fig. 5).

Evolution de la faune des Arthropodes. Etude du peuplement un mois après le feu de janvier 1965. — Alors que la végétation repart vigoureusement et qu'en savane non brûlée, l'effectif des Arthropodes reste relativement stable, montrant même normalement une légère diminution en pleine saison sèche (fig. 6), du lendemain du feu au mois suivant, la faune des Arthropodes en savane brûlée diminue de 39 % en effectif. Cette diminution ne se traduit toutefois pas au niveau des biomasses, en raison de l'augmentation du poids moyen individuel (11 à 19 mg).

On constate que ce sont les groupes qui avaient particulièrement bien supporté le passage même du feu qui accusent la plus forte diminution. Il disparaît ainsi en un mois plus de 50 % des Arachnides, des Blattes, des Tétrigides, des Grillons et des Carabiques (Tableau II).

A l'exception des Lygéides, tous les groupes qui s'accroissent sont bons voiliers. On trouve même beaucoup plus d'Acridiens qu'avant le feu ou en savane non brûlée toute proche. Les Sauterelles, les Réduvides, les Homoptères sont plus abondants qu'au lendemain du feu. Il en est de même pour les Chenilles, signe du retour des Lépidoptères adultes venus pondre en savane brûlée.

Variations observées après les autres feux. — Après le feu de janvier 1966 il se produisit en un mois une diminution de l'ensemble de la faune (— 42 %) semblable à celle qui suivit le feu de janvier 1965. Cette diminution affecte les mêmes groupes.

Ce phénomène fut plus amplifié encore après le feu tardif de 1965 puisqu'il affecta 60 % du peuplement laissé par le passage du feu, dont on a déjà remarqué la forte teneur en Arthropodes habitant la surface du sol, les plus vulnérables à l'action tardive du feu.

Interprétation. — Les modifications tardives au sein du peuplement d'Arthropodes traduisent deux phénomènes :

◇ D'une part, le retour des bons voiliers, habitants des herbes donc héliophiles, pour recoloniser le nouveau milieu.

◇ D'autre part, la disparition par fuite ou par mort des

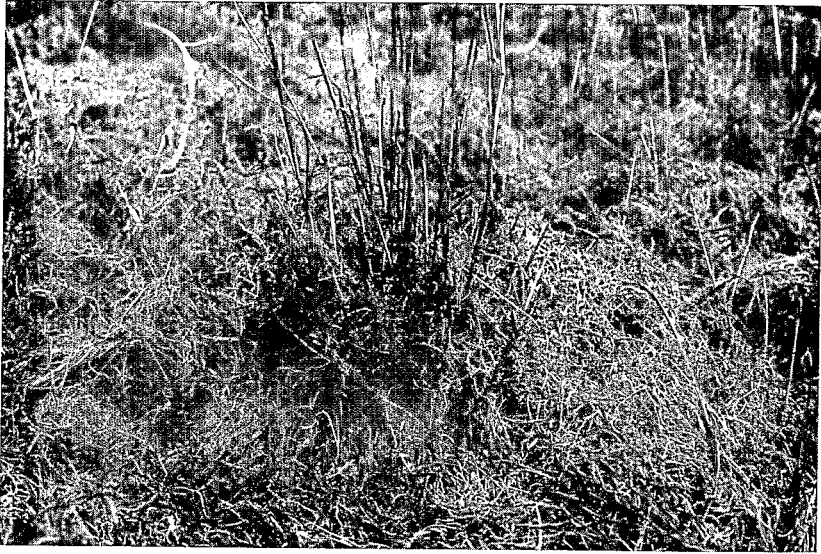


Fig. 4. — Après le feu, cendres et chaumes de Graminées non calcinées.



Fig. 5. — Repousse un mois après le feu. Les *Cyperus obtusifolius* sont en fleurs.

Arthropodes du niveau inférieur, probablement par suite du complet changement de leur milieu.

