

EXPERIENTIA

Vol. II - Nr. 3

Pag. 77-116

15. März 1946

Sociétés animales et effet de groupe

Par PIERRE-P. GRASSÉ, Paris

Depuis quelques années, les études relatives aux phénomènes sociaux chez les animaux se sont multipliées et la guerre même n'a pas diminué beaucoup le rythme de leur publication.

Les brillants résultats auxquels elles ont abouti expliquent leur faveur auprès des biologistes.

Nous nous bornerons à exposer dans le présent article l'aspect de la sociologie animale qui a été le plus profondément modifié par les recherches modernes. Nous voulons parler de l'influence du groupe sur l'individu. Les écoles américaine et française ont beaucoup contribué au progrès de notre savoir sur ce point.

*

Le groupe a *toujours* une influence sur l'individu par le fait qu'il crée par lui-même un *milieu particulier*, un biotope, favorable ou non à l'individu pris isolément. Mais nous devons considérer deux cas passablement différents: le premier concerne les groupements non sociaux, soit des foules résultant d'une attirance tropique causé par quelque agent physique ou chimique, soit des rassemblements dus à des circonstances fortuites ou à la fantaisie de l'homme, le deuxième les sociétés proprement dites.

L'influence dans le premier cas relève souvent de la surpopulation, laquelle s'accompagne d'effets fâcheux dont l'intensité varie avec le nombre des individus réunis dans un même lieu. La disette, l'intoxication sont les maux bien connus qu'engendre la surpopulation qui crée aussi une compétition vitale très sévère entre les individus rassemblés. Les élevages expérimentaux surpeuplés ont été l'objet de multiples recherches de la part de nombreux biostatisticiens. Les théoriciens de la sélection naturelle les ont aussi largement mis à profit. Mais tel n'est pas le phénomène que nous voulons présenter ici. Nous désirons appeler l'attention sur des actions spécifiques d'un ordre particulier en rapport direct et exclusif avec le groupement.

Ce sont les Français GEORGES BOHN et ANNA DRZEWINA^{1,2} qui les ont découvertes (1920). Etudiant la résistance à l'eau douce du petit Turbellarié marin, *Convoluta*, ils montrèrent que «l'effet d'une substance chimique sur un être vivant ne dépend pas seulement

de la concentration moléculaire de la substance dans le milieu, mais encore de la concentration des individus dans ce milieu». Cet effet ne résulte pas de l'épuisement par absorption ou adsorption de la substance chimique se faisant plus vite par de nombreux individus que par un seul, mais d'autres facteurs. Voici quelques-unes des expériences qui en fournissent la preuve:

Six lots de nombreuses *Convoluta* sont portés dans des boîtes de Pétri contenant l'une de l'eau de mer pure, les 5 autres de l'eau de mer diluée à des taux différents; 1^o eau de mer pure; 2^o mélange contenant 20% d'eau douce; 3^o 40% eau douce; 4^o 60% d'eau douce; 5^o 80% eau douce; 6^o 90% eau douce.

Le phototropisme qui est intense dans 1 s'affaiblit dans 2 et 3 et devient négatif dans 4. Les individus de la boîte 6 se désagrègent et meurent rapidement. Au bout de 48 heures, les *Convoluta* de la boîte 4 ont récupéré leur phototropisme positif, dans 2 et 3 celui-ci est redevenu aussi intense que dans 1. Les individus isolés se comportent tout autrement et subissent la cytolysé au bout de quelques heures. Tout se passe comme si les *Convoluta* groupées produisaient une substance autoprotectrice.

On pouvait aussi admettre que la masse des *Convoluta* remonte la salure et de ce fait permet la survie. En vérité, la masse de 300 *Convoluta* pesant environ 300 milligrammes, même en supposant qu'elle libère une notable partie de ses sels, ne peut relever d'une façon appréciable la salure de l'eau ambiante.

ALLEE¹ (1928) répétant sur un autre Turbellarié marin, le *Procerodes wheatlandi*, les expériences de Bohn et DRZEWINA arrive aux mêmes constatations et nous apporte, semble-t-il, l'explication du phénomène. Le calcium rejeté par les Vers, vivants ou cytolysés, protège les animaux groupés contre les effets nocifs de l'eau douce. L'effet protecteur de cet ion est hors de proportion avec l'élévation de pression osmotique qu'il cause en passant dans l'eau.

