

INFLUENCE DU FEU SUR LES PEUPELEMENTS DE CARABIQUES DANS LA SAVANE DE LAMTO (COTE-D'IVOIRE)

PAR

J. DAGET & CH. LECORDIER

Les recherches poursuivies à la station d'Écologie tropicale de Lamto ont comporté, entre autres, de très nombreux relevés de faune dans la strate herbacée. Ces relevés, effectués selon la méthode des quadrats de ramassage, se sont étalés régulièrement sur une longue période allant du début 1962 à mars 1966. Leurs surfaces ont varié, selon le but recherché de 10 à 100 m² en ce qui concerne les Insectes étudiés ici. Leurs emplacements, choisis individuellement au hasard, ont cependant embrassé une très vaste étendue de savane. Les milieux couverts par ces recherches sont évidemment quelque peu différents les uns des autres. Il est toutefois possible de distinguer de grandes zones assez homogènes. Celle où s'est déroulée la prospection de 1965 l'est particulièrement. Elle se situe sur un terrain surélevé, sorte de plateau. Sa situation en fait une zone de soutirage des eaux, donc une zone relativement sèche malgré la présence de la mare Portères qui n'est, en fait, qu'un effondrement de terrain. Dans son ensemble, la surface considérée est dépourvue de digitation forestière et très pauvre en Palmiers Rôniers, dont on ne trouve notamment jamais de jeunes sujets. Les arbustes, qui parsèment le reste de la savane, sont ici absents et la flore herbacée est dominée par des Andropogonées, notamment des *Loudetia*. L'ensoleillement est donc important.

Il faut toutefois remarquer que les relevés d'avril en savane non brûlée et en savane brûlée tardivement ont été effectués sur des terrains plus proches de digitations forestières et où la végétation tend à s'enrichir en arbustes ainsi qu'en *Hyparrhenia* et *Andropogon*. De même le reste de la prospection en zone non incendiée s'est déroulé sur des terrains à pédologie confuse où s'entremêlent des terres noires et des sables ferrugineux.

Ces diverses conditions ont des répercussions notables sur la faune des Carabiques, qui se trouve ici bien plus pauvre qu'ailleurs. Le nombre des espèces récoltées ne s'élève qu'à 115 contre 200 dans l'ensemble de la savane de Lamto. Une disproportion du même ordre s'observe dans la quantité d'individus recueillis : 2 295 sur 5 150 m² au lieu de 22 779 sur 30 000 m². Les espèces les plus nombreuses ici sont des formes abondantes

ANN. SOC. ENT. FR. (N. S.), 5 (2), 1969, 315 à 327.

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

~~29 AOÛT 1969~~

2 OCT. 1969

→/3434

partout. Cependant quelques-unes parmi les plus communes ailleurs sont rares dans les zones étudiées ici, alors que quelques autres, plus ou moins rares partout ailleurs à Lamto, semblent y prospérer. Si la plupart ont un effectif trop réduit pour permettre une interprétation, l'une d'entre elles toutefois, moins rare, a été presque exclusivement trouvée sur ce plateau.

Il faut ajouter que l'étendue prospectée a été divisée en trois parties. L'une a été soigneusement préservée du feu de brousse; une autre fut incendiée normalement en début d'année le 18 janvier, la dernière enfin fut protégée du feu de janvier et livrée aux flammes tardivement, le 7 avril. Bien entendu cette division du terrain a été réalisée en vue d'étudier les conséquences, sur la faune, de ce facteur essentiel en savane que constitue le feu de brousse. Le but du présent travail est de comparer entre eux les relevés effectués mensuellement dans ces différents milieux et de dégager par l'analyse factorielle l'incidence des feux de brousse sur la composition, la structure et l'évolution du peuplement de Carabiques (1).

En raison du grand nombre d'espèces — 115 — qui ont été identifiées dans les échantillons prélevés au cours de l'année 1965 et de la faible densité de peuplement de la plupart d'entre elles, les relevés unitaires effectués systématiquement sur des carrés de 5 m de côté ne se prêtaient guère à une analyse statistique. Toutefois dans chaque milieu étudié (savane non brûlée, savane brûlée en début d'année et savane brûlée tardivement), de quatre à onze, le plus souvent six carrés unitaires ont été inventoriés le même jour ou dans deux jours consécutifs. Nous avons donc commencé par regrouper les résultats de façon à avoir des relevés portant sur des surfaces de 100 à 275, le plus souvent 150 m². Ainsi regroupées les données à analyser portaient sur 33 échantillons, dont les caractéristiques sont indiquées dans le tableau 1 où les indicatifs SB, SBT et SNB signifient respectivement savane brûlée en début d'année, savane brûlée tardivement et savane non brûlée. Dans les deux dernières colonnes figurent la moyenne et l'écart-type calculés pour la distribution des effectifs dans chacun des échantillons.