En effet, la savane présentait avant le passage du feu, différentes strates : les herbes, le tapis feutré des graminées mortes, la surface du sol. Après le feu, elle n'offre plus qu'un seul niveau, la surface du sol nu. Ceci signifie, pour les Arthropodes, l'absence de couvert, une diminution du volume habitable, et une homogénéisation du milieu. Il en résulte vraisemblablement une forte compétition pour les abris, une prédation très intense des Arthropodes entre eux et, surtout, une plus grande vulnérabilité aux grands insectivores, tels les oiseaux. Le changement de coloration spectaculaire que présentent certaines espèces d'Acridiens, de Mantes et de Lépidoptères est en relation avec le changement du milieu (Poulton, 1926 ; Burr, 1928-29 ; Burt, 1951).

En outre, les conditions climatiques, qui étaient particulièrement stables dans les profondeurs de la végétation, sont totalement bouleversées. En l'absence de couverture végétale, les rayons du soleil frappent directement le sol à nu. Il en résulte de fortes variations journalières de la température, de l'hygrométrie, de la luminosité.

Enfin, le niveau trophique primaire est lui-même très différent après le passage du feu. Si la repousse est rapide et que la nourriture fraîche ne manque pas pour les herbivores, l'herbe sèche va manquer aux détritivores, tous habitants de la surface du sol.

L'augmentation du poids individuel moyen chez la plupart des groupes s'explique par l'arrivée des insectes bons voiliers, de grande taille (Acridiens surtout), mais indique aussi que les plus menus des Arthropodes de la surface du sol sont les plus vulnérables au changement du milieu.

Bilan au bout d'un mois. — Le feu agit donc en deux temps sur la faune des Arthropodes :

1) Au moment de son passage, il détruit une partie des Arthropodes et fait fuir les bons voiliers, mais son action est faible au niveau du sol et de ses habitants.

2) Par le nouveau milieu qu'il crée, il attire la faune héliophile et mobile des herbes mais défavorise et élimine les groupes épargnés lors de son passage.

Malgré les différences observées selon les feux étudiés, on retrouve après un mois 35 à 38 % de l'effectif, 32 à 39 % de la biomasse des Arthropodes qui habitaient la savane à la veille du feu (Tableau I). Le feu est donc responsable de la disparition d'environ 60 % de la faune.

Par une sorte d'équilibre dynamique, il semble que :

1) Les remaniements soient d'autant plus importants après le feu que celui-ci a eu peu d'effets immédiats sur la faune.

2) Les groupes les moins touchés directement par le feu soient les plus affectés par la suite et inversement.

L'INFLUENCE DURABLE DU FEU SUR LA FAUNE DES ARTHROPODES

Sur l'effectif et la biomasse. — Deux mois après le passage du feu de janvier 1965, l'effectif et la biomasse des Arthropodes recommencent à augmenter en savane brûlée (fig. 6 et 7). L'effet traumatisant du feu va dès lors s'estomper peu à peu.

Cependant quelle que soit la période de l'année, il y a au total moins d'Arthropodes en savane brûlée qu'en savane non brûlée. Au cours d'un cycle annuel de relevés (1965-1966), il a été capturé en moyenne, par 100 m², 3288 Arthropodes pesant 92 g en savane non brûlée, contre 2299 pesant 65 g en savane brûlée en janvier et 2347 pesant 62 g en savane brûlée en avril. Le feu, qu'il ait lieu en janvier ou en avril, fait ainsi baisser pendant un an l'effectif et la biomasse des Arthropodes de 30 % environ. C'est un phénomène qui a été également observé par Heyward et Tissot (1936), Pearse (1943) et Buffington (1967) sur sol de forêt de pins américaine et par Rice (1932) dans la prairie américaine.

