

RAYMOND RAMOUSSE, LOUIS LE GUELTE, MICHEL LE BERRE

ORGANISATION TEMPORELLE DU COMPORTEMENT
CONSTRUCTEUR CHEZ LES ARGIOPIDAE

Riassunto — *Organizzazione temporale del comportamento di costruzione della tela negli Argiopidi.* Il comportamento di costruzione della tela negli Argiopidi è caratterizzato dalla seguente sequenza: inizio dell'attività notturna; stazionamento al di fuori del rifugio; distruzione; esplorazione; precostruzione; costruzione; stazionamento sulla tela e ritorno al rifugio. Le differenze interspecifiche sembrano dipendere da una diversa sensibilità alla luce e dalla capacità di costruire più di una tela in ciascun ciclo nictemerale. Il rinnovamento della tela è frequente ed è influenzato dalle variazioni periodiche di illuminazione, dalla distruzione della tela, dall'approssimarsi della muta o della deposizione. Due gruppi di specie sono distinguibili in base al modello giornaliero di attività di costruzione della tela, in relazione anche con le preferenze alimentari. Per tutte le specie la durata della costruzione è correlata alla taglia, particolarmente alla lunghezza delle zampe, e al momento del giorno in cui avviene la costruzione.

Résumé — Le comportement constructeur des Argiopes est caractérisé par: éveil, station hors retraite, destruction, exploration, préconstruction, construction, station toile et retour à la retraite. Les différences interspécifiques semblent liées à la sensibilité des Araignées à l'éclairage et à leur capacité à construire plusieurs toiles par nycthémère. Le renouvellement des toiles est commandé par les variations d'éclairage, la destruction de la toile, la proximité de la mue ou de la ponte. Les canevas temporel du comportement distinguent deux groupes d'espèces, mais pour toutes, la durée du comportement est liée à la taille de l'espèce et au moment de construction.

Summary — *Temporal patterns of web-building behavior in Argiopids.* The following sequences characterized web-building: initiation of nocturnal activity, standing out of retreat, destruction, exploration, prebuilding, building, going back and repairing retreat. Interspecific differences seem to be linked to light sensitivity and capacity to build one or more webs per nycthemeron. Web renewal is frequent and influenced by periodic variations of light, web-destruction, proximity of physiological events which change web-building time. Two groups of species are distinguished by daily patterns of web-building, possibly in relation with food preference. For all species, web-building duration is correlated with leg length and building time.

Key words — Spiders, Web-building behavior, Comparative study, Temporal patterns.

Le comportement constructeur des Araignées orbitèles a été décrit qualitativement par de nombreux auteurs — surtout chez *Araneus diadematus* Clerck (PETERS, 1932; SZLEP, 1958; WITT, 1968), *Zygiella x-notata* Clerck (KOENIG, 1951; MAYER, 1952; LE GUELTE, 1966; TILQUIN, 1942) et *Uloborus diversus* Marx (WIEHLE, 1927; MARPLES, 1962; EBERHARD, 1972) — mais il n'a été l'objet d'aucune étude quantitative. Aussi, nous reprenons, complétons et quantifions les descriptions des séquences de ce comportement, discutons leurs fonctions possibles et présentons des exemples de modifications temporelles que peuvent provoquer des événements physiologiques. L'analyse comparative de ce comportement est esquissée chez différentes espèces d'Argiopidae. L'organisation temporelle de ce comportement est replacée dans le cadre général de la problématique des rythmes.

MÉTHODES D'ÉTUDE

Chaque Araignée est élevée, depuis l'éclosion, dans une enceinte climatisée: de 7 H à 19 H, éclairement 200 Lux (lampes True-lite: engendrant la même quantité de microwatts d'ultra-violets par lumen que la lumière naturelle), température 25°C et hygrométrie 50% HR; de 19 H à 7 H, ces paramètres sont respectivement: 1 Lux (lumière rouge), 15°C, 75% HR. Les femelles adultes sont enregistrées en continu jusqu'à l'obtention de 10 toiles successives par individu, grâce à une caméra SOFRETEC (sensibilité 0,5 Lux à F: 0,95) reliée à un magnétoscope NATIONAL à longue durée d'enregistrement (80 heures) et à une horloge.

ORGANISATION TEMPORELLE DU COMPORTEMENT CONSTRUCTEUR

Le comportement constructeur d'*Araneus tuggurtensis* (A.t., species nova) est pris comme exemple. Cinq situations différentes peuvent se présenter au cours d'un cycle de 24 heures; l'animal dispose d'une toile au moment de l'extinction: 1. il la conserve sans modifications. 2. il la détruit et en construit une nouvelle. 3. il la détruit sans la reconstruire. L'animal, n'a pas de toile à l'extinction: 4. il en tisse une nouvelle. 5. il n'en construit pas. Dans chacune de ces situations, nous pouvons distinguer les phases suivantes (Fig. 1 et 2).