Bien d'autres expériences ont mis en évidence l'action heureuse qu'exerce le groupe sur l'individu, probablement par rejet dans le milieu d'une substance autoprotectrice. Mais certaines demeurent encore inexplicables. En voici une particulièrement suggestive.

¹ G. Bohn et A. Drzewina, Ann. Sci. Nat. Zool. II, 299 (1928).

² A. DRZEWINA et G. Bohn, C. R. Acad. Sciences 171, 1023 (1920).

¹ W. C. ALLEE, J. exp. Zool. 50, 295 (1928).

Les solutions d'hydroquinone où ont vécu et résisté des Infusoires groupés sont, après décantation et filtration, mortelles pour les mêmes Infusoires isolés. La substance toxique, l'hydroquinone, n'avait donc pas été épousée par la population infusorienne et par conséquent la protection tenait exclusivement à la masse.

Parfois, l'influence du nombre au lieu d'être favorable aboutit à la destruction. Ainsi des *Convoluta* réunies par centaines dans une coupelle contenant de l'eau de mer additionnée de chlorure de potassium N/20 sont tuées par cytolysé en moins de 5 minutes. Si une *Convoluta*, encore vivante, passe à proximité d'un amas d'individus cytolysés, elle s'immobilise et meurt. Lorsque les *Convoluta* sont isolées ou peu nombreuses, leur résistance au KCl s'avère beaucoup plus forte. Il est vraisemblable que la cytolysé libère des substances qui acidifient fortement le milieu et rendent celui-ci mortel pour les Vers non lysés.

A l'action, protectrice ou destructrice, de la population sur l'individu, on a donné (BOHN¹, ALLEE²) le nom *d'effet de masse*.

Elle n'est pas toujours liée au rejet de quelque substance dans le milieu ambiant. Le *contact immédiat* entre individus peut avoir un effet protecteur: des Infusoires plongés dans une solution d'hydroquinone résistent tant qu'ils sont réunis en amas. Les individus qui se séparent du groupe ne tardent pas à périr. A propos de ces faits, BOHN et DRZEWINA¹ ont parlé d'une *catalyse de contact*; mais ce terme n'est pas une explication.

La population peut agir sur le métabolisme, l'élevant ou l'abaissant. D'une manière générale, les animaux groupés ont une intensité respiratoire moins élevée que les individus isolés de la même espèce.

L'effet de masse a sûrement des causes multiples parmi lesquelles nous retiendrons: l'épuisement de la substance toxique (par exemple mucus des Poissons rouges à l'égard du collargol), la production d'une substance autoprotectrice ou autodestructrice, la catalyse par contact, l'exaltation ou la diminution du métabolisme³.

Les rapports de l'effet de masse avec la croissance, la longévité, la sexualité, la reproduction ont donné lieu à des recherches fort intéressantes dont les plus importantes sont celles qui concernent la Drosophile (PEARL et ses collaborateurs) et le petit Coléoptère de la farine, *Tribolium confusum*.

L'effet de masse tel que nous venons de l'étudier, fort sommairement d'ailleurs, se manifeste chez tous les animaux (et les plantes), qu'ils soient sociaux ou non, et paraît être, le plus souvent, la conséquence

d'une modification physico-chimique du milieu effectuée par les animaux eux-mêmes qui, ainsi, se trouvent placés dans un biotope différent de celui dans lequel vit l'individu isolé¹.

*

Sans sous-estimer en rien l'importance de cet effet sur les groupes d'animaux non sociaux et sur les sociétés vraies, il nous a paru qu'un autre effet, celui-ci à peine étudié par l'école américaine, joue, surtout à l'intérieur des sociétés animales, un rôle de premier ordre. Nous voulons parler de ce que nous avons appelé *l'effet de groupe proprement dit*. Il est lié à la réception par l'individu de certains stimuli qui émanent de ses semblables. Notre distinction revient à séparer l'action du milieu et l'influence de stimuli sensoriels qu'exercent les uns sur les autres les animaux rassemblés. La dernière, beaucoup moins que la première, dépend du nombre: l'effet de groupe se manifeste parfois alors que deux individus seulement sont réunis; l'effet de masse requiert pour apparaître le rassemblement de nombreux animaux.

