

BULLETIN MENSUEL
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE LYON

FONDEE EN 1822

RECONNUE D'UTILITE PUBLIQUE PAR DECRET DU 9 AOUT 1937
des SOCIETES BOTANIKUES DE LYON, D'ANTHROPOLOGIE ET DE BIOLOGIE DE LYON
REUNIES
et de leurs GROUPES REGIONAUX : ROANNE, VALENCE, etc.

Siège social et Secrétariat général : 33, rue Bossuet, 69006 Lyon

TRESORERIE :

T A R I F

	1982
Abonnement France	90 F
Membre scolaire	45 F
Abonnement Etranger	100 F
Changement d'adresse, inscription ou réintégration en sus	10 F

N.B. — Les virements à notre C.C.P. LYON 101-98 H ou les chèques bancaires, doivent être rédigés au nom de la SOCIETE LINNÉENNE DE LYON.

SOMMAIRE

MALAUSA J. C., DRESCHER J. et ARMAND J. — Etat actuel des connaissances sur l'hybridation des espèces du genre <i>Chrysocarabus</i> Thomson (<i>Coleoptera Carabidae</i>) ..	41
PARENT G. H. — Une page d'histoire des sciences contemporaines : un siècle d'observations sur la méduse d'eau douce, <i>Craspedacusta sowerbii</i> Lank	47

- MACHARD M. & P., 1981. — Résultats de quatre années d'élevage de *Chrysocarabus* et *Chrysotribax*. *L'Entomologiste*, 37 (3), 140-146.
- MALAUSSA J. C., 1977. — L'élevage des Coléoptères *Carabidae* dans la perspective d'une multiplication de masse. *Ann. Zool. Ecol. Anim.* 9 (3), 497-505.
- MALAUSSA J. C., DRESCHER J. & ARMAND J., 1980. — Nouveaux hybrides intersubgénériques de *Dysmictocarabus solieri* Dejean (*Col. Carabidae*). *Bull. Soc. Entom. Fr.*, 85 (5-6), 134-139.
- MALAUSSA J. C., ARMAND J. & DRESCHER J. — Sous presse (a) — Nouveaux hybrides intersubgénériques pour *Chrysocarabus (Chrysotribax) rutilans* Dejean (*Col. Carabidae*). *Ann. Soc. Entom. Fr.*
- MALAUSSA J. C., ARMAND J. & DRESCHER J. — Sous presse (b) — Hybrides nouveaux du genre *Chrysocarabus* Thomson (*Col. Carabidae*). *Bull. Soc. Entom. Fr.*
- PUISSÉGUR C., 1964. — Recherches sur la génétique des Carabes. *Vie et Milieu, Suppl. N° 18*, 288 pp., Paris, Masson Edit.
- PUISSÉGUR C., 1973. — La question de taxon intermédiaire entre espèce et sous-espèce chez *Chrysocarabus solieri* Dej. à la lumière de l'hybridation expérimentale. *Entomops*, 31, 211-214.
- PUISSÉGUR C., 1978. — Preuves génétiques complémentaires de la séparation spécifique de *Chrysocarabus (Chrysotribax) hispanus* Fabr. et *Chrysocarabus (Chrysotribax) rutilans* Dej. *Entomops*, 45, 141-144.
- TARRIER M., 1973. — Recherches sur le sympatrisme chromatique des *Dysmictocarabus solieri solieri* Dejean et *D. solieri clairi* Gehin et sur le déterminisme originel de la filiation des formes intermédiaires. *Entomops*, 28, 97-122.

**UNE PAGE D'HISTOIRE DES SCIENCES CONTEMPORAINE :
UN SIECLE D'OBSERVATIONS SUR LA MEDUSE D'EAU DOUCE,
CRASPEDACUSTA SOWERBII LANK.**

par G. H. PARENT.

Résumé. — A l'occasion de la première observation en Lorraine française de *Craspedacusta sowerbii* Lank. (FEUGA & KIEFFER 1981), précisément un siècle après qu'elle fut découverte pour la première fois, il nous a paru opportun non seulement de situer cette découverte dans son contexte écologique et chorologique européen (PARENT 1981), mais également de dresser le bilan des connaissances acquises sur cette espèce en un siècle, en soulignant les problèmes biologiques fondamentaux qui furent soulevés et les incertitudes qui subsistent. Tel est l'objet de cette note.

1. BREF HISTORIQUE DES PRINCIPALES DÉCOUVERTES.

C'est en 1880 que furent découvertes, à Londres, au Regent's Park, dans des bassins à *Victoria regia* du Jardin de la Société royale de Botanique, des méduses, capables donc de vivre en eau douce. Le fait dût faire sensation, puisque la célèbre méduse du Lac Tanganyika ne sera découverte par BOHM que trois ans plus tard et décrite seulement en 1893 (GÜNTHER) sous le nom de *Limnocnida tanganyikae*.

La nouvelle espèce, trouvée à Londres, fut décrite, l'année même de sa découverte, par RAY LANKESTER sous le nom de *Craspedacusta sowerbii* et par ALLMAN sous le nom de *Limnocodium victoria*. La note de LANKESTER date du 17 juin, celle d'ALLMAN du 24 juin ; le premier nom fut retenu (Anonyme 1947), par respect de la règle de priorité bien que ALLMAN avait proposé sa propre désignation à la même séance que LANKESTER et que de commun accord les deux auteurs avaient opté pour le binôme proposé par ALLMAN !

Le polype qui engendrait ces méduses fut découvert au même endroit en 1883 par PARSONS (1885) et décrit par BOURNE (1884 a et b) tandis que FOWLER

(1890) décrit les bourgeons médusaires. Or à la même époque, à Philadelphie (U.S.A.), POTTS décrivait sous le nom de *Microhydra ryderi* d'abord ce même polypier (1885) puis également la jeune méduse à huit tentacules qui en était issue (1897 et 1898). Il fallut longtemps avant que l'on ne fit le rapprochement avec les observations faites en Grande-Bretagne. C'est ainsi que la monographie de MAYER (1910) les considère encore comme deux espèces totalement étrangères l'une à l'autre, mais décrites à quelques pages d'intervalle (pp. 363 et 366). Ce ne sera qu'en 1924 que PAYNE avance l'opinion que *Microhydra* et *Craspedacusta* n'étaient que les phases hydriques et médusaires d'un même organisme, qui fut baptisé *Craspedacusta ryderi*. BOULENGER & FLOWER (1928) firent le rapprochement avec *Craspedacusta sowerbii*.

Pourtant, en 1924, ROCH décrit encore un *Microhydra germanica*; il s'agissait en fait de la jeune méduse à seize tentacules et pourtant le nom continuera à être cité (par exemple MOSER 1930 et PERSCH 1933) jusqu'à ce que DEJDAR (1934), dans sa belle monographie, clarifie enfin les choses en mettant les quatre noms qui précèdent en synonymie.

Plus d'un demi-siècle aura donc été nécessaire pour parvenir à dresser le cycle de *Craspedacusta sowerbii*, mais de manière encore fort incomplète comme on le verra plus loin.

La première observation faite dans la nature fut celle du polype, par POTTS (1885); la première observation de la méduse dans la nature fut faite par OKA (1907), dans le Yang Tseu Kiang, en Chine, tandis que pour l'Europe, ce ne sera qu'en 1911 que SCHORN en découvre dans un canal près d'Eberswalde, en Allemagne orientale, et que pour l'Amérique du Nord, ce ne sera qu'en 1916 (GARMAN). Ces dates ont leur importance, car la méduse d'eau douce était déjà signalée dans un texte datant du milieu du XIII^e siècle, en Chine!