On disposait donc finalement de 33 relevés comportant chacun les effectifs observés pour les 115 espèces identifiées. On notera que, malgré les regroupements effectués, dans aucun de ces relevés le nombre des espèces présentes n'est supérieur à 41 sur 115, soit 35,7 % du total. Les données ont été reportées sur des cartes perforées du type IBM à raison d'une carte par espèce. Aucun des effectifs observés n'étant supérieur à 100, deux colonnes par relevé suffisaient. L'ensemble des données occupait donc 66 colonnes sur les 80 que chaque carte comporte. Sur les trois dernières colonnes a été perforé un numéro d'identification propre à

(1) Nous remercions vivement les collecteurs qui nous ont confié l'étude des Carabiques. Ce groupe ne constitue qu'une faible partie du matériel récolté dont l'ensemble a fait l'objet d'un important travail intitulé : « Étude de l'effet du feu de brousse sur certains groupes d'Arthropodes dans une savane guinéenne », par D. GILLON et J. PERNÈS, rapport du Laboratoire d'Entomologie de l'ORSTOM, Adiopodoumé, novembre 1968, à paraître dans les Annales de l'Université d'Abidjan.

TABLEAU I
Liste des échantillons étudiés

N° et date de l'échantillon	Type de milieu	Surface échantillonnée (m ²)	Nombre d'espèces	Nombre d'individus	Moyenne	Écart-type
1 - 19-20 janvier.....	SB	275	13	34	0,29565	1,37633
2 - 21 janvier.....	SNB	150	34	162	1,40870	4,64701
3 - 9-10 février.....	SB	100	7	7	0,06087	0,24014
4 - 11 février.....	SNB	150	19	36	0,31304	0,93062
5 - 9-10 mars.....	SB	225	12	25	0,21739	0,97137
6 - 11 mars.....	SNB	150	23	72	0,62609	1,96666
7 - 6 avril.....	SB	150	9	23	0,20000	0,79692
8 - 7 avril.....	SNB	150	35	247	2,14783	6,33321
9 - 8 avril.....	SBT	150	33	179	1,55652	5,46791
10 - 11 mai.....	SB	150	18	24	0,20870	0,52140
11 - 12 mai.....	SBT	150	9	13	0,11304	0,47323
12 - 13 mai.....	SNB	150	29	110	0,95652	2,50400
13 - 15 juin.....	SB	150	31	128	1,11304	3,42787
14 - 16 juin.....	SBT	150	19	25	0,21739	0,67255
15 - 17 juin.....	SNB	150	27	86	0,74783	1,88644
16 - 13 juillet.....	SB	150	28	86	0,74783	1,99052
17 - 14 juillet.....	SBT	150	11	25	0,21739	0,90595
18 - 15 juillet.....	SNB	150	23	77	0,66957	2,28159
19 - 17 août.....	SB	150	20	35	0,30435	0,87031
20 - 18 août.....	SBT	150	18	43	0,37391	1,07981
21 - 19 août.....	SNB	150	30	161	1,40000	3,94880
22 - 14 septembre.....	SB	150	18	25	0,21739	0,55855
23 - 15 septembre.....	SBT	150	8	24	0,20870	1,21030
24 - 16 septembre.....	SNB	150	41	118	1,02609	2,70302
25 - 12 octobre.....	SB	150	16	42	0,36522	1,11080
26 - 13 octobre.....	SBT	150	22	76	0,66087	2,49169
27 - 14 octobre.....	SNB	150	34	121	1,05217	2,82794
28 - 9 novembre.....	SB	150	13	22	0,19130	0,69957
29 - 10 novembre.....	SBT	150	15	33	0,28696	0,95298
30 - 11 novembre.....	SNB	150	27	154	1,33913	3,54145
31 - 15 décembre.....	SNB	150	21	41	0,35652	0,97505
32 - 16 décembre.....	SB	150	8	27	0,23478	1,55219
33 - 17 décembre.....	SBT	150	7	14	0,12174	0,63726
				2 295		

chaque espèce. Les cartes de données ont été traitées sur l'ordinateur CDC 3 600 de l'Institut Blaise Pascal du C.N.R.S. avec le programme BMD 03M d'analyse factorielle (extraction des facteurs principaux, méthode de Hotelling).

Dans le tableau 2 figurent les *coefficients de corrélation* de Bravais-Pearson entre les 33 relevés pris deux à deux. On notera qu'entre deux séries de 115 variables, le coefficient de corrélation est significatif lorsqu'il dépasse $1,96/\sqrt{114} = 0,183$ et hautement significatif lorsqu'il dépasse $2,58/\sqrt{114} = 0,241$. Dans le tableau 2, sur les 528 valeurs inscrites, 283 sont égales ou supérieures à 0,183 et 245 sont comprises entre — 0,086 et 0,182. La plus forte corrélation égale à 0,797 a été trouvée entre les relevés n° 24 (SNB, septembre) et n° 9 (SBT, avril). Le relevé n° 11 (SBT, mai) est celui qui diffère le plus de tous les autres, sa plus forte corrélation, avec le relevé n° 10 (SB, mai) ne dépassant pas 0,188.