Alors que l'effet de masse intéresse exclusivement la physiologie de l'animal, l'effet de groupe, tel que nous le concevons, agit à un niveau plus élevé, dans le plan psycho-physiologique.

L'exemple le plus simple d'effet de groupe nous est fourni par le *Tribolium confusum* dont la ponte est favorisée par le groupement (PARK⁵). En effet, chez ce petit Coléoptère, la copulation stimule la ponte et plus la population est dense, plus nombreux sont les rapprochements sexuels. Par voie de conséquence, le taux de ponte s'en trouve augmenté.

On sait, grâce aux découvertes d'UVAROV, que les Criquets migrateurs proviennent d'individus sédentaires et solitaires qui, sous l'empire des conditions extérieures et probablement aussi de modifications physiologiques, se sont mués en animaux grégaires et voyageurs. La transformation s'accompagne de change-

¹ L'influence à distance des substances sexuelles rejetées dans le milieu ambiant, est à inscrire à l'actif des effets de masse. Chez un nombre considérable d'espèces aquatiques dont la fécondation se fait au hasard dans le milieu extérieur (Echinoderms, Annélides ...), l'émission de sperme déclenche chez les femelles le réflexe de ponte; ainsi s'explique le phénomène des «ponces contagieuses». La transformation sexuelle des *Ophiotrocha* tient probablement à des influences chimiques directes mais aussi à des excitations particulières. Son étude, bien que fort avancée grâce aux travaux d'HARTMANN et de ses élèves^{2,3,4}, mériterait d'être reprise, en portant l'attention sur le rôle des excitations sensorielles.

Il est fort possible que dans les cas envisagés ci-dessus, l'effet de masse, l'effet de groupe et aussi l'action de substances sexuelles (gamones, fertilisines ...) agissent soit successivement et isolément, soit synergiquement.

² M. HARTMANN und W. HUTH, Zool. Jb. (Physiol.) 56, 389 (1936).

³ M. HARTMANN und G. LEWINSKI, Zool. Jb. (Physiol.) 58, 551 (1938).

⁴ M. HARTMANN und G. LEWINSKI, Zool. Jb. (Physiol.) 60, 1 (1940).

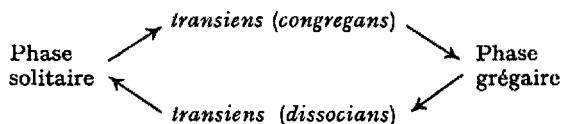
⁵ T. PARK, Ecology 13, 172-182 (1932).

¹ G. BOHN et A. DRZEWINA, Ann. Sci. Nat. Zool. 17, 299 (1928).

² W. C. ALLEE, Biol. Rev. 9, 1-48 (1934).

³ Plusieurs des «actions du milieu» qui modifient les cultures d'Infusoires, de Daphnies, de Rotifères, etc., sont probablement des effets de masse.

ments de forme, de fonctions, de comportement. Les deux états solitaire et grégaire sont réversibles, mais le passage du solitaire au grégaire est généralement le plus facile. Entre les deux états ou phases existent des termes de passage.



Entre les grégaires naturels existe une vive attraction qui les maintient groupés. Elle fait à peu près défaut chez les solitaires.

Les travaux de CHAUVIN¹ sur le Criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*) ont mis en évidence que la transformation de solitaire en grégaire, au moins au laboratoire, correspond très exactement à un effet de groupe. Elle s'obtient aisément en élevant dans un espace restreint plusieurs individus (3 ou 4 dans une petite cage; la transformation est d'autant plus facile que les sujets sont plus jeunes). L'action du groupe sur l'Insecte s'apprécie aisément par les changements de couleur. Les larves solitaires sont d'abord gris-vertâtre avec des yeux blancs, rayés de rouge-brun; puis au 5^e âge, elles prennent une teinte générale vert-émeraude qui, chez l'adulte, tourne au grisâtre clair. Les larves grégaires varient bien plus; elles naissent noires avec quelques taches ou lignes blanches; elles s'éclaircissent en vieillissant, passant progressivement au jaune-vertâtre varié de noir. L'adulte, peu après la dernière mue, est rose-violacé. A l'approche de la maturité sexuelle, cette couleur est remplacée par un mélange de gris, de jaune et de rose. Lorsque le Criquet est sexuellement mûr, il vire au jaune s'il est mâle, au grisâtre s'il est femelle.