A côté de la reproduction sexuée, assurée par les méduses, existent diverses modalités de reproduction asexuée. La division transversale ou multiplication par constriction ne semble avoir été observée pour la première fois qu'en 1908 (GOETTE 1909, 1920).

La formation des frustules est décrite par RYDER (1885) et étudiée spécialement par PAYNE (1926). PERSCH (1933) montre que ces frustules peuvent parfois se former à l'intérieur du polype, observation contestée par REISINGER (1957) mais confirmée en 1960 par BUCHERT.

La formation de ces frustules est liée à une nourriture abondante (MOSER 1930). Fait remarquable, ces frustules sont capables d'effectuer un déplacement par reptation en se contractant (KUHL 1947 b). Leur rythme de contractilité a été mesuré (CROWELL & LYTLE 1955, valeurs plus faibles enregistrées par MATTHEWS 1966).

Des microfrustules globuleuses, capables de survivre pendant des périodes défavorables existent également mais ce n'est qu'en 1960 qu'on insiste vraiment sur leur existence (BUCHERT 1960). Toutes ces observations furent confirmées par DENNERT (1964) qui insiste notamment sur les phases durables (= « Dauerspore »).

Le bourgeonnement, avec ses diverses modalités, fut bien décrit par DEJDAR (1934). Comme il connaissait également les modalités précédentes de la reproduction asexuée, on pourrait croire que le problème de *Craspedacusta sowerbii* était définitivement résolu avec cette monographie. Pourtant plusieurs informations fondamentales devaient encore être faites (cf. § 4).

DEJDAR fut également le premier à réussir à obtenir en élevage le stade sexué.

2. LE NOMBRE D'ESPÈCES DE *Craspedacusta* ET LA POSITION TAXONOMIQUE.

L'un des objectifs de DEJDAR (1934) était la révision nomenclaturale et taxonomique du genre *Craspedacusta*. Il mit tous les taxons décrits en synonymie, opinion qui n'est plus admise actuellement.

En 1907, OKA avait décrit de Chine *Craspedacusta kawaii*. C'était, rappelons-le, la première fois qu'une méduse d'eau douce était observée dans un biotope naturel. Plus tard il en fit une simple variété de *sowerbii* (OKA & HARA 1922). En 1939, GAW & KUNG (1939 a, b, c) décrivent deux nouvelles méduses d'eau douce de Chine. L'une est *Craspedacusta sowerbii* var. *kiatingri*, très proche du taxon précédent, l'autre est une nouvelle espèce, appelée *Craspedacusta sinensis*.

KRAMP (1950) examina ces trois taxons en les comparant à *Craspedacusta sowerbii* d'Europe et d'Amérique du Nord. Les critères utilisés étaient, ce qui est normal pour l'époque, exclusivement morphologiques : dimensions des méduses, nombre maximal des tentacules, rapport entre le nombre de tentacules et le diamètre de la méduse, couleur des gonades, différence entre le diamètre de la méduse ouverte et celui de la méduse fermée, présence ou non de tentacules perradiaux, position des nématocytes et des papilles qui les portent. Il reconnaît la validité de *Craspedacusta sinensis*, considère que la variété *kawaii* ne serait qu'un accommodat et admet provisoirement la variété *kiatingi*, réservant son opinion car on ne disposait d'aucune description de la disposition des nématocytes chez ce taxon.

En 1922, OKA avait décrit une autre méduse, du Japon cette fois, sous le nom de *Limnocodium iseanum* (actuellement *Craspedacusta iseana*). La station où fut découverte cette nouvelle espèce est malheureusement détruite et il n'existe que trois pièces en collection. DEJDAR (1934) avait considéré qu'il s'agissait également de *Craspedacusta sowerbii*, mais KOMAI réexamina un des échantillons en 1947 et considéra l'espèce comme valable. Plusieurs caractères la différencient nettement par rapport à *Craspedacusta sowerbii* (UCHIDA 1951, surtout 1955, UCHIDA & KIMURA 1933). Relevons tout particulièrement la présence de statocystes sphériques, caractère qu'on retrouve chez les *Limnocnida*. C'est cette particularité, ainsi que les ressemblances fondamentales des cycles de *Craspedacusta* et de *Limnocnida* qui amena BOUILLON (1958) à réunir les deux genres dans une même famille, alors que KRAMP (1938 a, b, 1939, 1950, 1959) les classait dans deux familles distinctes.

En 1959, SHIEH & WANG décrivent *Craspedacusta kuoi* de Formose mais leur publication est entachée de graves erreurs. Dans leur clef, on fait encore mention de *Cr. marginata*, alors que l'on sait depuis 1941 que ce taxon n'existe pas (cf. ci-après). Fort curieusement la nouvelle espèce est décrite à la fois au niveau spécifique et au rang de variété de *Cr. sowerbii* ! La différence par rapport à *Cr. sowerbii* repose uniquement sur la répartition des nématocytes.

Une nouvelle espèce a encore été décrite en 1971 d'une lagune salée du sud de l'île Sakhaline : *Craspedacusta vovasi* (NAUMOV & STEPANIANTS 1971).

On connaît donc actuellement quatre espèces de *Craspedacusta* : *sowerbii* (avec peut-être des variétés ?), *iseana* (non retrouvé et devant donc être provisoirement considéré comme éteint), *sinensis* et *vovasi*. Dans l'état actuel de nos connaissances, il semble que seule la première espèce soit en voie de devenir subcosmopolite. Le fait est-il dû à une plus grande plasticité écologique de *Cr. sowerbii*, ou bien est-il lié à l'existence de « disséminules » particulières qui seraient propres à cette espèce, ou bien encore serait-ce par simple phorésie et

fortuitement qu'elle aurait été dispersée dans le monde ? On l'ignore et de plus, on n'est pas certain que toutes les *Craspedacusta* trouvées dans les deux Amériques, en Europe, en Asie et en Océanie soient bien *Cr. sowerbii*. Dans plusieurs cas en effet, l'espèce n'a pas été déterminée ; dans d'autres cas, le nom de *Cr. sowerbii* est une pure présomption !

La position taxonomique reste controversée. Selon BOUILLON (1958), on peut retenir trois sous-ordres : 1. les Anthoméduses, 2. les Limnoméduses, 3. les Trachyméduses. C'est dans le deuxième qu'il range les *Moerisiidae* et les *Olindiidae*, les premiers exclusivement liés à l'eau saumâtre, les deuxièmes regroupant des méduses marines, saumâtres et dulcaquicoles. Cette conception est adoptée par REISINGER (1972) dans un travail qui constitue, à notre connaissance, la meilleure synthèse récente sur la biologie de *Craspedacusta sowerbii*.

C'est par contre un système fort différent qu'il faut suivre par exemple dans le Zoological Record, où ces organismes sont encore rangés dans le sous-ordre des Trachyméduses, qui appartient à l'ordre des *Trachylina*, alors que le sous-ordre des Limnoméduses reste classé dans l'ordre des *Hydroidea*.

Il n'est pas opportun d'entrer ici dans le détail de la discussion relative à la position taxonomique de ces méduses ; elle est longuement explicitée dans les travaux suivants : PAYNE (1926), KRAMP (1950), REISINGER (1972).