Nombre d'Arthropodes
par 100 m²

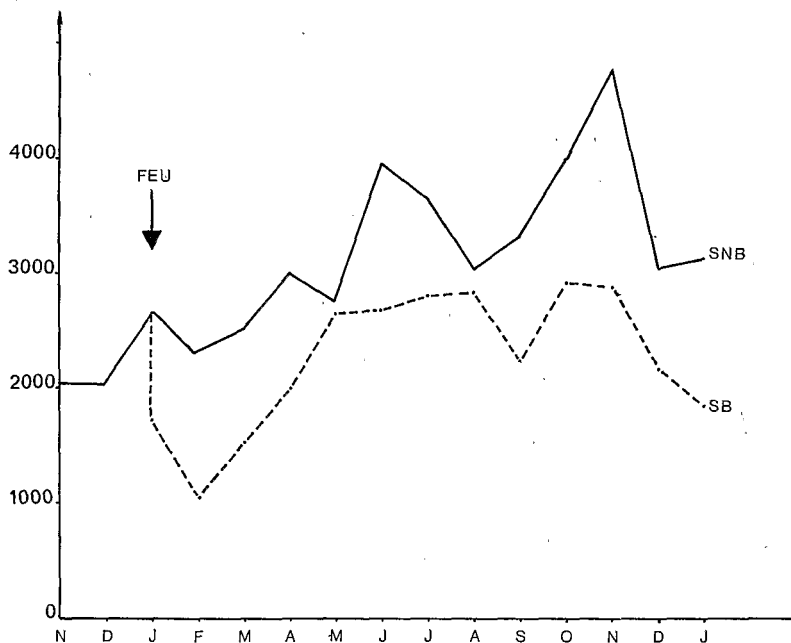


Fig. 6. — Evolution mensuelle du nombre d'Arthropodes en savane brûlée (SB) et en savane non brûlée (SNB).

Poids d'Arthropodes
en grammes par 100 m²

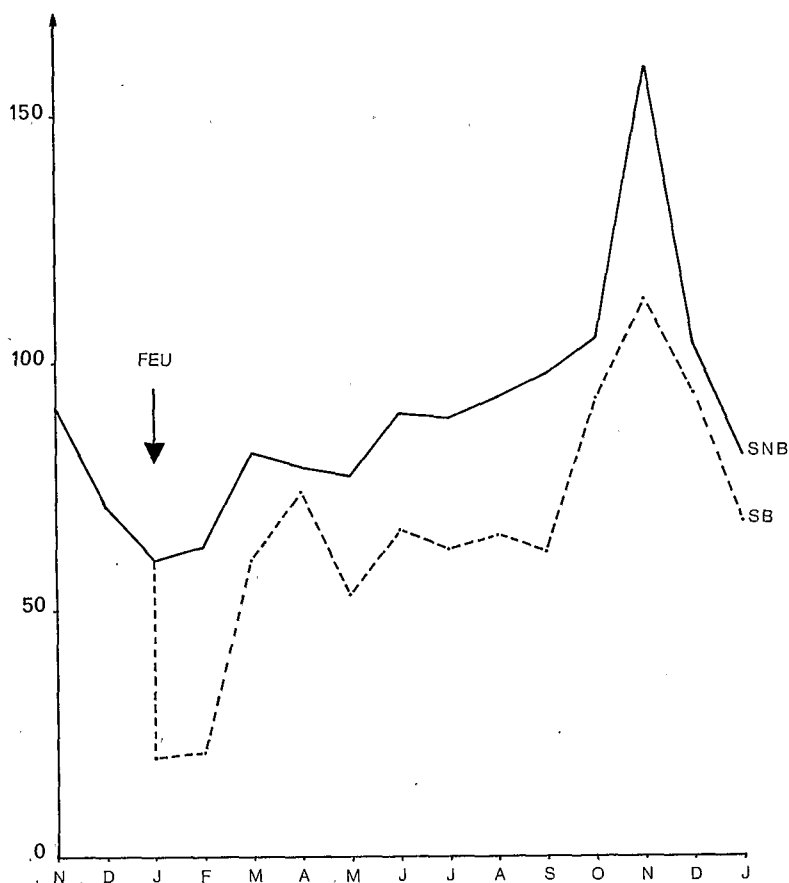


Fig. 7. — Evolution mensuelle du poids frais d'Arthropodes en savane brûlée (SB) et en savane non brûlée (SNB).

Sur la composition de la faune. — Dès le mois de mars, le peuplement animal a retrouvé un certain équilibre après son remaniement brutal à la suite du feu de janvier et peut être considéré comme représentatif de l'effet durable du feu. Nous comparerons donc pendant les dix mêmes mois, mars à décembre 1965, deux peuplements relativement stables dont l'un est marqué par le passage du feu et l'autre a pu évoluer en son absence (Tableau III).