Interprétation spatiale d'une matrice de corrélation

Supposons d'abord qu'il n'y ait eu que trois espèces en tout au lieu de 115. Les 33 relevés à comparer auraient été définis chacun par trois

TABLEAU 2

Matrice de corrélation entre échantillons. Les coefficients de corrélation de Bravais-Pearson ont été multipliés par 1000

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33					
1	1000																																					
2	332	1000																																				
3	396	449	1000																																			
4	619	301	307	1000																																		
5	535	703	544	332	1000																																	
6	453	235	160	237	277	1000																																
7	433	485	532	305	737	210	1000																															
8	034	027	-017	200	046	253	011	1000																														
9	096	053	014	143	046	210	021	705	1000																													
10	011	019	248	208	135	008	279	-073	-016	1000																												
11	-052	011	093	-041	080	-067	172	-073	-058	188	1000																											
12	355	065	107	401	137	305	233	619	605	027	-085	1000																										
13	140	221	087	440	309	169	242	356	178	198	-062	438	1000																									
14	-004	041	135	087	115	029	131	-043	077	470	143	115	385	1000																								
15	249	038	034	335	059	268	069	619	703	-026	-086	733	284	-040	1000																							
16	505	232	234	469	423	392	331	521	595	136	-081	635	565	277	597	1000																						
17	004	029	-021	262	205	041	304	052	013	293	004	221	226	282	125	211	1000																					
18	-058	019	-027	078	-035	033	-050	600	482	-037	-054	409	172	019	592	397	-016	1000																				
19	019	-005	078	369	066	-005	139	152	001	284	044	203	538	201	159	247	394	007	1000																			
20	320	205	216	406	399	360	320	050	045	312	-049	230	285	262	258	399	517	225	177	1000																		
21	162	085	122	243	055	392	064	686	666	-071	-038	568	397	-020	701	676	020	621	250	199	1000																	
22	144	388	293	273	478	210	434	078	-043	234	072	113	358	013	169	286	114	084	476	184	191	1000																
23	015	056	016	315	103	-004	111	-026	015	292	-026	182	311	267	223	142	350	127	056	530	-034	023	1000															
24	321	105	146	234	158	276	112	532	797	-029	-078	612	197	-008	734	644	-052	381	-018	075	583	-021	004	1000														
25	290	166	212	474	227	304	382	469	490	034	-012	608	540	-025	517	601	121	200	456	061	656	451	028	455	1000													
26	086	106	020	186	158	108	123	216	339	278	-049	469	671	683	338	510	130	215	266	292	315	135	393	240	324	1000												
27	019	017	008	210	-011	098	015	597	480	-037	-057	448	321	-020	652	401	095	805	371	226	687	187	061	434	430	259	1000											
28	096	351	243	217	493	161	324	429	135	-014	-039	235	459	-033	236	268	128	089	365	113	220	544	004	146	304	113	212	1000										
29	122	362	115	274	482	165	316	223	183	196	-073	266	790	490	089	510	252	100	391	321	200	294	214	167	323	655	203	391	1000									
30	156	190	171	228	241	079	088	529	167	-005	-044	371	355	065	321	247	-018	377	026	233	233	104	174	222	015	173	312	487	215	1000								
31	470	184	281	311	205	317	156	243	244	059	-031	344	053	041	359	327	-039	172	047	072	286	018	-034	429	235	061	254	015	002	361	1000							
32	004	068	032	271	082	084	174	223	072	-039	-025	208	704	-041	104	337	076	109	512	-016	421	224	-012	132	647	214	353	209	494	-016	043	1000						
33	369	655	352	275	779	289	539	048	-005	-077	-046	102	307	-062	084	260	151	-038	233	277	075	492	035	080	259	093	128	557	462	086	085	219	1000					

valeurs $(X_1, Y_1, Z_1), (X_2, Y_2, Z_2) \dots (X_{33}, Y_{33}, Z_{33})$, effectifs observés pour les trois espèces. Dans un espace à trois dimensions défini par les trois axes orthogonaux OX, OY, OZ, les relevés auraient été représentés par 33 points $E_1, E_2 \dots E_{33}$, dont les coordonnées auraient été les effectifs des espèces. Pour plus de commodité, on peut toujours convenir de prendre comme origine le point qui a pour coordonnées les moyennes des 33 valeurs de X, Y et Z et de diviser les effectifs par $\sigma_x \sqrt{33}$, $\sigma_y \sqrt{33}$ et $\sigma_z \sqrt{33}$. Ceci revient à utiliser des variables dont la moyenne est nulle et dont la somme des carrés est égale à 1. Les 33 points représentatifs sont alors définis par les nouvelles coordonnées $(x_1, y_1, z_1), (x_2, y_2, z_2) \dots (x_{33}, y_{33}, z_{33})$ et ces coordonnées vérifient les relations :

$$\frac{x_1^2 + y_1^2 + z_1^2 = 1}{x_{33}^2 + y_{33}^2 + z_{33}^2 = 1}$$

Les 33 points représentatifs sont situés sur une sphère de rayon 1. Les coefficients de Bravais-Pearson, qui figurent dans la *matrice d'intercorrélation*, sont donnés par des expressions de la forme :

$$r_{pq} = x_p x_q + y_p y_q + z_p z_q$$

p et q prenant toutes les valeurs de 1 à 33. Il est évident que $r_{pq} = r_{qp}$ et que $r_{pp} = r_{qq} = 1$. La matrice est symétrique par rapport à la diagonale où ne figurent que des valeurs égales à l'unité. Le nombre des valeurs inscrites d'un côté de la diagonale est égal à 33 (33-1) / 2 = 528.