3. LA PATRIE D'ORIGINE DE *Craspedacusta sowerbii*.

Découverte dans des bassins à *Victoria regia*, à Londres en 1880, à Sheffield en 1893, à Lyon en 1891, on avait à l'époque avancé l'hypothèse que cette méduse provenait d'Amérique du Sud. Les découvertes ultérieures de méduses dans des bassins ou des aquariums contenant des *Nymphaeaceae* tropicales, *Eichornia crassipes* ou d'autres plantes aquatiques tropicales semblèrent venir renforcer cette opinion qui fut colportée un très grand nombre de fois. Pourtant elle doit être aujourd'hui refusée.

Voici la liste des observations de *Craspedacusta sowerbii* faites en Amérique du Sud et en Amérique centrale que nous avons pu rassembler d'après les données de la littérature :

- Panama : zone du canal, Lac Gatun près de Barro Colorado Island, méduses (SMITH 1925) ;
- Brésil : Porto Alegre, au Rio Grande do Sul, en aquarium, polypes et jeunes méduses (GLIESCH 1930) ; à la cité universitaire de São Paulo (FROEHLICH 1963) ; dans la province de Rio de Janeiro (SAWAYA 1957) ; dans des réservoirs cimentés à 25 km de Belo Horizonte (MARTINS 1941) et plus tard encore dans la province de Minas Geraes (BANDEIRO DE MELLO & al. 1975) ;
- Argentine : lac artificiel du parc de la ville de Mendoza, méduses (RINGUELET 1950, VANNUCCI & TUNDISI 1962) ;
- Chili : « Tranque Marga-Marga » près de Quilpué, à 40 km du littoral, province de Valparaiso, méduses (PORTER & SCHMITT 1942) ; au Lac San Pedro, près de Concepción (QUEZADA 1969) ;
- Uruguay : bassins artificiels de la ville de Artigas et de celle de Durazno, méduses (GARZON & CARBONELL 1971).

Il s'agit le plus souvent de sites artificiels et toutes les observations sont récentes. Jamais on n'a fait état de populations stables, ni où les deux sexes étaient représentés.

La littérature colporte souvent le fait que cette méduse aurait été observée aux Pays-Bas et figurée dès 1762 ! Cette donnée se retrouve par exemple chez

ZAVADSKY (1948), KRAMP (1950), RAMMNER (1953), SHIEH & WANG (1959), BUCHERT (1960), STADEL (1961) et ARVY (1972) ! La source de cette information se trouve dans trois publications de HUMMELINCK (1936, 1938 et 1939). En fait, HUMMELINCK s'est rétracté plus tard (1941), en reconnaissant qu'il s'agissait plus vraisemblablement d'une méduse d'eau saumâtre du genre *Maeotias*. La figure publiée ne représentait pas *Craspedacusta* et les dimensions étaient deux fois trop élevées au moins.

L'hypothèse de l'indigénat de *Craspedacusta sowerbii* dans le fleuve Yang Tseu Kiang, en Chine, est, elle, étayée par de nombreux arguments : les stations seraient nombreuses et échelonnées sur environ 2 000 km le long du fleuve et de ses affluents principaux ; l'espèce y est extrêmement abondante ; les deux sexes sont représentés ; l'espèce y est connue depuis 1250 ; il existe des noms vernaculaires pour la désigner ; le régime du fleuve est conforme aux exigences écologiques de l'espèce.

La littérature scientifique chinoise étant difficilement accessible, c'est aux notes de DE SOWERBY (1940), de KRAMP (1950), de STADEL (1961) qu'on se référera. On y trouvera la synthèse de la vingtaine de notes qui concernent la présence de *Craspedacusta sowerbii* en Chine.

Aucune des autres observations faites dans le monde ne présente un tel ensemble de particularités.

Actuellement, *Craspedacusta sowerbii* est connu des pays suivants en Europe : Autriche, Belgique, Grande-Bretagne, Tchécoslovaquie, Danemark, France, Allemagne (E. et W.), Suisse, Pays-Bas, Hongrie, Italie (y compris Sardaigne), Pologne, Roumanie, Russie, Suède, Turquie (liste des stations et cartes : PARENT 1981).

Pour l'Amérique du Nord, on dispose d'environ 65 notes et l'on se référera à la synthèse de STADEL (1961), les données ultérieures de la littérature étant les suivantes : pour la Californie, ARNOLD (1968) dresse l'inventaire des dix stations connues ; pour le Michigan, BUSHNELL & PORTER (1967) retracent l'historique complet des découvertes et dressent la liste des stations, en soulignant le caractère commun de l'espèce et le fait qu'elle y soit observée toujours dans des sites naturels (voir aussi PAYNE 1960, STOUTMIRE 1963 et SMRCHEK 1970) ; pour le Nevada, DEACON & HASKETT (1967) étudient l'écologie de l'espèce dans le Lac Mead ; KYNARD et TASCH (1974) signalent l'espèce dans le Lac Patagonia, dans le sud de l'Arizona ; HUBSCHMAN et KISHLER (1972) la citent pour la partie occidentale du Lac Erie ; LYTLE (1962) donne l'aire dans la partie SW des U.S.A.

Des cartes globales à l'échelle des U.S.A. furent dressées par LYTLE (1960), par HUBSHMAN & KISHLER (1972). Les données relatives au Canada semblent toutes figurer dans STADEL (1961).

En Inde, toutes les observations anciennes semblent bien se rapporter à *Limnocnida indica* (cf. notamment la synthèse de RAO en 1933) ou exceptionnellement à *Moerisia gangetica*, qui est une espèce d'estuaire. Toutefois, *Craspedacusta sowerbii* fut découverte dans ce pays en 1962, dans un aquarium de l'Université de Paona. L'observation avait été faite à la mi-juillet, alors que les *Limnocnida* s'observent toujours de février à mai (JOSHI & TONAPI 1965).

Au Japon, nous avons signalé plus haut la présence de *Craspedacusta iseana* (OKA 1922, OKA & HARA 1922). KOMAI (1947) montra que *Craspedacusta sowerbii* était également présent dans un réservoir, sous la forme de la méduse et du polype et des méduses furent également trouvées dans la rivière Tama près de Tokyo en 1946. AMENYIA (1930) avait trouvé dans un aquarium de son laboratoire en 1928 et 1929 le polype sur des plantes aquatiques. UCHIDA (1955)

énumère neuf stations de *Craspedacusta sowerbii* : il s'agit soit de sites artificiels, soit de sites naturels.

En U.R.S.S., outre la découverte récente d'une nouvelle espèce dans l'île de Sakhaline (NAUMOV & STEPANIANTS 1971), *Craspedacusta sowerbii* est connu de Taschkent, dans l'aquarium de l'Université, sous la forme de polype et de méduse, en 1938 et 1940 (ZAWADSKY 1948), de Géorgie : Lac Karaja près de Tbilisi et rivière Kuri, date inconnue, méduse (NAUMOV 1960), d'Alt-Buchara en 1925, 1927, 1930, dans un bassin artificiel de l'Institut des maladies tropicales de l'Usbekistan, jeunes méduses et adultes en 1930 (TSCHERNOWSKIJ 1933), et d'un lac de barrage sur l'Ytchinsk (ZENKEWITCH & SOKOLOWA 1956).