Phase d'éveil ou d'initiation à l'activité nocturne (Ev)

A l'extinction de la lumière, l'Araignée quitte l'abri qu'elle occupe pendant la journée (19 H 40 ± 66 minutes) et se place soit au centre de sa toile,

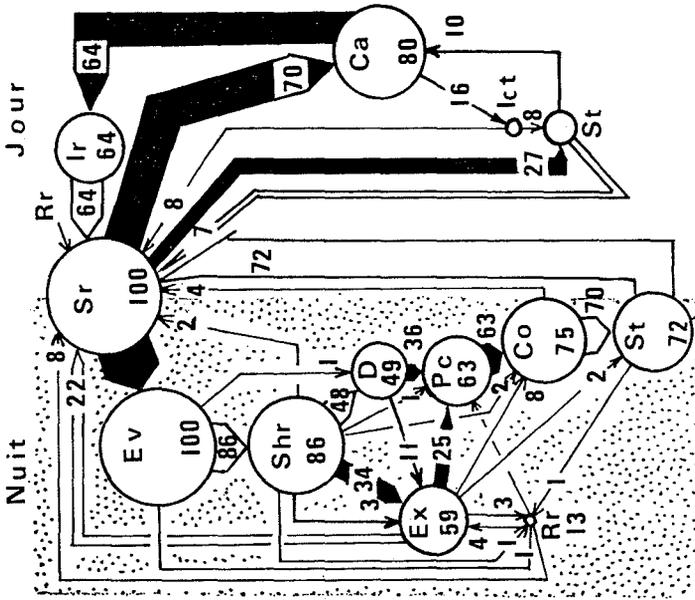


Fig. 1 - Organisation séquentielle du comportement constructeur. (64) fréquence.

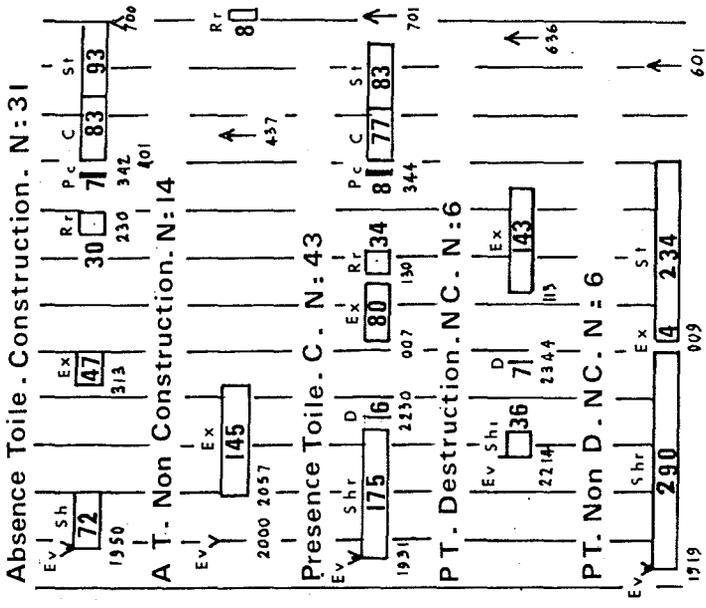


Fig. 2 - Organisation temporelle des séquences. 72 durée de la séquence en minutes 1950 Heure de début de la séquence.

Ev = éveil, Shr = station hors retraite, D = destruction, Ex = exploration, Pc = préconstruction, Co = construction, Rr = ré-
 paration retraite, Ca = capture, Ir et Ict = ingestion proie au bord de la retraite ou sur la toile.