La distance entre deux points représentatifs E_p et E_q est donnée par la formule :

$$\begin{aligned} d_{pq}^2 &= (x_p - x_q)^2 + (y_p - y_q)^2 + (z_p - z_q)^2 \\ &= (x_p^2 + y_p^2 + z_p^2) + (x_q^2 + y_q^2 + z_q^2) - 2(x_p x_q + y_p y_q + z_p z_q) \\ &= 1 + 1 - 2 r_{pq} = 2(1 - r_{pq}) \end{aligned}$$

Si le coefficient de corrélation r est égal à +1, $d = 0$ et les deux points sont confondus. Si r est égal à -1, $d = 2$ et les deux points sont diamétralement opposés. Les points qui représentent des relevés ayant entre eux des coefficients de corrélation élevés seront proches les uns des autres et groupés sur la sphère de rayon 1 comme les étoiles d'une constellation sur la voûte céleste.

Il est évident que les positions relatives des points les uns par rapport aux autres ne dépendent que de la matrice d'intercorrélation et non des variables réduites dont les valeurs sont liées aux axes de référence. En d'autres termes, si l'on fait pivoter les axes primitifs autour de l'origine, on obtiendra un nouveau système de coordonnées dans lequel chaque échantillon sera défini par trois nouvelles valeurs (x', y', z') correspondant à trois nouvelles variables. A partir de ces nouvelles valeurs, il est possible de recalculer une matrice d'intercorrélation et cette matrice est identique à la première puisque la disposition respective des points sur la sphère n'a pas changé.

Il existe donc une infinité de systèmes de coordonnées qui correspondent à une même matrice et parmi ces systèmes il en est qui possèdent des propriétés remarquables particulièrement intéressantes pour l'interprétation des corrélations entre relevés. Dans le cas d'un espace à trois dimensions, les formules générales de changement de coordonnées rectangulaires, l'origine restant la même, sont les suivantes :

$$\begin{aligned}x' &= ax + a'y + a''z \\y' &= bx + b'y + b''z \\z' &= cx + c'y + c''z\end{aligned}$$

Ces formules font intervenir les 9 cosinus directeurs $a, b, c, a', b', c', a'', b'', c''$ liés entre eux par les 6 relations :

$$\begin{aligned}a^2 + b^2 + c^2 &= 1 \\a'^2 + b'^2 + c'^2 &= 1 \\a''^2 + b''^2 + c''^2 &= 1 \\aa' + bb' + cc' &= 0 \\a'a'' + b'b'' + c'c'' &= 0 \\a'a + b'b + c'c &= 0\end{aligned}$$

Il reste donc trois paramètres indépendants et l'on peut imposer trois conditions aux nouveaux axes, c'est-à-dire aux nouvelles variables. On verra plus loin que l'analyse factorielle consiste à déterminer les nouvelles valeurs dans un système de variables répondant à des conditions fixées d'avance.

Ces notions se généralisent immédiatement. Si, au lieu de 3 espèces, il y en a 115 comme dans le cas étudié ici, il suffit de considérer un espace à 115 dimensions. Les 33 points représentatifs seront disposés sur une hypersphère et l'on dira encore que les points, correspondant à des relevés dont les coefficients de corrélation sont élevés, forment des constellations.

Toutefois, dans la détermination d'un nouveau système de variables donnant la même matrice d'intercorrélation, il est toujours possible de se ramener à un espace ayant le même nombre de dimensions que le nombre de lignes et de colonnes de la matrice, soit 33 dans le cas présent. Cette réduction du nombre des dimensions est facile à comprendre dans le cas de l'espace à trois dimensions. S'il n'y avait eu que deux points sur la sphère, il aurait été possible de prendre deux axes rectangulaires dans le plan défini par ces deux points et l'origine. Le troisième axe étant perpendiculaire à ce plan, les deux variables correspondantes auraient été nulles. On aurait finalement été ramené à une représentation dans un plan, c'est-à-dire dans un espace à deux dimensions au lieu de trois, chaque point étant défini par deux nouvelles variables au lieu des trois variables initiales.

Principe de l'analyse multifactorielle

Extraction des facteurs principaux (méthode de Hotelling)

Pour calculer la matrice d'intercorrélation du tableau 2, on a utilisé les effectifs de toutes les espèces, c'est-à-dire la totalité de l'information contenue dans chacun des relevés. La matrice renseigne sur les affinités

des relevés et, dans la mesure où ces relevés sont représentatifs des peuplements dont ils ont été extraits, sur les affinités des peuplements dans les divers milieux étudiés. Mais elle ne donne aucun renseignement sur les causes de ces affinités. Or il est légitime de penser que les ressemblances et les divergences observées ne sont pas le pur effet du hasard, mais qu'elles ont des causes et sont liées à certains *facteurs explicatifs*.

L'analyse multifactorielle consiste, en partant d'une matrice d'intercorrélation, à déterminer un certain nombre de variables répondant à des conditions données et qui permettent d'expliquer les ressemblances et les divergences entre relevés, telles qu'elles sont traduites par la matrice d'intercorrélation. L'analyse multifactorielle ne permet pas de préciser la nature des nouvelles variables ainsi déterminées, mais seulement leur importance relative en tant que *facteurs explicatifs*. En effet un facteur donné n'a pas la même importance dans tous les relevés et cette importance variable sera évaluée sur l'axe correspondant par une valeur numérique α appelée *saturation*. La valeur d'une saturation est comprise entre -1 et $+1$ et elle est d'autant plus élevée que le rôle du facteur considéré est plus important. Pour l'ensemble des relevés, l'importance globale d'un facteur sera évaluée par la somme des carrés des saturations correspondantes.