Mais ce qui différencie le mieux la pigmentation des deux types, c'est la présence chez les grégaires d'un pigment du groupe des anthocyanes, l'*acridoxanthine*, qui fait défaut chez les solitaires. La valeur de l'effet de groupe se mesure à la quantité de l'*acridoxanthine* produite. Le dosage de ce pigment s'effectue par des techniques colorimétriques simples.

Le *Schistocerca* solitaire prend la couleur des grégaires s'il est introduit dans une bande de Criquets appartenant à une autre espèce que la sienne. Un Criquet vivant en commun avec d'autres individus, un jour sur deux et même un jour sur quatre, acquiert la coloration typique des grégaires.

L'effet de groupe sur les Criquets pèlerins ne se limite pas à la production de pigment. Chez les groupés, la vitesse du développement dépasse celle des solitaires (suppression d'une mue); le poids est plus faible, la longévité moindre...

Le grégaire expérimental mime par ses couleurs le grégaire naturel, prélevé dans les hordes dévastatrices.

Mais lui est-il physiologiquement identique? En particulier, éprouve-t-il à l'égard de ses semblables cette attraction grâce à laquelle se créent et se maintiennent les bandes? C'est ce que nous ignorons.

Le changement d'état n'est point dû, comme certains le croyaient, à l'agitation que cause la vie en commun. Il dépend de la réception de stimuli visuels et tactiles d'une qualité déterminée.

Des larves solitaires du premier âge, réunies dans une enceinte obscure, se muent en grégaires typiques. Une larve du même type, emprisonnée dans un tube de verre et placée dans une cage où vivent des grégaires, devient elle-même grégaire à condition que l'élevage se fasse à la lumière. A l'obscurité, elle ne varie pas.

La destruction des organes tympaniques, des palpes maxillaires et labiaux, des antennes n'empêche pas la transformation des larves solitaires en grégaires. CHAUVIN¹ conclut de ses expériences que les stimuli actifs sont les uns tactiles, les autres visuels. Les réceptions antennaires tiennent le rôle prépondérant. Le mâle adulte ne jaunit que s'il est pourvu de ses antennes et libre de circuler parmi ses compagnons de captivité. Les excitations visuelles n'agissent plus sur lui; tandis que les larves passent de l'état solitaire à l'état grégaire indifféremment sous l'action des stimuli tactiles enregistrés par les antennes ou des stimuli visuels.

Dans des travaux encore inédits, CHAUVIN a étendu à d'autres Insectes son étude de l'effet de groupe; il y découvre encore l'influence prééminente qu'y jouent certaines catégories d'excitations sensorielles.

Il nous a paru intéressant de rechercher la part qui revient à l'effet de groupe au sein des sociétés hautement organisées comme celles des Termites.

Nous exposerons l'un de nos résultats les plus marquants.

Les ailés, futurs essaimants, après leur dernière mue, demeurent un temps plus ou moins long dans le nid avant de prendre leur vol. Ils ne manifestent alors aucune activité génératrice et, quoique pourvus de gonades bien développées, sont encore aussi frigides qu'un soldat ou un ouvrier. Ce manque d'appétit sexuel résulte, au moins lorsque l'ailé a atteint une certaine maturité physiologique, d'une influence du groupe sur l'individu. Voici une expérience qui en fournit la preuve: un nid de *Calotermes flavigollis* est ouvert plusieurs mois après la période de l'essaimage; il contient 8 ailés qui n'ont pas participé au vol nuptial: 5 mâles et 3 femelles. Avec ces attardés, on réalise 3 couples qui sont introduits isolément dans des nids artificiels. Deux d'entre eux demeurent inactifs, le troisième fonde une société normale. Le fait de soustraire ce mâle et cette femelle à l'influence du

¹ R. CHAUVIN, Ann. Soc. Ent. France 46, 150 (1941).