A Formose, la méduse trouvée dans un bassin artificiel de l'Université de Taïpei en 1959 (SHIEH & WANG 1959) et considérée comme espèce nouvelle, paraît bien se rapporter à *Cr. sowerbii*.

Aux Philippines, l'espèce fut trouvée en 1935 à Manille, dans une pisciculture ; il s'agissait de méduses mâles (ROXAS 1936).

Pour l'Océanie, nous avons relevé les données suivantes : en Australie, dans l'état de Victoria, en aquarium, larves (LING & DUGGAN 1962) ; dans l'état du Queensland, notamment au barrage de Borumba (MIDGLEY & TIMMS 1969), cf. aussi GREENWOOD (1966) ; connu en outre d'Adélaïde, méduses, en 1950 (THOMAS 1951, SOUTHCOFF 1958) et de Sidney, méduses (MCNEILL 1954) ; en Nouvelle-Zélande, dans l'île septentrionale, au Lac Maraetai, en 1970, méduses mâles, revues en 1973 et 1974 (FISCH 1971), puis au Lac Rotoiti, à 65 km à l'ouest du site précédent, en 1975, méduses mâles (FISCH 1975) ; à Hawaï, dans l'île Maui, à Maliko Gulch, à 12 km de la mer et à 500-700 m d'alt., méduses, en 1938 et 1939 (EDMONDSON 1940) ; puis en 1960 dans des aquariums avec des Guppys (= *Lebistes reticulatus*), méduses et polypes, y compris le type B ou *Calpasoma dactyloptera* (cf. ci-après) (MATTHEWS 1963 et 1966) ; dans l'île Guam : BELK & HORTALING (1971).

Dans l'état actuel de nos connaissances, l'hypothèse d'une origine chinoise, confinée au bassin du fleuve Yang-Tseu-Kiang, reste donc la plus vraisemblable et l'on peut considérer la tendance actuelle au subcosmopolitisme de *Craspedacusta sowerbii* comme un phénomène de naturalisation en cours de réalisation.

4. LE PROBLÈME DE *Calpasoma dactyloptera* ET LE CYCLE BIOLOGIQUE DE *Craspedacusta sowerbii*.

En 1939 FUHRMANN (1939 a, b) découvre dans l'aquarium du laboratoire de zoologie de l'Université de Neuchâtel, en Suisse, sur des *Myriophyllum*, un polypier non décrit, qui était associé à celui de *Craspedacusta sowerbii*. Il considéra qu'il s'agissait d'un nouveau genre de polype, dont la position systématique restait énigmatique. Il pensait que ce polype pouvait également engendrer des méduses.

Ce n'est qu'en 1960 que la question fut réétudiée en Hongrie, par BUCHERT qui considérait que FUHRMANN avait observé, côte à côte, deux formes de polypes qui relevaient toutes deux de *Craspedacusta sowerbii*. Il appelle type A la forme fréquemment observée et qui avait été baptisée initialement *Microhydra ryderi* et Type B le *Calpasoma* de FUHRMANN. Il étudie la reproduction végétative des deux types ; la constriction est observée uniquement dans le type A, la production de frustules existe chez les deux types, mais il constate déjà que les frustules produites par le type B n'engendrent que des polypes de type B. Par contre, il affirme avoir observé le passage d'un polype de type A au type B.

C'est cette dernière observation qui sera contestée; on peut effectivement faire à BUCHERT le reproche de ne pas avoir isolé des cultures des deux types.

MATTHEWS, qui avait redécouvert *Craspedacusta sowerbii* aux îles Hawaï (1963), découvrit également le type B de BUCHERT ou *Calpasoma*. Il constata qu'un même plant d'*Elodea canadensis* pouvait porter les polypes des deux types (fig. 8 in MATTHEWS 1966). Comme BUCHERT (1960), il n'arrive pas non plus à induire la production de méduses chez *Calpasoma*. Il découvre aussi que la production des frustules est un peu différente chez les deux types de polypes: elle est exclusivement basilaire chez les polypes dépourvus de tentacules, mais elle se produit n'importe où chez le type *Calpasoma*; les frustules ont de plus des dimensions différentes selon les types de polypes qui les engendrent. Dans les cultures pures que réalise MATTHEWS, les frustules redonnent toujours le type de polype dont elles sont issues, même si on les fragmente. Cette particularité est confirmée à l'aide de traceurs radioactifs, en l'occurrence Zn 65; des polypes sans tentacules irradiés produisent des frustules d'où naissent des polypes de même type et qui seront les seuls à être radioactifs. MATTHEWS se sent dès lors autorisé à conserver le nom de *Calpasoma dactyloptera* considéré comme une entité taxonomique distincte de *Craspedacusta sowerbii*.

Calpasoma dactyloptera avait aussi été découvert dans l'état d'Indiana, aux U.S.A. (LYTLE 1960), en Israël (RAHAT 1961) et à São Paulo (FROEHLICH 1963).

Une thèse lui fut consacrée en 1963 par SPIRA (en hébreux; résumé anglais dans SPIRA 1964). Elle établit que les nématocytes sont différents: bien qu'ils appartiennent à la même catégorie (hétérotriches monobasiques eurytèles: WERNER 1965), ceux de *Craspedacusta* sont deux fois plus grands que chez *Calpasoma*, dont entre temps, deux formes avaient été décrites, ayant des nématocytes voisins. Des différences histologiques sont également notées dans le gastroderme et au niveau de l'ectoderme des tentacules.