soit sur un fil, soit à l'entrée de sa retraite où elle reste immobile (12 ± 166 mn). Les moments de sortie de la retraite et la durée de stationnement sur la toile se classent de la façon suivante (Fig. 2): a) Situation 1: 19 H 19; 290 mn. b) Situation 2: 19 H 31; 175 mn. c) Situation 4: 19 H 50; 72 mn. d) Situation 5: 20 H 00; 0 mn. e) Situation 3: 21 H 45; 36 mn. Les animaux des situations 1 et 2 quittent leur retraite plus tôt et restent plus longtemps immobiles (U-test, $p = 0,001$) que ceux des situations 4 et 5. Les Araignées de la situation 3 font exception: elles abandonnent leur abri plus tard et stationnent moins longtemps sur leur toile que les autres. Ces différences suggèrent que les Araignées perçoivent la présence ou l'absence de la toile par la tension différente au niveau du fil avertisseur (*Zygiella* perçoit les différences de tensions des rayons (LE GUELTE, 1966) et/ou par mémorisation de la destruction de la toile. De plus, nous émettons l'hypothèse que la station au centre de la toile traduit la possibilité d'utiliser cette dernière pour capturer des insectes crépusculaires. En effet, dans la situation 1, il serait plus économique pour les Araignées d'utiliser la toile en place, le nombre de proies ingérées au cours du cycle précédent étant insuffisant et/ou la toile peu dégradée (au cours d'un cycle, accidentellement, six Araignées ayant une toile ne furent pas nourries, le cycle suivant toutes avaient conservé leur ancienne toile). Dans la situation 2, il serait plus profitable pour les Araignées de construire un nouveau piège après avoir tenté de capturer des proies crépusculaires, la consommation de proies étant suffisante et/ou le piège trop abimé (*Uloborus*, en laboratoire, construit plus fréquemment lorsqu'elle est bien nourrie (EBERHARD, 1972)). Dans la situation 4, l'attente hors retraite pourrait favoriser la perception d'indices (présence de proies, conditions atmosphériques...) nécessaires au choix du comportement ultérieur. L'attente de faible durée observée dans les situations 3 et 5 vient renforcer cette hypothèse. Enfin, cette séquence qui n'a été décrite chez aucune Araignée orbitèle serait générale chez les Araignées nocturnes. En effet, elle semble correspondre à l'ouverture du terrier de *Nemesia coementaria* (BUCHLI, 1969) et d'*Aphonopelma chalcodes* (MINCH, 1978), à l'apparition d'*Agelena consociata* (KRAFFT, 1970) hors des galeries ainsi qu'à la sortie de la retraite de *Cupiennus salei* (SEYFART, 1980) au crépuscule.

Phase de destruction (D)

Lorsque l'Araignée détruit sa toile ancienne (22 H 48 ± 145 mn) elle rassemble les rayons et les spires secteur par secteur au cours de séquences de faible durée (6 ± 4 mn) séparées par des arrêts plus longs

(56 ± 43 mn). La destruction peut être incomplète, le cadre et certains rayons sont conservés (WITT *et al.*, 1968) et parfois, même, une partie de la spirale caprice (RAMOUSSE, 1977) ainsi que le font de petites Araignées transférées sur une grande toile (PETERS, 1970). Dans la situation 3, la destruction est toujours complète.

Araneus diadematus réingère la soie de la toile détruite et la réutilise dans la nouvelle construction (PEAKALL, 1971). Aussi pouvons-nous penser que les arrêts sont mis à profit pour métaboliser cette soie.

Phase d'exploration (Ex)

L'Araignée se déplace dans tout l'espace ($23 \text{ H } 50 \pm 150$ mn) durant 120 ± 80 mn. La fréquence de cette activité est importante lorsque les Araignées n'ont pas de toile à l'extinction (42/45 cas) et réduite lorsqu'elles en ont une (16/55 cas). La durée en est plus faible (47 ± 44 mn) lorsque les animaux construisent que dans le cas contraire (132 ± 108 mn) à l'exception de ceux qui conservent leur toile sans la détruire (4 ± 23 mn).

L'hypothèse selon laquelle ce comportement servirait à informer l'Araignée sur l'espace disponible et les points potentiels d'attache de la toile (EBERHARD, 1972) est appuyée par l'augmentation de la fréquence de ce comportement lorsque la toile est absente. De plus, les fils de cheminement posés autour de la toile pourraient jouer un rôle dans la rencontre des sexes, ces fils portant une information tacto-chimique (ROLAND *et al.*, 1981).

Ces périodes d'exploration ont été décrites chez toutes les orbitèles (PETERS, 1932; MAYER, 1952; LE GUELTE, 1966; WITT *et al.*, 1968; RAMOUSSE, 1977).

Phase de préconstruction (Pc)

L'Araignée pose ou renforce des fils de cadre, quelques rayons et le futur moyeu, au cours de séquences de 2 ± 2 mn avec des arrêts (7 ± 6 mn). Cette phase débute ($3 \text{ H } 44 \pm 46$ mn) dans l'heure qui précède la construction, et le plus souvent ne s'exprime pas lorsque l'Araignée conserve une partie importante de sa toile précédente. Sa durée totale est significativement plus faible (2 ± 2 mn; situation 2) lorsque il y a une toile que lorsqu'il n'y en a pas (7 ± 5 mn; situation 4).

Les auteurs qui ont observé cette séquence chez les orbitèles (MAYER, 1952; EBERHARD, 1972) parlent de proto-toiles car la plupart de leurs structures sont remplacées au cours de la construction.

Phase de construction (Co)

Elle débute à 4 H 00 \pm 63 mn, dure 78 \pm 18 mn, et se subdivise en cinq parties: pose des rayons (16 \pm 6 mn); pose de la spirale provisoire (3 mn \pm 24 s); un arrêt (de l'ordre de 30 secondes); pose de la spirale définitive (61 \pm 16 mn) et enfin nettoyage du moyeu de la toile (2 mn \pm 22 s). Ces paramètres évoluent d'un individu à l'autre, mais ils changent aussi d'un jour à l'autre pour le même individu. Chez un individu donné, la durée du comportement diminue lorsque son moment de construction s'éloigne de l'extinction. En particulier, les toiles construites de jour ont des durées extrêmement réduites. Les sens de rotation de la pose des spires sont le plus souvent inverses (78% des cas), ils sont semblables dans 5% des cas et dans 17% des cas le sens de rotation lors de la pose de spirale définitive est double.