Les résultats d'une analyse multifactorielle sont toujours donnés sous forme d'un tableau de saturations, les colonnes correspondant aux différents facteurs et les lignes aux différents relevés. La somme des carrés des saturations par ligne est toujours égale à 1. Les sommes des carrés des saturations par colonne sont appelées valeurs propres ou racines caractéristiques.

RELEVÉS	FACTEURS EXPLICATIFS				$\Sigma (\alpha_i)^2$
	F1	F2	.....	Fp	
1	α_1^1	α_1^2	.....	α_1^p	1
2	α_2^1	α_2^2	.....	α_2^p	1
....
n	α_n^1	α_n^2	.....	α_n^p	1
$\Sigma (\alpha^i)^2$	λ_1	λ_2		λ_n	n

Dans l'analyse multifactorielle de Hotelling, dite aussi *extraction des facteurs principaux*, on impose au premier facteur de rendre compte du maximum de divergence entre les divers relevés, c'est-à-dire qu'on impose à la somme des carrés des saturations de la première colonne d'être maximale. Le premier facteur ou, si l'on préfère, le premier axe de référence étant ainsi fixé, on détermine le second de façon que la somme des carrés des saturations de la deuxième colonne soit maximale et ainsi de suite. Le premier facteur, le plus important, est dit *facteur général*. Les

suiuants sont dits *bipolaires*. Leur importance décroît plus ou moins rapidement, mais il n'est pas possible de dire au-dessous de quelle valeur une saturation n'est plus significative, ni par conséquent à partir de quel rang le facteur extrait ne doit plus être considéré comme réellement explicatif. Tout ce que l'on connaît, c'est le pourcentage de variance totale extrait par chacun d'eux.

Dans l'exemple étudié ici, l'ordinateur a extrait 33 facteurs, définis par les saturations correspondant à chacun des 33 relevés, soit en tout 1 089 saturations. On a seulement reproduit dans le tableau 3 celles dans les 10 premiers facteurs qui expliquent 80,3 % de la variance totale.

Interprétation des résultats de l'analyse factorielle

La recherche et l'étude des constellations dans un espace multifactoriel à 33 dimensions n'est pas réalisable de façon simple. Il est d'ailleurs certain que les derniers facteurs extraits n'ont qu'une importance très

TABLEAU 3

Saturations dans les dix premiers facteurs principaux.
Sur les sorties d'ordinateur, ces saturations figurent avec cinq décimales;
les deux premières seules sont reproduites ici.

Numéros des échantillons	Saturations dans les dix premiers facteurs									
1	-0,46	-0,27	0,48	0,33	0,33	0,00	-0,22	-0,20	0,04	0,00
2	-0,39	-0,51	0,38	-0,03	-0,23	0,19	0,01	0,11	0,19	0,13
3	-0,34	-0,43	0,36	0,15	0,04	0,01	0,35	-0,16	0,16	0,11
4	-0,59	-0,23	0,04	0,15	0,26	-0,30	-0,21	-0,32	0,00	0,20
5	-0,52	-0,66	0,35	0,05	-0,18	0,13	0,04	0,15	0,00	0,07
6	-0,43	-0,06	0,31	0,16	0,21	0,03	-0,22	0,14	0,05	-0,63
7	-0,46	-0,58	0,23	0,06	0,07	-0,06	0,24	0,18	-0,07	0,18
8	-0,64	0,52	0,06	-0,13	-0,26	0,01	0,07	-0,06	-0,22	-0,09
9	-0,59	0,56	0,09	0,13	0,03	0,20	0,15	0,27	-0,20	0,08
10	-0,17	-0,33	-0,41	0,35	0,12	-0,15	0,45	-0,09	-0,05	-0,13
11	0,06	-0,14	-0,04	0,04	0,08	-0,07	0,68	0,02	0,00	0,07
12	-0,74	0,32	0,00	0,16	0,10	0,00	-0,06	-0,04	-0,28	0,11
13	-0,71	-0,18	-0,46	-0,26	0,00	0,20	-0,16	-0,20	0,02	0,05
14	-0,23	-0,24	-0,59	0,40	0,01	0,38	0,24	-0,05	0,02	-0,18
15	-0,70	0,50	0,09	0,15	-0,03	-0,18	0,00	0,10	-0,09	0,08
16	-0,84	0,08	0,00	0,14	0,17	0,15	-0,04	0,10	0,00	-0,05
17	-0,27	-0,27	-0,39	0,19	0,00	-0,46	-0,11	0,27	-0,31	-0,02
18	-0,47	0,54	-0,04	0,05	-0,40	-0,16	0,14	0,09	0,41	0,04
19	-0,43	-0,19	-0,43	-0,41	0,20	-0,34	0,09	-0,19	-0,08	-0,14
20	-0,46	-0,30	-0,18	0,47	-0,17	-0,36	-0,23	0,19	0,19	-0,16
21	-0,72	0,48	0,06	-0,14	0,09	-0,05	0,08	0,12	0,20	-0,14
22	-0,45	-0,42	0,05	-0,38	-0,07	-0,23	0,22	0,07	0,00	-0,20
23	-0,24	-0,17	-0,43	0,44	-0,19	-0,22	-0,24	0,03	0,05	0,34
24	-0,62	0,45	0,27	0,19	0,14	0,19	0,07	0,11	-0,14	0,14
25	-0,73	0,09	0,02	-0,34	0,44	-0,06	0,06	0,06	-0,07	0,13
26	-0,55	-0,02	-0,55	0,19	0,00	0,44	-0,01	0,02	0,06	0,00
27	-0,61	0,46	-0,08	-0,17	-0,20	-0,28	0,10	0,03	0,36	0,00
28	-0,51	-0,26	0,12	-0,42	-0,45	-0,03	0,02	-0,10	-0,38	-0,11
29	-0,60	-0,35	-0,40	-0,15	-0,10	0,41	-0,14	0,04	0,06	-0,02
30	-0,43	0,09	0,10	0,11	-0,61	0,01	-0,02	-0,55	-0,11	-0,03
31	-0,40	0,12	0,38	0,29	0,17	0,00	0,07	-0,48	0,11	-0,12
32	-0,45	-0,03	-0,26	-0,60	0,33	0,03	-0,12	-0,11	0,24	0,15
33	-0,46	-0,57	0,32	-0,26	-0,19	0,04	-0,16	0,24	0,05	0,02
Somme des carrés des saturations	9,04	4,42	2,97	2,37	1,72	1,53	1,40	1,20	0,98	0,91
Pourcentage de variance extrait	27,4	13,4	9,0	7,2	5,2	4,6	4,2	3,6	3,0	2,7