¹ R. CHAUVIN, Ann. Sci. Nat. Zool., II, 5, 79 (1943).

groupe a permis l'éclosion de l'instinct générésique^{1,2,3}. Cette influence peut être démontrée par une autre expérience: un couple de *Calotermes* ailés retiré du nid et adjoint à un lot de larves et de soldats n'entre pas en activité générésique. Dans une telle société, nous avons vu se former exclusivement des sexués néoténiques, alors que les ailés demeuraient inutilisés⁴.

Ces expériences et d'autres encore nous apprennent que les ailés ne s'apparentent pas à la condition expresse d'être isolés, d'être séparés des larves et des neutres. L'inhibition de l'activité générésique résulte d'une influence, d'une sorte de «contrainte» que le groupe exerce sur l'individu.

Les sexués fonctionnels ont sur les membres de la société une influence considérable. On a rapporté, il y a déjà longtemps, qu'ils exercent sur les neutres une vive attraction. Cela est vrai, mais les phénomènes dépassent en complexité, la simple attraction. Les ouvrières en présence des sexués ont un comportement particulier que j'ai fait connaître naguère. Je me contenterai de rappeler que ceux du Termite belliqueux, mis à l'air libre en présence de la reine, ne manifestent plus de photophobie et travaillent tout comme s'ils étaient à l'obscurité. Lorsque la termitière est attaquée, au lieu de fuir dans les galeries profondes comme le font leurs congénères, les ouvrières qui se trouvent dans la cellule royale demeurent sur place et ferment précipitamment toutes les ouvertures de la loge.

Les recherches de CHAUVIN⁵ sur les Fourmis du genre *Leptocephalus* ont abouti à des résultats du même ordre. Au moins pendant la période d'hibernation, la reine exerce une influence frénatrice sur l'activité des ouvrières qui tendent à se grouper autour d'elle (conséquence de l'attraction). En revanche, la reine en présence d'ouvrières devient plus active. Il est vraisemblable que les interactions qui s'instaurent entre reine et ouvrières sont complexes et variées dans leur nature.

L'influence de la femelle féconde sur la société, prise dans son ensemble, a été fort bien mise en évidence par les recherches de SCHNEIRLA⁶ sur les *Eciton*, Fourmis américaines nomades. Les migrations de ces Insectes sont sous la dépendance directe du rythme sexuel de la reine. Après une période de ponte intensive des déplacements se produisent toujours; les larves déclencheraient par leurs mouvements (stimuli

sensoriels d'une nature non précisée) l'activité migratrice des ouvrières. Lorsque les larves se nymphosant deviennent immobiles, la colonie passe alors par une période de calme, de stabilité.

*

L'effet de groupe, tel que nous le concevons, intervient dans les corrélations et les coordinations sociales. Il ne s'agit pas d'une vue de l'esprit mais bien d'une réalité dont la preuve a été fournie expérimentalement. CHEN^{1,2} (1938) a étudié comparativement le travail des ouvrières isolées et groupées chez une Fourmi du genre *Camponotus*. L'individu isolé conserve la faculté de creuser une cavité dans la terre. Le travail accompli varie selon les ouvrières: il en est qui ont un rendement élevé, d'autres faible³. Les groupées se mettent à l'œuvre plus vite que les isolées et travaillent avec plus de régularité. Le nombre de boulettes de terre rejetées hors du trou augmente, surtout pour les ouvrières lentes. Il tendrait plutôt à s'abaisser quand une ouvrière à rendement moyen est associée à une ouvrière lente. Il suffit donc de réunir deux *Camponotus* pour modifier la marche de leur travail. Ce que l'on a appelé la *facilitation sociale* est un de ces nombreux phénomènes qui doivent être compris comme un *effet de groupe*.

La coordination sociale, dont l'existence, à la lumière des travaux récents, ne saurait être contestée, n'implique l'intervention d'aucune «conscience collective» pas plus que d'une «âme» de la ruche ou de la termitière. Les Insectes ne disposent d'aucun «Présidium suprême» réglant l'organisation de leurs sociétés, pas plus qu'ils n'éditent une gazette où s'inscrivent les règlements et les lois édictés par les prétdendus chefs! Ce facile anthropomorphisme n'a rien de commun avec les recherches actuelles d'après lesquelles la coordination entre tantôt dans le cadre des effets de groupe, tantôt dans celui des régulations en rapport avec l'absorption et la distribution de certains aliments ainsi qu'avec l'échange de certaines substances (hormones sociales?).