Le taux de construction (nombre de toiles construites en un nombre donné de cycles de 24 heures) est de 74%, soit plus de 2 toiles tous les 3 jours. La longévité des toiles (nombre de jours pendant lequel la même toile reste en place) est le plus souvent d'un jour (72%) et au maximum de deux jours. A ce moment, l'efficacité du piège doit être devenue insuffisante et l'Araignée préfère réutiliser ces protéines dans un nouveau piège plus performant.

Phase de réparation de la retraite (Rr)

Elle peut avoir lieu à tout moment après la phase d'éveil, mais le plus souvent elle intervient après le retour de l'animal à la retraite (7 H 00 \pm 164 mn) et dure 23 \pm 15 mn.

Phase de retour à la retraite

Elle a lieu, au plus tard, dans les minutes qui suivent l'allumage. Les Araignées qui n'ont pas construit, remontent toujours avant l'allumage, alors que les autres stationnent sur leur nouvelle toile jusqu'à l'allumage (Fig. 2). Certaines redescendent au moyeu au cours de la photophase, mais ces stations ne sont fréquentes qu'en présence de mouches dans la cage. La situation sur la toile est donc bien liée à une attente active de proies dont l'ingestion peut se faire soit au centre de la toile (Ict), soit à l'entrée de la retraite (Ir: 80%; Fig. 1).

COMPARISON INTERSPÉCIFIQUE

Nous retrouvons les phases décrites chez toutes les espèces étudiées. Néanmoins, *A. diadematus* peut rester durant toute la photophase au centre