faible (moins de 1 % à partir du dix-huitième) et peuvent être négligés. Même en se bornant aux dix premiers, dont les saturations figurent au tableau 3, la recherche des constellations est un problème complexe.

On s'est contenté, comme cela suffit presque toujours dans la pratique, de représenter les 33 relevés dans l'espace factoriel correspondant au facteur général et au premier facteur bipolaire, qui sont les deux facteurs explicatifs les plus importants et extraient 40,8 % de la variance totale. Pour rendre le graphique plus clair, on a numéroté de 1 à 12 et dans l'ordre des mois de janvier à décembre les points représentatifs correspondant aux trois milieux étudiés : savane non brûlée, savane brûlée en début d'année et savane brûlée tardivement.

L'évolution du peuplement en savane non brûlée, de janvier à décembre 1965, peut être considérée comme terme de référence pour l'interprétation des autres peuplements. Le graphique de la figure 1 montre que, dans ce milieu qui n'a pas été touché par les feux de brousse depuis le début de l'année précédente, le point figuratif remonte dans le troisième quadrant de janvier à mars, puis passe dans le deuxième quadrant où il se maintient durant le reste de l'année. Le peuplement est stable d'avril à octobre, les points figuratifs étant bien groupés dans une zone restreinte. En novembre et décembre, le peuplement tend à se rapprocher de ce qu'il était au mois de mars.

Pour la savane brûlée en début d'année, le point figuratif commence par descendre dans le troisième quadrant, de janvier à mars. Jusqu'à la fin de l'année, il reste dans le troisième quadrant, sauf en juillet et octobre où il se trouve dans le deuxième quadrant, mais bien au-dessous des points correspondant au peuplement de savane non brûlée. Le peuplement est moins stable qu'en savane non brûlée : d'avril à octobre il se déplace dans une zone beaucoup plus étendue.

Pour la savane brûlée tardivement, le point figuratif d'avril, représentant un relevé effectué le lendemain du passage du feu, se trouve encore dans le deuxième quadrant très près du point correspondant en savane non brûlée. Le mois suivant le point figuratif passe dans le quatrième quadrant puis, de juin à décembre, reste dans le troisième quadrant, pratiquement dans la même zone que le point figuratif de la savane brûlée en début d'année.

Le graphique dans le plan factoriel des deux premiers facteurs principaux montre ainsi très clairement les faits suivants :

- les peuplements évoluent différemment en savane non brûlée et en savane brûlée;
- dès le mois d'avril les deux types de peuplement sont bien distincts;
- le peuplement est bien plus stable en savane non brûlée qu'en savane brûlée;
- le passage du feu suffit pour transformer rapidement et radicalement la nature et l'évolution ultérieure du peuplement jusqu'au mois d'avril de l'année suivante. Toutefois les perturbations dues au passage du