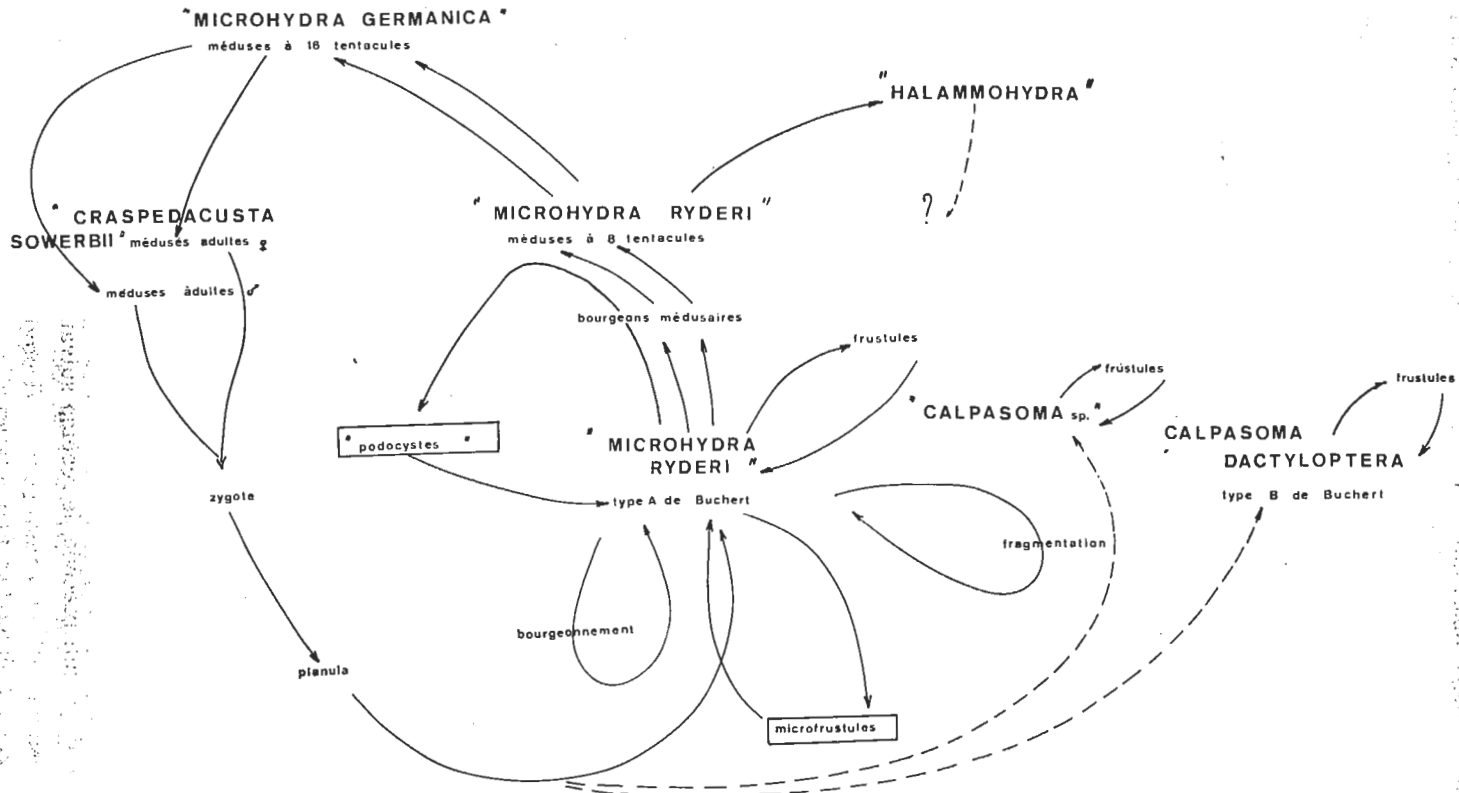
L'un des faits les plus remarquables était l'existence d'un polype intermédiaire entre le type A et B, mais plus proche de *Calpasoma*. Des cultures pures confirment que chaque souche n'engendre jamais que son propre type. RAHAT & CAMPBELL (1974) conclurent prudemment: « hence [they] represent at least metastable forms, if not distinct species ». L'ultrastructure des nématocytes renforce l'opinion de ces auteurs que *Calpasoma* serait une bonne espèce (CAMPBELL & RAHAT 1975).

Avant de pouvoir tenter un schéma synthétique provisoire du cycle biologique probable de « *Craspedacusta* », il nous reste à mentionner quelques autres observations.

En 1957, REISINGER décrit encore une autre forme mais qui n'est pas comparable à *Calpasoma*, car la structure des tentacules est différente. C'est une forme dégénérée de méduse, qui dériverait de jeunes méduses (au stade « *Microhydra germanica* »). Cette régression morphologique pourrait être induite par un brusque refroidissement et la forme curieuse qui en résulte fut appelée stade « *Halammohydra* ».

En 1960, KUHLE décrit une méduse à 14-16 tentacules de *Craspedacusta* qui, en 24 heures, se transforme en frustule. L'interprétation de cette régression reste controversée et l'on se demande si cette fois, ce n'était pas un stade *Calpasoma* auquel on avait affaire.

A la lumière de ce qui précède, le schéma suivant peut être provisoirement proposé.



- - - - - hypothétique
 [] formes durables

5. LES MODALITÉS DE LA DISSÉMINATION.

D'innombrables auteurs se sont préoccupés du problème du mode d'apparition de *Craspedacusta sowerbii* dans des sites où ils venaient d'être découverts : les réponses sont fort variées et, dans tous les cas, elles ne constituent que de pures présomptions. Le problème est généralement mal posé et très peu d'auteurs ont clairement dissocié les deux questions qui se posent : 1. Quelle est la propagule (ou les propagules) responsable (s) de la dissémination de l'organisme ? ; 2. Quels sont les agents qui participent à celle-ci ?

A la première question on a apporté plusieurs réponses :

a. On a affirmé que ce sont les polypes, vu leur petite taille, qui sont disséminés ; pourtant le fait ne semble jamais avoir été prouvé et ils ne sont pas capables de résister à la dessiccation (KUHLE 1947 a).

b. On a considéré que la dissémination était assurée passivement par les méduses, emportées par le courant. Une observation semble l'établir (HUBLE 1952). Le phénomène doit être rare et il ne peut se réaliser que pour autant qu'une communication existe entre les eaux stagnantes où vit la méduse et les eaux courantes du fleuve, ce qui est loin d'être général. Ce cas ne peut être que particulier et il est incapable de rendre compte de la présence de *Craspedacusta* dans des aquariums par exemple.

c. Le plus souvent, c'est aux frustules que l'on a songé. Il s'agit d'un organisme assurant plus la multiplication locale que la dissémination à distance, bien que celle-ci ne doive pas être écartée.

d. Les frustules globuleuses et de très petite taille (« Kügel-frusteln » des auteurs allemands) sont, elles, incontestablement des formes durables susceptibles d'une dissémination à distance et d'une résistance à des conditions défavorables (PAYNE 1924, PERSCH 1933, KUHLE 1947 b).

e. Enfin il faut faire état de l'existence de « podocystes ». Ils se forment à la base des polypes en train de produire des bourgeons médusaires et il est établi qu'ils sont doués d'une résistance élevée et remarquable, qui les rend particulièrement aptes à résister à la dessiccation (REISINGER 1957, 1972).

Mais la dissémination effective de ces propagules reste actuellement une pure présomption, car leur très petite taille rend leur observation difficile. La seule certitude, c'est que les types (d) et (e) qui viennent d'être cités paraissent être les formes les plus adaptées à la dessiccation, ce qui n'exclut pas qu'une dissémination à grande distance puisse malgré tout être effectuée par les types (b) et (c), dispersés à la faveur d'un support dont la nature fait, elle aussi, l'objet de spéculations.

Quelle réponse peut-on actuellement apporter à cette deuxième question ?

Une conviction tout d'abord : le nombre de cas où des *Craspedacusta sowerbii* furent trouvés dans des bassins et des aquariums contenant des plantes aquatiques d'origine exotique est beaucoup trop fréquent pour qu'il s'agisse d'une pure coïncidence, d'autant plus que ces plantes servent de support aux polypes des deux types.

Existe-t-il des plantes qui auraient véhiculé ces polypes plus spécialement que d'autres ? *Elodea canadensis* certainement : dans plusieurs cas, il fut le seul agent possible de la dissémination (cf. par exemple KIDD 1956, VAN SOMEREN 1933 avec ici peut-être aussi *Vallisneria spiralis*, LING & DUGGAN 1962, MATTHEWS 1963). En Europe l'aire de naturalisation de cette plante coïncide avec celle de *Craspedacusta sowerbii*, dont l'apparition se produit avec, en gros, un demi-siècle de retard sur la plante.

L'association de la méduse avec des *Nymphaeaceae* exotiques (*Nelumbo speciosa*, *Victoria regia*, *Nymphaea* spp.) est peut-être fortuite. En effet, il paraît beaucoup plus vraisemblable que c'est la température élevée de l'eau de ces bassins qui aura favorisé l'éclosion des bourgeons médusaires. A propos de l'influence de la température sur la production de bourgeons médusaires et sur l'optimum thermique présidant à l'apparition des méduses, voir notamment DEJDAR (1934), REISINGER (1934, 1957), LYTLE (1959), McCLARY (1959).