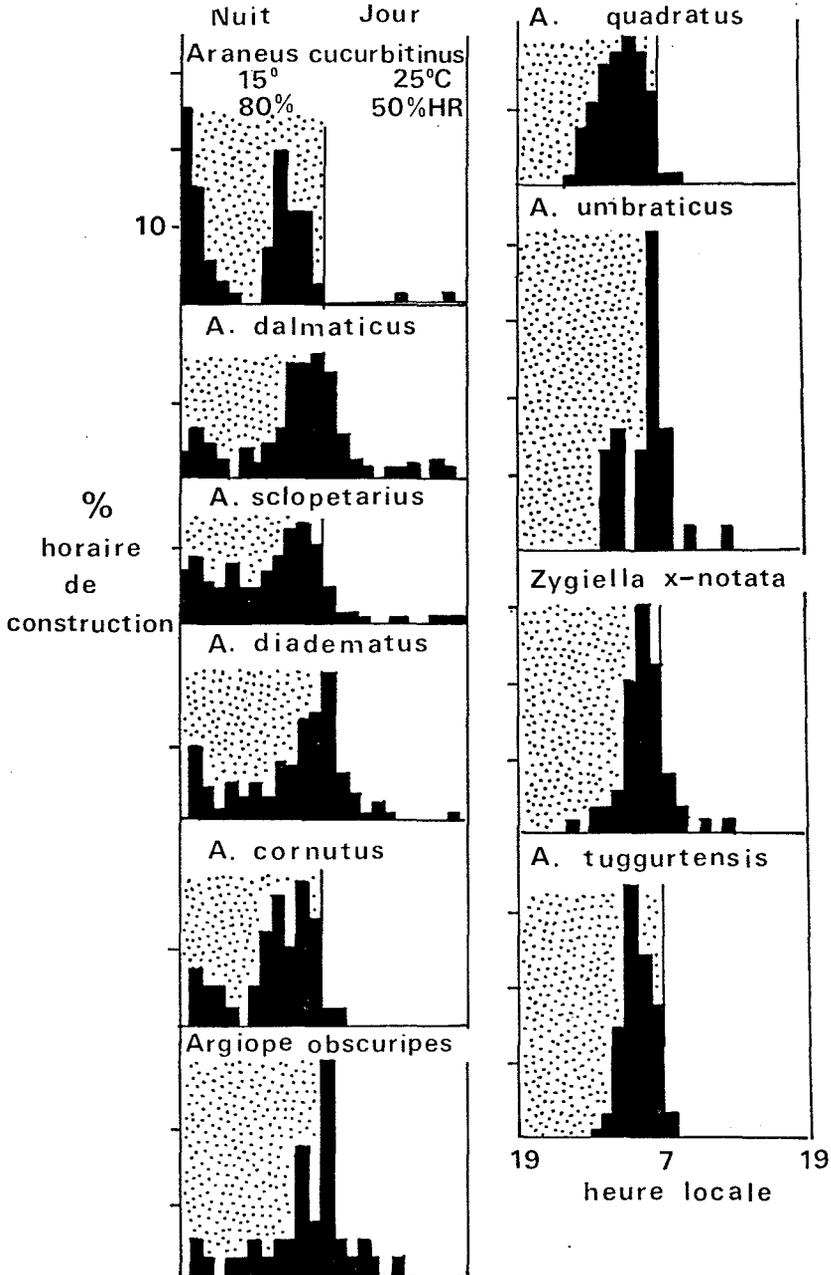


Fig. 3

de sa toile, il est alors difficile de distinguer un « éveil ». *Araneus quadratus* Cl. (*A. q.*) reste très peu sur sa toile, elle « s'éveille » tardivement et rejoint son abri sa toile finie. Chez *Araneus cornutus* Cl. (*A. co.*), *A. sclopetarius* Cl. (*A. s.*) et *A. umbraticus* Cl. (*A. u.*) les phases d'exploration, de pré-construction et de pose des rayons se succèdent sans interruptions et sont difficilement distinguables.

La répartition horaire des moments de construction (Fig. 3) distingue deux groupes (RAMOUSSE, 1979). Le premier, avec une répartition bimodale, comprend *A. s.*, *A. dalmaticus* (*A. da.*), *A. cucurbitinus* (*A. cu.*), *A. co.*, *Argiope obscuripes* (*A. o.*) et *A. di.* *A. s.* peut tisser spontanément plusieurs toiles supplémentaires par nyctémère alors que les autres peuvent n'en construire qu'une seconde. On peut penser (LUBIN *et al.*, 1978) que la facilité à construire à différents moments du nyctémère est liée à la rapidité à construire et au faible investissement de ces constructions. Or les toiles supplémentaires sont toujours construites plus rapidement que les autres (RAMOUSSE, 1979). Le second groupe est caractérisé par des constructions uniquement en fin de nuit. Il comprend *A. q.*, *A. u.*, *A. t.* et *Zygiella x-notata* (*Z. x.*), qui ne construisent qu'une toile par cycle. Ces canevases pourraient être la conséquence de stratégies alimentaires différentes suivant les espèces. L'activité de ces Araignées est donc essentiellement nocturne, cependant, *A. di.* et *A. o.* construisent souvent de jour (respectivement 30 et 41%) et ces toiles diurnes sont toujours tissées plus rapidement que les toiles nocturnes. Néanmoins, toutes ces espèces conservent leur toile pendant la photophase contrairement à d'autres Argiopidae (*Scoloderus* et *Wixia*; STOWE, 1979) qui la détruisent à l'aube.

Les médianes de la taille et du poids, à la dernière mue, sont en corrélation positives avec celles des durées de pose de la spirale. Peut-être y a-t-il un lien avec la corrélation existant entre la longueur des pattes et la taille des mailles des toiles (RISCH, 1977).

Les taux de construction des espèces étudiées sont de l'ordre de 50% ou plus (Tab. 1). Ce renouvellement fréquent des toiles est une caractéristique des Argiopidae, à l'exclusion de *Cyrtophora* (LUBIN, 1973); les Uloboridae reconstruisent plus rarement leur toile mais, par contre, peuvent la réparer (EBERHARD, 1972). Les données qui induisent la destruction de la vieille toile et la construction de la nouvelle sont peu connues. LUBIN (1973) cite la diminution de l'adhésivité de la spirale caprice, l'état physiologique de l'animal, des modifications périodiques de l'environnement, la résistance des fils utilisés, les dommages causés par la capture des proies ou par la pluie. Nous avons constaté qu'une toile non endommagée est conservée pendant 48 heures, que la mue, et la ponte sont souvent précédées et suivies

Tableau 1 - Lat., Del., D.R., D.S.: respectivement, latence, délai, durées de pose des rayons et des spires en minutes. TC: taux de construction en pourcent, 1ere valeur: première toile du cycle; 2^{de} valeur: ensemble des toiles d'un cycle. T. taille en millimètres, P. poids en milligrammes. L/S nombre correlations significatives entre latence et durée spire.

	Lat.	Del.	D.R.	D.S.	T.C.	T.	P.	L/S
A. cu.	335	1445	11	14	87-114	5	39	3/4+
A. da.	608	1440	10	20	50-56	6	46	1/11—
A. s.	446	1436	23	17	63-135	11,5	157	3/2+
A. di.	628	1443	25	71	59	12	210	8/10+
A. q.	534	1441	20	55	52	12	240	0/10
A. u.	689	1482	26	20	65	12,5	182	2/3—
A. co.	564	1401	16	31	82	11,1	69	
A. t.	584	1462	14	65	74	17,5	295	7/10—
A. o.	701	1405	25	75	46	18	646	3/7—
Z. x.	638	1440	19	36	46	6,5	60	3/6—

par un arrêt des constructions. Celui-ci est de 15 jours avant la ponte chez *A. di.* (LIVECCHI, 1978), et définitif après. Chez les espèces qui pondent plusieurs cocons, l'interruption avant et après est plus courte: ces animaux peuvent même construire immédiatement après la ponte, mais les toiles précédant la ponte ont une durée de construction nettement plus faible, la destruction de l'ancienne toile étant incomplète (Fig. 4); cette réduction s'observe aussi avant la mue. La sénilité se traduit par une diminution importance du taux de construction et la construction de toile sans spirale caprice bien que l'Araignée réalise les mouvements de pose de cette spire. Lorsque les animaux maintenus en conditions constantes, au bout d'un délai variable après la construction, ils remplissent la zone libre de spires gluantes (Fig. 5). Les conditions physiologiques influent donc sur l'expression du comportement constructeur, sur sa durée et sur la qualité de son résultat.