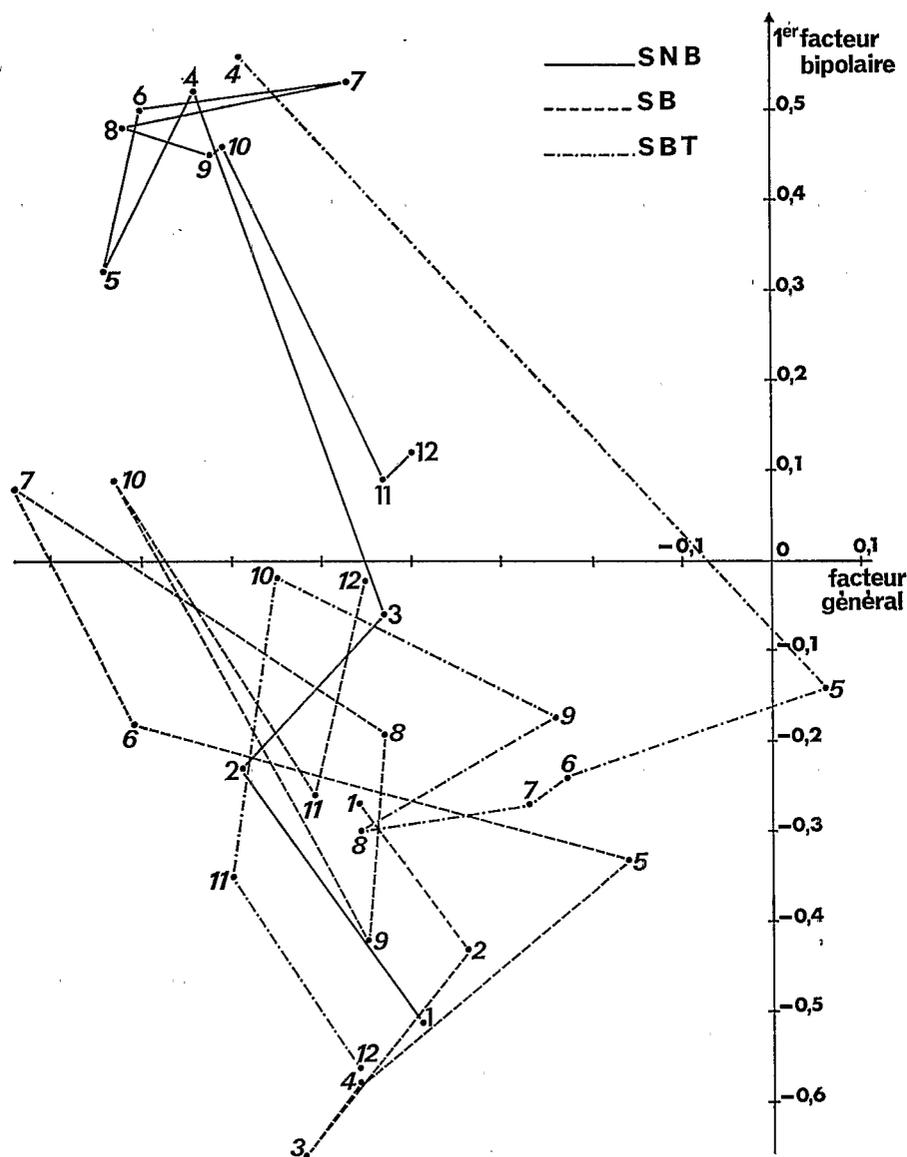


FIG. 1, représentation graphique des relevés mensuels dans le plan factoriel correspondant au facteur général, en abscisse, et au premier facteur bipolaire, en ordonnée.

feu sont pratiquement imperceptibles le lendemain et c'est seulement au bout de un à deux mois qu'elles atteignent leur ampleur maximale.

D'autres graphiques auraient pu être tracés dans d'autres plans factoriels, par exemple ceux correspondant au premier et au troisième

facteurs, au premier et au quatrième, au second et au troisième, etc. Dans le cas présent, ils ne nous auraient apporté aucune précision supplémentaire sur l'importance primordiale du feu de brousse pour l'analyse des peuplements de savanes.

a) *Interprétation du facteur général* (fig. 2).

Pour la savane non brûlée, les saturations dans ce facteur varient de $-0,39$ à $-0,74$ (moyenne $-0,56$), soit une amplitude de variation de $0,35$ pour douze mois. Pour la savane brûlée en début d'année, les saturations varient de $-0,17$ à $-0,84$ (moyenne $-0,51$), soit une amplitude de variation de $0,67$ pour douze mois. Enfin pour la savane brûlée tardivement les saturations varient de $+0,06$ à $-0,60$ (moyenne $-0,37$), soit une amplitude de variation de $0,66$ pour neuf mois. Les saturations dans le facteur général ont donc une amplitude de variation presque deux fois plus grande en savane brûlée qu'en savane non brûlée. En outre, le passage du feu fait remonter la moyenne de $-0,56$ à $-0,51$ lorsque le feu est précoce et à $-0,37$ lorsque le feu est tardif. Considéré isolé-

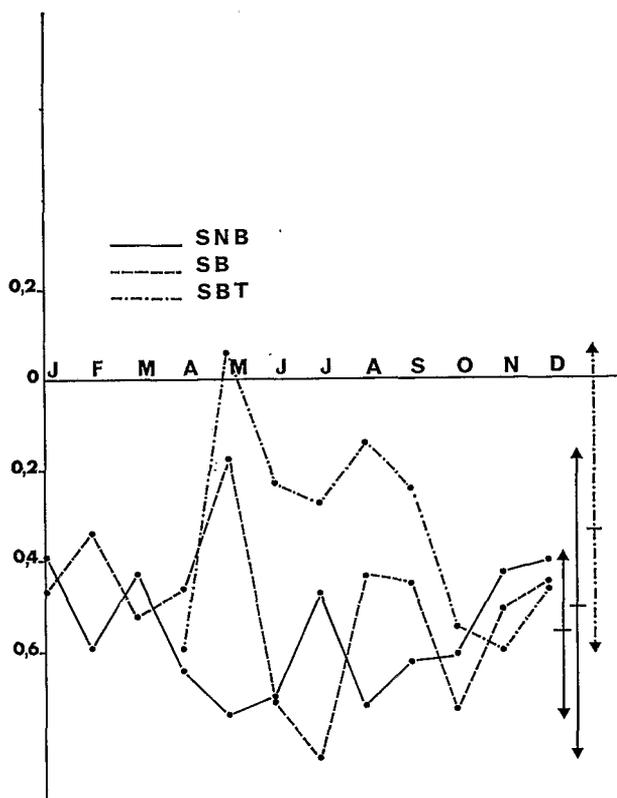


FIG. 2, variations des saturations dans le facteur général. Les traits verticaux à droite indiquent les valeurs moyennes et les amplitudes de variation en savane non brûlée, en savane brûlée précocement et en savane brûlée tardivement.