Par contre *Eichornia crassipes* n'est plus dans le même cas nécessairement, car souvent les introductions de cette plante se firent à partir des Etats-Unis, à une époque où *Craspedacusta sowerbii* y était déjà largement répandue. Certaines observations faites en Chine, en dehors du bassin du Yang Tseu, ont peut-être cette origine (DE SOWERBY 1940, HERKLOTS & CHEN 1940).

D'autres plantes sont également souvent citées : *Vallisneria spiralis*, *Potamogeton* spp., *Myriophyllum* spp., *Ceratopteris thalictroides* (fougère aquatique de la famille des Parkériacées), ainsi que des mousses comme *Fontinalis antipyretica* (cf. FAURÉ-FRÉMIET 1946 par exemple).

Dans certains cas, la présomption d'une dispersion par des plantes est très forte : AMENYIA (1930) découvre *Craspedacusta* dans ses aquariums au Japon peu après l'importation de plantes expédiées de San Francisco.

Le rôle des oiseaux d'eau est souvent mentionné dans la littérature, mais on n'a cependant jamais porté les suspicions sur une espèce déterminée. On cite pourtant assez souvent les canards (divers auteurs) et les mouettes (par exemple HEINRICHS 1958). Dans tous les cas, on considère qu'il s'agirait d'une exoornithochorie.

Le rôle des poissons reste controversé et il est en général refusé (DUNHAM 1943 par exemple). Cet avis réservé s'explique quand on sait que les nématocytes de *Craspedacusta* sont capables de tuer des poissons d'aquarium (CLEGG 1957, KRAMP 1937, MATTHEWS 1963, ØLSEN 1935, SCHNEIDER 1967, SCHMITT 1939, TETON 1979 par exemple). Il convient toutefois de citer l'observation de MARTINS (1941) au Brésil qui observe l'apparition des méduses peu après que des truites et des « black-bass » (*Micropterus salmoides*) furent introduits de France. TATTERSALL (1933) avait également fait le rapprochement entre l'apparition de la méduse et l'introduction de poissons et de mollusques.

D'autres coïncidences ont été relevées. Au Japon, UCHIDA (1955) croit que l'arrivée des méduses est liée aux mouvements des troupes américaines. En Allemagne occidentale, à Cologne, REISINGER (1934) trouve les polypes associés à une planaire nord-américaine, abondante ici, *Euplanaria maculata* (= *Dugesia tigrina*).

On peut donc constater que les deux problèmes ont reçu jusqu'ici des réponses fragmentaires et que la part de présomption reste prépondérante. Une autre question leur est liée : en admettant que tous les individus de *Craspedacusta* observés dans le monde, dans quatre continents sur cinq (aucune donnée pour l'Afrique actuellement) aient été bien déterminés et qu'ils relèvent tous de *Cr. sowerbii*, à quoi tient le pouvoir colonisateur de cette espèce, qui ne serait donc apparemment pas partagé par les autres espèces du genre ? Ici aussi les réponses proposées furent très différentes :

a. Cela serait dû à l'éclectisme alimentaire de cette espèce, qui lui permet de survivre dans des régions très diverses (synthèse dans STADEL 1961 : 179).

b. Ce serait lié, d'une manière plus générale, à la plasticité écologique de *Craspedacusta sowerbii* qui est une espèce eurytopique (LYTLE 1960).

c. *Craspedacusta sowerbii* est peut-être une espèce polymorphe comportant des races physiologiques dont certaines ont réussi à se disséminer dans le monde (LYTLE 1960).

d. *Craspedacusta sowerbii* n'est-il pas tout simplement pourvu de disséminules particulièrement résistantes à la dissémination qui lui permirent de se disperser plus facilement que les autres espèces du genre ?

e. Il n'existe peut-être aucune adaptation particulière chez cette espèce et c'est de manière fortuite qu'elle fut dispersée dans le monde, à la faveur de la dissémination d'un support. La corrélation entre l'aire de *Craspedacusta sowerbii* et celle d'*Elodea canadensis* est évidemment fort troublante.

Le succès de la dispersion de cette méduse repose-t-il sur un déterminisme morphologique, physiologique ou écologique, ou bien est-elle fortuite ? A l'heure actuelle, il paraît plus prudent de dire qu'on n'en sait rien !

6. LE PROBLÈME DE L'UNISEXUALITÉ DES COLONIES DE MÉDUSES.

A part le Yang Tseu Kiang, où l'on trouve des populations bisexuées, il n'y a eu jusqu'ici que deux cas, tous deux en Amérique du Nord, où l'on ait constaté la présence de méduses mâles et de méduses femelles (PAYNE 1925, RICE 1958). Dans tous les autres cas, les populations étaient d'un seul sexe, sans qu'il y ait apparemment de règle quant à la répartition ou quant au mode d'apparition de ces populations unisexuées. Plusieurs hypothèses furent avancées pour rendre compte de ce fait :

a. On a pensé que le déterminisme du sexe était de nature exogène (PÉLOSSE 1919, WEILL 1949), mais aucun facteur extrinsèque n'a jamais été proposé et ceci serait en contradiction avec le déterminisme génétique, le mâle étant hétérogamétique (REISINGER 1972).

b. PÉLOSSE et WEILL avaient également pensé qu'on avait affaire à un cas d'hermaphrodisme successif, à caractère saisonnier. Rien ne confirme une telle hypothèse. Il n'existe qu'un seul cas, en France dans le Dropt, où la population était exclusivement femelle au moment de sa découverte (FEYTAUD & CADENAT 1930), alors qu'on ne trouva plus tard que des mâles (WEILL 1949). L'examen du matériel récolté la première fois, pour autant qu'il existe, serait indispensable.

L'examen des dates d'observation de *Craspedacusta sowerbii* dans le monde n'étaye pas cette hypothèse. En outre, le sexe est indépendant de la taille (WEILL 1949).

c. Il faut donc bien se rabattre sur l'hypothèse d'un déterminisme endogène et admettre que ce serait la « disséminule » qui a engendré les méduses qui porterait l'information relative au sexe. On a songé soit au polype lui-même, soit aux frustules. La seule réponse pertinente consisterait à étudier les chromosomes de frustules en culture pure. WHITE (1930) avait observé douze chromosomes à chaque pôle du fuseau de l'anaphase au stade des spermatocytes de premier ordre, mais MATTHEWS (1966) n'a pas réussi à mettre les chromosomes en évidence chez les frustules et des techniques éliminant au préalable le RNA cytoplasmique seront sans doute nécessaire pour résoudre le problème.

Le fait que des polypes seraient donc potentiellement soit mâles, soit femelles, reste donc à prouver. McCLARY (1959) qui avait spécialement étudié la production des bourgeons médusaires n'a malheureusement pas résolu ce problème. C'est cependant fort vraisemblable, quand on songe que les trois « formes » de polypes actuellement connues (*Microhydra ryderi*, *Calpasoma dictyoptera*, *Calpasoma* sp. de type intermédiaire) possèdent une information

qui préside à une morphogenèse particulière, sans qu'il y ait labilité d'un type à l'autre (cf. plus haut, le § 4).