La construction des involucres sphériques qui enveloppent les guêpiers, des piliers coniques du nid des Termites belliqueux, la «couture» des feuilles par la Fourmi fileuse (*Oecophylla smaragdina*) impliquent obligatoirement la coordination des tâches individuelles.

Dans la reconstruction de la cellule royale par les ouvriers du Termite du Natal (*Bellicositermes natalensis*) et du *Cephalotermes rectangularis*, nous avons montré expérimentalement la réalité de la coordination: des arches maçonées en terre ou en mortier stercoral par deux équipes indépendantes se raccordent

¹ GOETSCH avait prétendu que le vol nuptial est indispensable à l'éveil de l'instinct sexuel. Nous avons assez souvent fondé des sociétés normales et prospères, avec des couples d'individus prélevés directement dans la termitière et n'ayant jamais volé, pour soutenir que cette assertion est inexacte.

² W. GOETSCH, Zool. Jb. (Syst.) 64, 227 (1933).

³ W. GOETSCH, Morph. u. Ökolog. d. Tiere 31, 490 (1936).

⁴ Les raisons pour lesquelles des larves deviennent prématûrement aptes à se reproduire alors que les vrais sexués (reproducteurs imaginaires) restent inemployés sont encore inconnues.

⁵ R. CHAUVIN, Bull. Biol. France-Belgique 78, 197-205 (1944).

⁶ T. C. SCHNEIRLA, J. comp. Psych. 25, 304 (1938).

¹ Sc. CHEN, Physiol. Zool. 10, 420-436 (1938).

² Sc. CHEN, Physiol. Zool. 10, 437-455 (1938).

³ Un de nos élèves, E. DELEURANCE, vient d'observer que les différences individuelles d'activité sont très marquées chez les neutres de Guêpes du genre *Pollistes* (observation inédite).

parfaitement et s'intègrent dans un ensemble qui constitue la nouvelle cellule royale.

Une telle constatation ne veut pas dire que tous les actes des Insectes sociaux soient exactement ajustés les uns aux autres et qu'une entente étroite existe en permanence entre les activités individuelles. Nous avons trop souvent observé des Fourmis se gênant mutuellement dans leurs travaux (transport d'aliments par exemple), des Termites soldats et ouvriers se blessant ou se tuant au lieu de lutter contre les envahisseurs de leur nid, etc., pour soutenir une pareille opinion. Mais ce n'est point parce que la coordination manque ou est imparfaite dans certains cas qu'on est en droit de décider qu'elle n'existe jamais et que l'Insecte social travaille et se comporte comme s'il était solitaire. Ce point de vue, contraire aux faits, est actuellement insoutenable.

Les phénomènes de régulation sociale s'apparentent sans doute à la coordination sociale et ne sont en dernière analyse que des effets de groupe. Nous en avons de nombreux exemples mais nous ignorons encore à quel mécanisme précis ils obéissent. Les Termites de beaucoup d'espèces, s'ils sont privés de leur roi, de leur reine ou des deux à la fois, transforment des larves de futurs sexués en rois et reines de remplacement dits néoténiques.

RÖSCH¹ nous a appris qu'une même Abeille ouvrière au cours de son existence, effectue successivement suivant un ordre chronologique déterminé, les diverses fonctions incombant à sa caste et que les nombres de nourrices, de nettoyeuses, de butineuses, pour une population donnée, se trouvent entre eux dans certaines proportions. Si l'une des catégories vient à manquer, les nourrices par exemple, les rapports numériques sont rapidement rétablis par la transformation de butineuses en nourrices. La régulation est donc certaine et trahit qu'une corrélation étroite existe entre les diverses catégories d'ouvrières.

*

Pour les Fourmis, les Abeilles, les Termites et probablement aussi certaines Guêpes, la vie collective est devenue une nécessité absolue. L'animal est étroitement inféodé à la vie sociale et ne peut subsister dans l'isolement (GRASSÉ et CHAUVIN²). La dépendance de l'individu à l'égard de la communauté est due à diverses causes dont quelques-unes seulement sont connues. Mettons à part le cas des soldats de Termites, ces monstres qui ont perdu les réflexes essentiels de la vie végétative et doivent être gavés durant toute leur existence (GRASSÉ³⁻⁶). Ils nous montrent

¹ G. A. RÖSCH, Z. vergl. Physiol. 12, 1 (1930).