ment, le facteur général rend compte de la stabilité du peuplement de savane autour d'une composition et d'une structure moyennes qui sont plus ou moins modifiées par le passage du feu de brousse suivant la saison à laquelle ce feu agit.

b) *Interprétation du premier facteur bipolaire (fig. 3).*

Pour la savane non brûlée, les saturations dans ce facteur augmentent rapidement de janvier ($-0,51$) à avril ($+0,52$), puis se maintiennent entre $+0,52$ et $+0,32$ jusqu'en octobre et diminuent jusqu'à $+0,09$ et $+0,12$ en novembre et décembre. Pour la savane brûlée en début d'année, les saturations commencent par diminuer de janvier ($-0,27$) à mars ($-0,66$), puis elles remontent rapidement jusqu'en juillet ($+0,08$) et oscillent ensuite entre $-0,42$ et $+0,09$. Pour la savane brûlée tardivement, les saturations descendent très rapidement après le passage du feu de $+0,56$ à $-0,14$ et la descente se prolonge jusqu'en août ($-0,30$). Après une remontée jusqu'en octobre ($-0,02$) les saturations diminuent

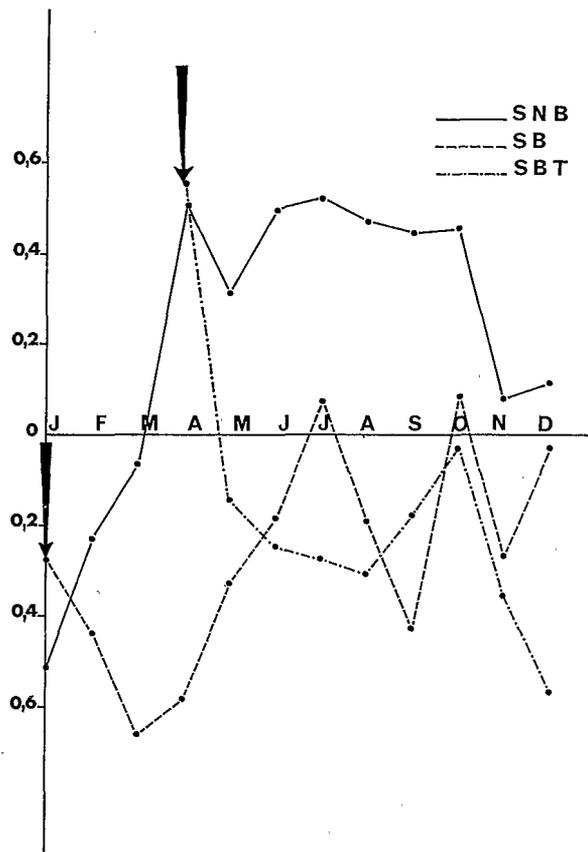


FIG. 3, variations des saturations dans le premier facteur bipolaire. Les flèches verticales indiquent les feux de brousse.

rapidement en novembre ($-0,35$) et décembre ($-0,56$). Considéré isolément le premier facteur bipolaire rend compte de l'évolution saisonnière du peuplement en fonction de la perturbation (chute très rapide pendant deux à quatre mois) consécutive au passage d'un feu de brousse.

Conclusion

Le facteur général et le premier facteur bipolaire, qui extraient 40,8 % de la variance totale, sont étroitement liés à l'action des feux de brousse. Ces derniers apparaissent donc, à la lumière de l'analyse factorielle des relevés mensuels effectués en 1965 dans trois parcelles de la savane de Lamto (Côte-d'Ivoire), l'une non brûlée, la seconde brûlée en janvier et la troisième brûlée en avril, comme le phénomène le plus important qui affecte la composition et la structure des peuplements de Carabiques.

SUMMARY

Monthly samples concerning Carabids have been made up, in the year 1965, off the Lamto savanna (Ivory Coast). Three parcels have been compared together, the first one not burnt up by bush fire, the second one burnt up early in January, the last one burnt up late in April. Factorial analysis, according to Hotelling's method, has pointed out that the first two factors, which extract 40,8 % of the total variance, are closely linked to fire action and to the season at which the fire is set on.

*(Laboratoire de Zoologie,
École Normale Supérieure, Paris.)*

Entomol.

DAGET (J.) LECORDIER (Ch.) Influence du
feu sur les peuplements des carabiques
dans la savane de Yamto (Cote d'Ivoire)

Extrait des Annales de la Société entomologique de France
Nouvelle série, 5 (1) 1969

LE FRANÇOIS, ÉDITEUR — PARIS

B23434