TABLEAU III

Effectifs de mars à décembre 1965 par 100 m² de savane brûlée (SB) et non brûlée (SNB) pour les divers groupes d'Arthropodes et proportion de leurs effectifs par rapport au total des Arthropodes.

	Nombre/100 m ²		% de chaque groupe	
	SB	SNB	SB	SNB
Arachnides	1107	1274	47,8	38,6
Myriapodes	78	98	3,4	3,0
Chenilles	54	89	2,3	2,7
Blattes	132	438	5,7	13,3
Mantes	48	71	2,1	2,2
Acridiens	221	182	9,6	5,5
Tétrigides	27	31	1,2	0,9
Grillons	152	171	6,5	5,2
Sauterelles	83	58	3,6	1,8
Pentatomides	46	128	2,0	3,9
Coréides	17	38	0,7	1,1
Lygèides	35	203	1,5	6,2
Réduvides	58	64	2,5	1,9
Homoptères	135	205	5,8	6,2
Carabiques	31	86	1,3	2,6
Autres Coléoptères	92	168	4,0	5,1
Total Arthropodes	2316	3304	100,0	100,0

1) A l'exception des Acridiens et des Sauterelles, il apparaît que tous les effectifs de tous les groupes sont moins élevés en savane brûlée qu'en savane non brûlée.

2) Les groupes ombrophiles de la strate basse sont particulièrement peu abondants en savane brûlée : on trouve 5 fois moins de Lygèides, 3 fois moins de Blattes, 2 fois moins de Carabiques et de Pentatomides.

3) Il y a prédominance plus marquée des Arachnides et plus encore de tous les Orthoptères en savane brûlée. Au contraire, les Blattes, Pentatomides, Lygèides et Carabiques forment une part plus importante du peuplement dans la savane où le feu n'a pas agi.

4) Que les groupes soient favorisés ou non en savane brûlée, leur composition spécifique n'est pas la même dans les deux types de savanes.

Interprétation. — Le peuplement animal, en l'absence du feu, évolue donc vers un type différent de celui que détermine le feu, de caractère plus ombrophile, intermédiaire entre celui de la savane brûlée et celui qui vit au niveau du sol sous forêt-galerie.

Des relevés comparatifs ont été effectués au mois de septembre 1965 en savane brûlée, en zone non brûlée et sur la végétation

basse d'une forêt-galerie toute proche. Sur 100 m², les Blattes, groupe ombrophile par excellence et détritivore, ont été trouvées au nombre de 161 en savane brûlée, de 555 en savane non brûlée et de 773 en forêt-galerie ; en revanche, il vivait 671 Orthoptères par 100 m² en savane brûlée, 481 en savane non brûlée et 153 sous forêt-galerie.

Au mois de décembre, donc 11 mois après le passage du feu, le peuplement de savane brûlée est encore de 30 % moins important qu'en savane non brûlée. Etant donné le nombre de générations que présentent la plupart des Arthropodes en un an, cette faiblesse des effectifs en savane brûlée ne peut être imputée à la seule disparition de 60 % des individus en janvier et février.

L'influence du feu se fait donc sentir au-delà des premiers mois, probablement par l'appauvrissement et l'homogénéisation du milieu. De fait, on reconnaît toujours une savane qui a brûlé dans l'année par la disposition espacée de ses touffes, laissant entre elles un sol nu non protégé par le tapis feutré d'herbes mortes présent en savane non brûlée.

La savane brûlée constitue donc un milieu défavorable aux Arthropodes ombrophiles qu'elle élimine en partie. D'une façon générale, elle offre aux divers groupes moins de niches écologiques.

CONCLUSIONS

Le feu n'agit pas anarchiquement sur le peuplement des Arthropodes en détruisant ceux-ci au hasard. Par lui-même, il n'a qu'une faible action perturbatrice, mais en modifiant le milieu, il façonne la structure du peuplement et cela durant toute l'année jusqu'au feu suivant.

Le feu diminue de façon durable l'effectif et la biomasse des Arthropodes et il influence la composition du peuplement au niveau des groupes et des espèces. C'est donc un régulateur de la faune. Il entretient le caractère typiquement savanicole de la faune en favorisant les groupes héliophiles et mobiles et en éliminant les détritivores et ombrophiles qui prédomineraient en son absence.