RYTHME DU COMPORTEMENT CONSTRUCTEUR DE LA TOILE

A. di. a été soumise à des conditions environnementales variées (LE GUELTE et RAMOUSSE, 1979). En conditions cycliques de lumière et de température sans destruction de la toile, le canevas temporel est bimodal (Fig. 6, J); canevas que l'on retrouve chez *Arctosa* (TONGIORGI, 1959), *Agelena* (KRAFFT, 1970) et *Cupiennus* (SEYFARTH, 1980).

La destruction de la toile avant l'extinction (Fig. 6, A, C, D, E) entraîne

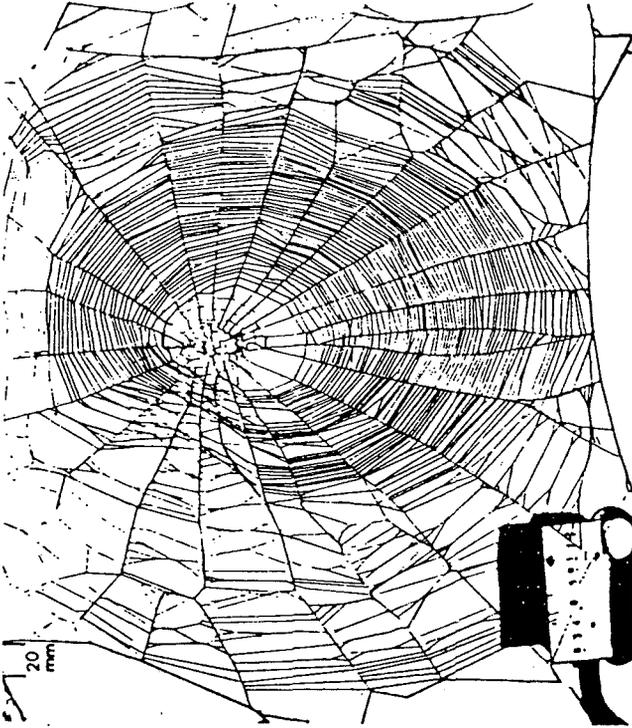


Fig. 4 - Toile integrant des elements de la toile precedente.

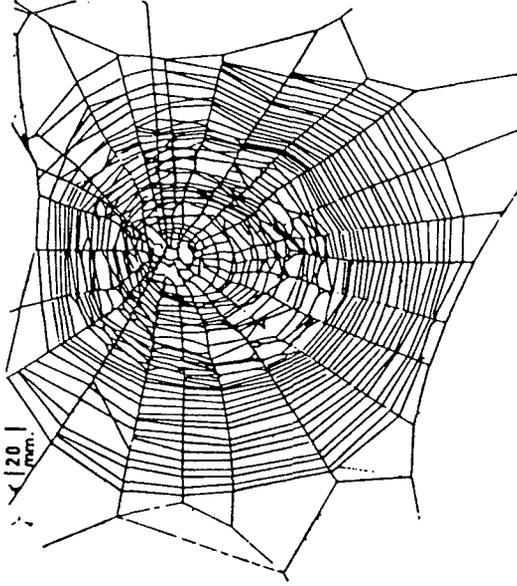


Fig. 5 - Toile dont la zone libre est remplie de spires.