Par contre on ne peut s'empêcher de confronter une telle conclusion avec les thèses défendues par BRIEN (1953, 1966 ; BRIEN & RENIERS 1955) d'une différenciation tardive des cellules germinales et de l'absence d'une réserve embryonnaire préétablie chez certains hydraires. Or cette théorie fut confirmée chez *Limnocrnida tanganyicae* par BOUILLON : « Les éléments embryonnaires se différencient au fur et à mesure que les besoins se font sentir que ce soit pour la croissance, le bourgeonnement ou la gamétogenèse et se constituent de novo à chaque ontogenèse » (1958 : 382-383).

Nous voici donc, une nouvelle fois, en présence d'une controverse absolument fondamentale pour la biologie !

d. La production d'une sorte de frustule par les méduses elles-mêmes (KUHLE 1960) fut contestée (RABAT & CAMPBELL 1974). La question vaudrait pourtant incontestablement la peine d'être réétudiée car s'il était établi que ces frustules constituaient des formes de résistance, elles pourraient à la fois rendre compte du caractère unisexué des colonies de méduses, de leur dissémination à distance et de l'existence de populations de méduses où le polype manque vraiment (fait difficile à établir évidemment de manière incontestable en raison de la petite taille des polypes). L'information relative au sexe ne devrait plus, dans ce cas, être imputée au polype ni aux frustules qu'il engendre.

Cette hypothèse n'a jamais été avancée à notre connaissance. Elle est dans l'ordre des possibilités morphogénétiques propres à la famille des *Olinidiidae* (sensu BOUILLON et REISINGER) puisque *Limnocrnida tanganyicae* présente un bourgeonnement médusaire au niveau du manubrium (BOUILLON 1958). C'est, à notre connaissance, actuellement la seule espèce où ce phénomène a été observé.

On voit tout l'intérêt de l'observation de KUHLE (1960) et l'opportunité qu'il y aurait à la confirmer.

7. L'ORIGINE LOINTAINE DE *Craspedacusta*.

En l'absence de fossiles, c'est uniquement sur des considérations taxonomiques et biogéographiques que l'on peut tenter d'apporter une réponse forcément hypothétique à l'origine lointaine de *Craspedacusta*.

Certains auteurs ont défendu l'opinion que les *Craspedacusta* sont des espèces qui dérivent d'une espèce ayant autrefois vécu en milieu marin et qu'elle se serait adaptée sur place progressivement à la disparition du sel. L'idée se trouve par exemple chez PAYNE (1926) qui dit que le Kentucky a été marin autrefois et que la méduse s'est adaptée progressivement à l'eau douce après la surrection de la région, coupée de la mer. ZENKEWITCH (1940) voit dans *Craspedacusta sowerbii* un organisme ayant occupé primitivement la Téthys et ses stations, non seulement dans le Sud de la Russie d'Asie, mais également en Chine, en Europe et en Amérique du Nord, dont les populations actuelles en seraient issues directement ! Le genre *Limnocrnida*, confiné en Afrique et dans l'Inde, en proviendrait également.

Ces opinions ne sont évidemment plus en accord avec ce que l'on sait actuellement de l'origine géographique restreinte de *Craspedacusta sowerbii*.

Une hypothèse comparable avait également été défendue par de nombreux auteurs (synthèse dans BOUILLON 1958) pour *Limnocrnida tanganyikae*. L'hypothèse d'une origine marine de la faune du Lac Tanganyika n'est plus admise actuellement (cf. POLL 1951). RAO (1933) croyait également que *Limnocrnida*

indica était une espèce d'origine marine dont l'adaptation à l'eau douce remontait à l'Eocène.

Pour d'autres auteurs, le passage du milieu marin au milieu d'eau douce ne remonterait pas au-delà du Tertiaire (par exemple ATWOOD & STEYERMARK 1937). Seuls des faits nouveaux pourraient contribuer à apporter une réponse à cette nouvelle question.

8. CONCLUSIONS.

8.1. Les problèmes fondamentaux de biologie soulevés par *Craspedacusta sowerbii* :

a. La question la plus importante est celle que pose l'existence des deux formes de *Calpasoma*, suffisamment différenciées morphologiquement et anatomiquement pour que plusieurs chercheurs aient dû convenir que ces formes répondaient au critère de l'espèce et méritaient donc de conserver une désignation binominale propre, alors qu'elles étaient cependant intimement liées à *Craspedacusta sowerbii*. Le concept de « formes métastables » qui fut proposé à cette occasion cache probablement une réalité biologique insoupçonnée.

b. Les potentialités morphogénétiques de *Craspedacusta sowerbii* sont stupéfiantes. A côté du cycle habituel (polype-bourgeon médusaire — méduses — planula — polype), on trouve plusieurs modalités de reproduction végétative qui semblent toutes posséder un déterminisme propre. Deux d'entre elles conduisent à la production de formes de résistance (microfrustules et podocystes).

Si les deux *Calpasoma* relevaient de la même « entité » biologique que *Craspedacusta sowerbii*, il y aurait chez ce « taxon » un polymorphisme au stade polypier vraiment étonnant, et sans qu'il y ait labilité d'un type morphologique à l'autre !

La possibilité pour la méduse de présenter un tel mode végétatif de reproduction reste encore controversée.

Des formes particulières peuvent naître dans certaines conditions de milieu ; c'est le cas du stade *Halammohydra* qui résulterait d'une involution morphologique.

Enfin le pouvoir de régénération de *Craspedacusta sowerbii* est également très élevé (PERSCH 1933, KUHL 1947 a).

c. Certaines de ces formes morphologiques ont sans doute une finalité écologique particulière ou même une signification évolutive.

d. Les problèmes du transfert de l'information biologique liée à la morphogénèse et à la sexualisation revêtent une signification toute spéciale. Ils sont en mesure d'apporter une réponse, au moins partielle, à la question fondamentale que l'on a coutume de désigner sous l'étiquette « indépendance du soma et du germen ».

8.2 Une page d'histoire des sciences contemporaines.

L'exemple des observations et des recherches consacrées à *Craspedacusta sowerbii* nous paraît refléter remarquablement bien un certain nombre de caractéristiques des recherches zoologiques contemporaines.

a. Nous avons relevé près de 400 notes consacrées à *Craspedacusta*, soit quatre notes par an environ ! Or cette bibliographie reste certainement incomplète pour les travaux publiés en U.R.S.S., en Europe de l'Est et en Chine, pour les publications les plus récentes auxquelles les « Abstracts » n'ont pas

encore fait écho et pour les notes publiées dans des périodiques à diffusion limitée (ou même dans des quotidiens !).

b. Ces notes peuvent être rangées en deux catégories : 1°) les contributions scientifiques qui ont réellement fait progresser notre connaissance de la biologie de ces organismes ; 2°) les notes signalant les découvertes occasionnelles, accompagnées parfois d'un essai de synthèse soit exclusivement chorologique, soit plus polyvalent.

Le clivage entre ces deux types de travaux est net. On peut estimer qu'il n'y a au grand maximum qu'un cinquième des travaux qui relèvent de la première catégorie.

c. Parmi ces notes appartenant à la première catégorie, on rencontre parfois des hypothèses gratuites. La part de spéculation dans l'édification des théories reste stupéfiante, alors qu'elle ne devrait servir qu'à induire des observations cruciales en posant clairement les problèmes.

Par contre, dans les publications de la deuxième catégorie, combien de textes « pénibles » à lire par suite des lacunes des informations : a-t-on vu des méduses ou des larves ; quel était le sexe des méduses, leurs dimensions, leur abondance ; à quelle époque de l'année ou dans quelles conditions climatiques particulières a-t-on observé ces organismes ; à quelle profondeur ; quel était le pH de l'eau, ses caractéristiques physico-chimiques principales, sa composition planctonique ?