L'apparente stabilité de la faune de la savane est en fait la résultante d'un système dynamique rythmiquement rajeuni par le feu,

SUMMARY

The effect of bush-fires on the Arthropod fauna of the Lamto savanna has been studied in 1965-66. Fires do not act at random upon Invertebrate populations. The day following an early bush fire (January) 64 % of the individual animals were still living,

but did not represent more than 32 % of the initial biomass. Small species survive initially better than large ones. Arthropods like spiders and cockroaches, which burrows themselves at the slightest danger, do not suffer immediately from the fire. Good flyers move away, some of them being eaten by birds. One month later the trend is reversed : good flyers move in and the numbers of ground-living arthropods decline. This is due to the disappearance of the litter and the subsequent changes of the micro-climatic conditions at the surface of the ground. At any time of the year Arthropod numbers and biomasses are always smaller in regularly burnt savannas than in unburnt ones.

BIBLIOGRAPHIE

- ADJANOHOON, E. (1964). — Végétation des savanes et des rochers découverts en Côte d'Ivoire centrale. *Mem. ORSTOM*, Paris, 178 p.
- BUFFINGTON, J.D. (1967). — Soil Arthropod populations of the New Jersey pine barrens as affected by fire. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 60 : 530-535.
- BURR, M. (1928-29). — Field notes from Angola. *Ent. Rec.*, 40 : 126 ; 41 : 121.
- BURTT, E. (1951). — The ability of adult grasshoppers to change colour on burnt ground. *Proc. R. Ent. Soc. Lond. (A)*, 26 : 45-48.
- GILLON, D. & PERNÈS, J. (1970). — Etude de l'effet du feu de brousse sur certains groupes d'Arthropodes dans une savane préforestière de Côte d'Ivoire. *Annales de l'Université d'Abidjan*. (Sous presse).
- GILLON, Y. & GILLON, D. (1965). — Recherche d'une méthode quantitative d'analyse du peuplement d'un milieu herbacé. *La Terre et la Vie*, 1965 : 378-391.
- GILLON, Y. & GILLON, D. (1967). — Méthodes d'estimation des nombres et des biomasses d'Arthropodes en savane tropicale. *Secondary Productivity of Terrestrial Ecosystems. I.B.P. Varsovie* : 519-543.
- HEYWARD, F. & TISSOT, A.N. (1936). — Some changes in the soil fauna associated with forest fires in the longleaf pine region. *Ecology* : 659-666.
- HÖPKINS, B. (1965). — Observations on the savanna burning in the Olokemeji forest reserve, Nigeria. *Jour. appl. Ecology*, 2 : 367-382.
- JEAGER, P. & ADAM, J.G. (1967). — Sur le mécanisme d'action des feux de brousse en prairie d'altitude (Monts Loma, Sierra Leone). Observations et expériences. *C.R. Acad. Sc.*, Paris. 264 : 1428-1430.
- MASSON, H. (1948). — La température du sol au cours d'un feu de brousse au Sénégal. *Agronomie Tropicale*, III : 174-179.
- MONNIER, Y. (1968). — Les effets des feux de brousse sur une savane préforestière de Côte d'Ivoire. *Etudes éburnéennes*, 9 : 1-250.
- PEARSE, A.S. (1943). — Effects of burning over and raking off litter on certain soil animals in the Duke forest. *Amer. Midland Nat.*, 29 : 406-424.
- PITOT, A. & MASSON, H. (1951). — Quelques données sur la température au cours des feux de brousse aux environs de Dakar. *Bull. IFAN*, 13 : 711-732.
- POULTON, E.B. (1926). — Prospective resemblance borne by certain African insects to the blackened areas caused by grass fires. *III Int. Congr. Ent. Zurich, July 1925*, 2 : 433.
- RAINS, A.B. (1963). — Grassland research in Northern Nigeria 1952-1962. *Misc. Pap. Inst. Agro. Res. Ahmadu Bello Univ. N° 1*.
- RICE, L.A. (1932). The effect of fire on the prairie animal communities. *Ecology*, 13 : 392-401.