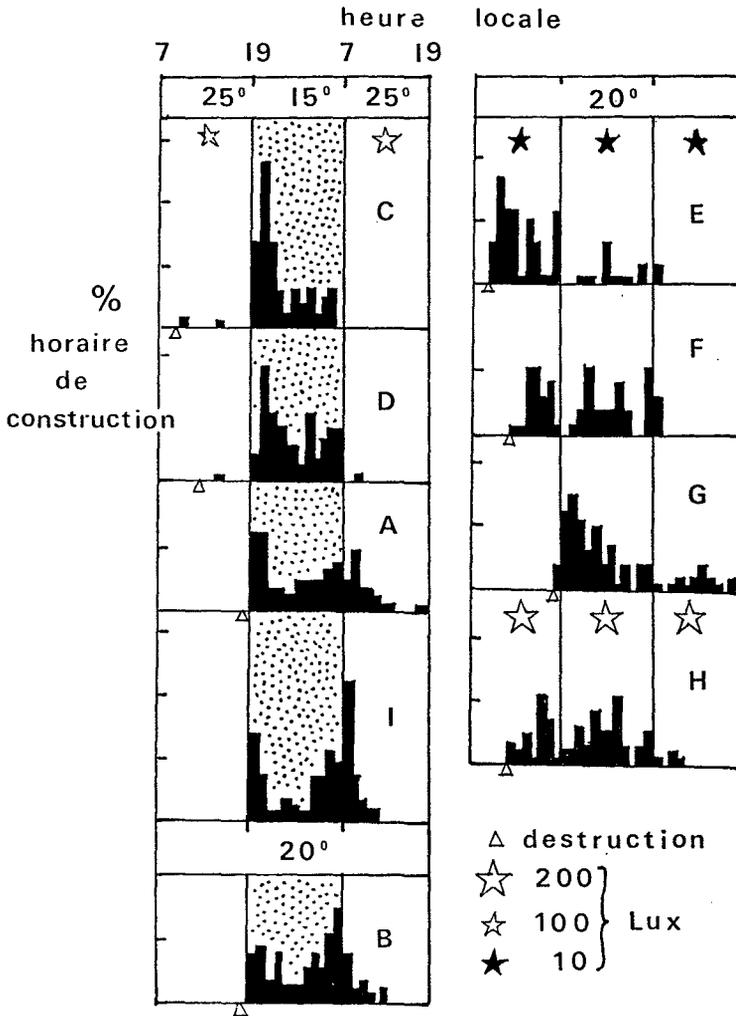


Fig. 6 - A gauche: environnement cyclique A, C, D, I éclairciment, température cycliques. B température constante. A, B destruction toile à 18 h, D à 12 h, C à 9 h, I pas de destruction.
A droite: environnement constant. E, F, G éclairciment 10 Lux; H 200 Lux. E destruction à 9 h; F, H à 12 h; G à 18 h.

une augmentation du premier pic d'activité d'autant plus importante qu'elle a lieu plus loin de l'extinction (effet noté aussi chez *Agelena* (KRAFFT, 1970)) et provoque, de plus, une augmentation importante du taux de construction.

En conditions cycliques d'éclairement et température constante, le comportement est peu modifié (Fig. 6, B).

En conditions constantes, un éclairage faible (10 Lux) ne laisse subsister qu'un seul pic d'activité au voisinage du moment de destruction de la toile (Fig. 6, F, G, H) et un éclairage plus fort (200 Lux) supprime presque totalement le comportement constructeur qui devient arythmique (Fig. 6, I). Ces phénomènes ont été rapporté pour *Cupiennus* (SEYFARTH, 1980) ainsi que pour les Arthropodes présentant un rythme bimodal. Mais en absence d'expérience en obscurité totale constante il est difficile de conclure quant à la nature endogène ou exogène du rythme. Cependant, l'alternance jour-nuit et la destruction expérimentale de la toile sont des synchroniseurs importants de ce rythme.

CONCLUSION

L'étude temporelle du comportement constructeur chez différentes Argiopidae nous a permis de définir les différentes phases de ce comportement. La phase d'éveil semble générale chez les Araignées. La phase de station sur la toile semble liée à une attente active des proies crépusculaires. La durée de la destruction de la toile, qui intervient au cours de la période creuse d'activité des insectes nocturnes, permet à l'animal de métaboliser la soie de l'ancienne toile. La phase d'exploration, plus fréquente en absence de toile, peut apporter à l'Araignée les informations spatiales nécessaires à la construction de sa toile. Au cours de la phase de préconstruction, l'Araignée jette ou renforce les bases de sa toile future et peut alors construire rapidement son piège.

Deux groupes d'espèces se distinguent. Celles à rythme unimodal, ne tissent qu'une toile par nyctémère, alors que celles à rythme bimodal, sont à même de construire plusieurs toiles au cours d'un nyctémère, pouvant ainsi adapter leur comportement plus facilement que les autres aux conditions environnementales et assurer à ce comportement une plus grande efficacité. Des espèces, appartenant au même groupe (groupe IV du genre *Araneus*: *A. co.*, *A. s.*, *A. t.*), se trouvent séparées par leur canevas temporel; *A. co.* et *A. s.* en ont un bimodal alors que celui de *A. t.* est unimodal.

Pour toutes ces espèces le renouvellement de la toile est fréquent et parmi les éléments susceptibles de l'induire, la modification périodique de l'éclairement, la destruction de la toile et la proximité de la mue et de la ponte sont importants.

Enfin, le rythme d'expression du comportement constructeur a des éléments de rythme circadien, mais l'absence d'expérience en libre cours ne nous permet pas de conclure.