² P.-P. GRASSÉ et R. CHAUVIN, Rev. scientifique 82, 240 (1944).

³ P.-P. GRASSÉ, Ann. Soc. Ent. France 42, 71, 291 (1937).

⁴ P.-P. GRASSÉ, Bull. Soc. Zool. de France T. LXIV, 251-262 (1939).

⁵ P.-P. GRASSÉ, J. Psychol. 370, 396 (1940).

⁶ P.-P. GRASSÉ, Bull. Biol. France-Belgique 74, 347-382 (1942).

⁶ Exper.

que les sociétés animales, tout comme les sociétés humaines, créent des conditions qui s'opposent au libre exercice de la sélection naturelle.

Le couvain des Hyménoptères sociaux et des Termites supérieurs (fam. des *Termitidae*) est également sous la dépendance alimentaire totale des neutres. Mais on ne peut faire valoir cette dépendance dans le cas des neutres adultes. Sans doute existe-t-il entre les membres de la société de fréquents échanges de nourriture, surtout chez les Termites inférieurs, à propos desquels BUSCALIONI a judicieusement parlé d'une *rumination sociale*; mais cette *trophallaxie*, selon nous, ne suffit pas à expliquer la mort, parfois très rapide, du neutre isolé. D'autres causes interviennent et nous supposons que l'absence de certaines stimulations: contacts, léchages, caresses, etc., ont pour effet de modifier le réglage nerveux des fonctions et troubler l'économie des échanges au point d'entrainer la mort, à plus ou moins brève échéance, de l'animal condamné à la solitude.

Il est encore possible que certains exsudats contiennent des substances agissant sur le développement des organes génitaux et, si l'on en croît les auteurs américains, sur la détermination même des castes. C'est par une action inhibitrice des hormones sociales que s'expliquerait la constance des rapports numériques entre les diverses castes. Lorsque par exemple, dans la termitière, les soldats atteignent un certain nombre, les exsudats de ceux-ci, léchés ou bus par les ouvrières et transmis aux larves, empêcheraient la formation de nouveaux soldats. Nous avons fait valoir contre cette théorie des arguments auxquels il n'a pas encore été répondu.

*

Si notre exposé a porté avant tout sur les Invertébrés, c'est parce que ces animaux ont donné lieu à de nombreuses recherches et qu'ils nous sont particulièrement familiers. On voudra bien ne pas en conclure que chez les Vertébrés les effets de masse et de groupe ont moins d'importance. Une telle appréciation serait inexacte. Les effets de groupe par les stimulations sensorielles interviennent puissamment sur la physiologie génitale et le comportement sexuel de nombreuses espèces. Les expériences de HARRISON¹ sur la Pigeonne, qui ne peut ovuler que si elle perçoit l'image d'un de ses semblables ou sa propre image réfléchie dans un miroir, sont connues de tous. Les parades nuptiales, si fréquentes chez les Oiseaux, ont probablement pour effet de déclencher l'activité ovarienne, bien plus que d'aboutir au tri des plus beaux mâles, comme le veut la théorie darwinienne de la sélection sexuelle. La perception de certaines images par l'oiseau femelle provoque une action cérébrale sur l'hypophyse. Cette action, dont la nature et le mécanisme sont inconnus, augmente la production de

¹ M. HARRISON, Proc. Roy. Soc. B. 126, 557 (1939).

l'hormone gonadotrope, ce qui a pour effet de stimuler l'ovaire.

Les belles observations de DARLING¹ ont montré que la ponte chez les Mouettes, Oiseaux sociaux par excellence, est plus active dans les bandes nombreuses que dans celles qui ne comptent que quelques individus. La stimulation est plus forte dans les premières que dans les secondes. Ces constatations valent probablement pour tous les Oiseaux qui vivent en troupes au moment de la reproduction.