BIBLIOGRAPHIE

- BUCHLI H.R. (1969) - Hunting behavior in the Ctenizidae. *Am. Zool.*, **9**, 175-193.
- EBERHARD W.G. (1972) - The web of *Uloborus diversus*. *J. Zool.*, **166**, 417-465.
- KOENIG M. (1951) - Beitrage zur Kenntnis des Netzbaus orbiterer Spinnen. *Z. Tierpsychol.*, **8**, 462-492.
- KRAFFT B. (1970) - Contribution à la biologie et à l'éthologie d'*Agelena consociata* Denis (Araignée sociale du Gabon). *Biol. Gabonica*, **3** (6), 198-299.
- LE GUELTE L. (1966) - Structure de la toile de *Zygiella x-notata* Cl. et facteurs qui régissent le comportement de l'araignée pendant la construction de la toile. *Thèse, Université de Nancy*.
- LE GUELTE L., RAMOUSSE R. (1979) - Effets de facteurs environnementaux sur le rythme du comportement constructeur chez l'araignée *Araneus diadematus* Cl. *Biol. Behav.*, **4**, 289-302.
- LIVECCHI G. (1978) - Ontogénèse du rythme du comportement constructeur chez deux espèces (*Araneus diadematus* et *Zygiella x-notata*). *Thèse, Université de Lyon*.
- LUBIN Y.D. (1973) - Web structure and function: the non adhesive orb-web of *Cyrtophora moluccensis*. *Forma et Functio*, **6**, 337-358.
- LUBIN Y.D., EBERHARD W.G., MONTGOMERY G.G. (1978) - Webs of *Miagrammopes* (Araneae, Uloboridae) in the Neotropics. *Psyche*, **85** (1), 1-23.
- MARPLES B.J. (1962) - Notes on spiders of the family Uloboridae. *Ann. Zool. agra.*, **4**, 1-11.
- MAYER G. (1952) - Untersuchung über Herstellung und Struktur des Radnetzes von *Aranea diadema* und *Zilla x-notata* mit besonderer Berücksichtigung des Unterschiedes von jungen und alternetzen. *Z. Tierpsychol.*, **9**, 337-361.
- MINCH E.W. (1978) - Daily activity patterns in the Tarantula *Aphonopelma chalcodes* Ch. *Bull. brit. arachnol. Soc.*, **4**, 231-237.
- PEAKALL D.B. (1971) - Conservation of web proteins in the spider *Araneus diadematus*. *J. exp. Zool.*, **176**, 257-264.
- PETERS H. (1932) - Kleine Beitrage zur Biologie der Kreuzspinne *Epeira diademata* Cl. *Z. Morph. Ökol. Tiere*, **26**, 447-468.
- PETERS P. (1970) - Orb web construction: interaction of spider (*Araneus diadematus* Cl.) and thread configuration. *Anim. Behav.*, **18**, 478-484.
- RAMOUSSE R. (1977) - Organisation spatio-temporelle du comportement constructeur chez *Araneus diadematus*. *Thèse, Université de Lyon*.
- RAMOUSSE R. (1979) - Organisation temporelle du comportement constructeur chez huit espèces d'Argiopidées. *En: C.R. Vème Colloque Arachnol. express. franç., Barcelone 1979, Ediciones de la Universidad de Barcelona, 1980, pp. 203-212.*

- RISCH P. (1977) - Quantitative analysis of orb web patterns in four species of spiders. *Behav. Gene.*, **7**, 199-238.
- ROLAND C., RAMOUSSE R. (1981) - Mise en évidence de l'intervention d'information tactochimique dans le rapprochement des sexes chez *Araneus sclopetarius* Cl. En: C.R. Vème Colloque Arachnol. express. franç., Modena et Pisa 1981, *Atti Soc. tosc. Sci. nat. Mem.*, ser. B, **88**, suppl., 154-158.
- SEYFARTH E.A. (1980) - Daily patterns of locomotory activity in a wandering spider. *Physiol. Entomol.*, **5**, 199-206.
- STOWE M.K. (1979) - Observations of two nocturnal specialized webs: *Scoloderus cordatus* and *Wixia ectypa*. *J. Arachnol.*, **6**, 141-146.
- SZLEP R. (1958) - Influence of external factors on some structural properties of the garden spider (*Aranea diademata*) web. *Folia biol.*, **6**, 287-299.
- TILQUIN A. (1942) - La toile géométrique des Araignées. *PUF*, p. 536.
- TONGIORGI P. (1959) - Effects of the reversal of the rhythm of nycthemeral illumination on astronomical orientation and diurnal activity in *Arctosa variana* C.L. Koch (Araneae-Lycosidae). *Arch. ital. Biol.*, **97**, 251-265.
- WIEHLE H. (1927) - Beiträge zur Kenntnis des Radnetzbaues der Epeiriden, Tetragnathiden und Uloboriden. *Z. Morph. Ökol. Tiere*, **8**, 468-537.
- WITT P.N., REED C.F., PEAKALL D.B. (1968) - A spider's web. Problems in regulatory biology. *Springer Verlag, Berlin*, 107 pp.