*

De cet ensemble de données, il ressort, à l'évidence, que l'animal vivant en société est physiologiquement différent du solitaire. Son métabolisme, son comportement (ce dernier sous toutes ses formes) sont marqués d'un cachet particulier. La régulation et la coordination règnent au sein des sociétés hautement organisées et s'expliquent sans qu'il soit nécessaire de faire

¹ E. F. DARLING, *Bird flocks and the breeding cycle*, London, Cambridge Univ. Presse (édit. 1938).

appel à des phénomènes de conscience, hors de l'atteinte des expérimentateurs.

La sociologie animale, chapitre de la Biologie générale, est maintenant solidement établie. Le nouveau domaine offert aux recherches des naturalistes est immense; son exploration, qui en est à ses débuts, sera fertile, si on en juge par les premières récoltes.

Summary

In the present note, the author is reviewing recent researches dealing with the action carried by the group on the individual taken isolated. He distinguishes two kinds of effects: 1. *Mass effect*, owing above all to a modification of the medium by the population itself; 2. *group effect*, induced chiefly by sensorial stimuli which occurs without requiring the gathering of a large number of individuals.

Some examples of group effects are given. Individuals living in society are physiologically different from isolated. Correlation, coordination and social facilitation are to be included among group effects. To-day, we are allowed to speak of social physiology.

Die Drehbarkeit der C—C-Bindung und die Gestalt der Kettenmoleküle in Lösung

G. BIER, Liebefeld-Bern

A. Die Theorien über die Gestalt der Kettenmoleküle

Seit zwei bis drei Jahrzehnten wurde erkannt, daß wichtige organische Substanzen Makromoleküle sind. Es seien hier nur einige Gruppen von Verbindungen genannt: die Eiweiße, die Polysaccharide, der Kautschuk, die synthetischen Kunststoffe. Bei der großen Zahl von C-Atomen, die ein Makromolekül aufbauen, ist eine ungeheure Zahl von Strukturisomeren theoretisch denkbar. Die Verwirklichung einer beliebigen Strukturisomerie würde eine exakte Strukturaufklärung, wie sie aus der niedermolekularen organischen Chemie bekannt ist, verunmöglichen. Zahlreiche makromolekulare Substanzen sind jedoch nach einem einfachen Prinzip aufgebaut, so daß ihre Strukturaufklärung möglich war. In grundlegenden Arbeiten konnte STAUDINGER an Vertretern aus verschiedenen chemischen Klassen, zum Beispiel synthetischen Modellsubstanzen, Naturstoffen und Kunststoffen die Verknüpfung von kurzen organischen Resten zu langen linearen Ketten als Bauprinzip nachweisen. Andere Vertreter der gleichen Klassen sind komplizierter gebaut, mehr oder weniger verzweigt. Für viele Stoffe ist das Bauprinzip der linearen Verknüpfung heute allgemein anerkannt. Über die Form der Ketten in Lösung gehen aber die Ansichten der Forscher weit

auseinander¹. Die Kenntnis der Gestalt der Makromoleküle ist nicht nur von Interesse für den Theoretiker, sondern sie ist eine nötige Voraussetzung zur Beurteilung von physiologischen Verhältnissen, zur Beurteilung der Festigkeit und Elastizität von Stoffen, zur Beurteilung des technischen Spinnprozesses usw. Die Kenntnis der Gestalt ist daher von Wichtigkeit für den Biologen, für den Chemiker, für den Physiker und für den Techniker. Die Eigenschaften und Messungen der Substanzen werden von den Autoren ganz verschieden interpretiert. Die Grenzformen der verschiedenen Ansichten sind:

1. die gestreckte formbeständige Kette;
2. die geknäuelte, dauernd ihre Form variierende Kette.

Es sollen hier kurz einige ausgewählte charakteristische Argumente, die die Form der Kettenmoleküle betreffen, angeführt werden.

Nach STAUDINGER² sprechen folgende Gründe für eine gestreckte Gestalt der Kettenmoleküle in Lösung:

¹ Man verwendet zur Untersuchung meist verdünnte Lösungen, da die in konzentrierten Lösungen auftretenden Wechselkräfte physikalischer und chemischer Natur von Kette zu Kette auch nicht annähernd quantitativ erfaßt werden können.

² H. STAUDINGER, *Die hochmolekularen Verbindungen* (1932); *Organische Kolloidchemie*, II. Auflage (1942).