Combien de notes dépourvues de toute bibliographie (même lorsqu'il y a plagiat évident !), situation parfois inéluctable quand on considère l'extraordinaire dénuement de nombreuses bibliothèques de sociétés d'histoire naturelle régionales, ou l'inaccessibilité de certaines publications, même à l'échelon national parfois !

d. Les pages précédentes montrent clairement le caractère fortuit de la plupart des « découvertes » de *Craspedacusta sowerbii*.

Il est paradoxal de constater que les travaux de prospection systématique sur le terrain restent exceptionnels, alors qu'il est prouvé que des prospections systématiques sont fructueuses et que le portrait-robot de l'écologie de *Craspedacusta sowerbii* permet de limiter utilement les prospections dans l'espace et dans le temps (PARENT 1981).

e. Des conceptions erronées continuent à être colportées longtemps après qu'elles furent corrigées. Nous en avons donné des exemples à propos de la taxonomie (nombre d'espèces, synonymie, classement systématique), de l'origine de cette espèce (hypothèse d'une provenance sud-américaine, existence de l'espèce en Europe dès le XVIII^e siècle, origine très ancienne dans la Tethys), des modalités de la dissémination (imprécisions des désignations relatives aux divers frustules par exemple), etc...

f. La réponse à chacune des questions posées dans les pages précédentes requiert des techniques élaborées ; cultures pures, emploi de traceurs radioactifs, techniques histologiques et cytologiques poussées.

Plusieurs questions exigent une collaboration interdisciplinaire : botanique (chronologie de l'extension d'*Elodea canadensis*, identification des plantes support des polypes et du phytoplancton), ornithologique (rôle des oiseaux dans la dissémination), ichtyologiques (idem pour les poissons), limnologiques (phyto- et zooplancton, physicochimie des biotopes), etc...

Le naturaliste isolé n'en conserve pourtant pas moins son rôle. Sans lui, d'innombrables observations auraient été perdues. Plus que jamais, les sociétés locales d'histoire naturelle doivent continuer à assumer leur fonction primor-

diale : servir de boîte aux lettres aux observations occasionnelles des naturalistes de terrain.

En plein xx^e siècle, la science zoologique reste donc artisanale à bien des égards. Il revient à chacun de savoir s'il faut vraiment le déplorer ou si ce n'est pas précisément là que réside son charme, dont les chercheurs du xxi^e siècle auront peut-être la nostalgie !

G. H. PARENT.

Rue des Blindés, 37 B 6700 Arlon (Belgique).

9. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- ANONYME, 1947. — Opinions and Declarations, *Intern. Comm. Zool. Nomencl.*, 1 (24) : 245-247.
- ALLMAN G. J., 1880. — *Nature*, London, 22 : 178-179 (24.VI.).
- AMENYIA I., 1930 : *Jap. Jour. Zool.*, 3 (Abstract p. (3), d'après *Rigakukai*, 27 (12) : 7-8, 1929 en japonais).
- ARNOLD J. R., 1968 : *Wasmann Jour. Biol.*, 26 (2) : 255-261.
- ARVY L., 1972 : *Ann. Sci. Nat. (Zool., Biol. Anim.)* (12), 14 (2) : 131-146.
- ATWOOD E. L. & STEYERMARK J. A., 1937 : *Amer. Nat.*, 71 (734) : 280.
- BANDEIRA de MELLO M. L. I., MELUCCI CAVENAGHI T. M. C. & RESENDE E. S., 1975. — *Ciências Cult.*, São Paulo, 23 (suppl.) : 265. (Inon vul.).
- BELK D. & HOTALING D., 1971. — *Micronesia*, 7 : 229-230.
- BOUILLON J., 1958. — *Ann. Soc. Roy. Zool. Belg.*, 87 (2) (1956-1957) : 253-500.
- BOULENGER Ch. & FLOWER W. U., 1928 : *Proc. Zool. Soc.*, London, 61 : 1005-1015.
- BOURNE A. G., 1884 a. — *Nature*, London, 31 (788) : 107 (4.XII.).
- BOURNE A. G., 1884 b. — *Proc. Roy. Soc.*, London, 38 : 9-14.
- BRIEN P., 1953. — *Biol. Rev.*, 28 : 308-349.
- BRIEN P., 1966. — Biologie de la reproduction animale. Paris, Masson.
- BRIEN P. & RENIERS M., 1955. — *Bull. Biol. Fr. Belg.*, 89 : 258-325.
- BUCHERT A., 1960. — *Acta Zool. Hung.*, 6 (1-2) : 29-55.
- BUSHNELL J. H. & PORTER T. W., 1967. — *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 86 : 22-27.
- CAMPBELL R. D. & RAHAT M., 1975. — *Cell Tissue Res.*, 159 (4) : 445-457.
- CLEGG J., 1957. — *Water Life*, June-July 1957 : 117-118.
- CROWELL S. & LYTLE C. F., 1955. — *Proc. Indiana Acad. Sci.*, 64 (1954) : 255.
- DEACON J. E. & HASKETT W. L., 1967. — *Amer. Midl. Nat.*, 78 : 155-166.
- DEJDAR E., 1934. — *Zeitschr. Morphol. Oekol. Tiere*, 28 : 595-691.
- DENNERT G., 1964. — *Decheniana*, 116 (1-2) : 93-97.
- DUNHAM D. W., 1943. — *Abstr. Doctors Diss. Ohio State Univ.*, 36 : 57-62 (d'après la thèse de 1941).
- EDMONDSON C. H., 1940. — *Science*, 91 (2361) : 313-314.
- FAURÉ-FRÉMIET E., 1946. — *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 70 (3) (1945) : 121-123.
- FEUGA R. & KIEFFER P., 1981. — *Soc. Hist. Nat. Moselle*, 43^e cahier : en attente d'impression.
- FEYTAUD J. & CADENAT J., 1930. — *Rev. Zool. Agric.*, 29 (1930) (8-10) : 45.
- FISCH G. R., 1971. — *N. Zeal. Jour. Mar. Freshw. Res.*, 5 : 66-69.
- FISCH G. R., 1975. — *N. Zeal. Jour. Mar. Freshw. Res.*, 9 (4) : 573-574.
- FOWLER G. H., 1890. — *Quart. Jour. Microsc. Sci.*, London, 30 (n. s.) (120) : 507-514.
- FROELICH C. G., 1963. — *An. Acad. Bras. Cienc.*, 35 (3) : 421-422.
- FUHRMANN O., 1939 a. — *Rev. Suisse Zool.*, 46 : 363-368.
- FUHRMANN O., 1939 b. — *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.*, 64 : 95-96.
- GARMAN H., 1916. — *Science*, 44 (1146) : 858-860.
- GARZON F. M. & CARBONELL C. S., 1971. — *Bol. Soc. Zool. Uruguay*, 1 : 10.
- GAW H. Z. & KUNG L. H., 1939 a. — *Sci. Rep. Nat. Wuhan Univ. (Biol. Sci.)*, 1 : 1-12.
- GAW H. Z. & KUNG L. H., 1939 b. — *Sci. Rep. Nat. Wuhan Univ. (Biol. Sci.)*, 3 : 1-6.
- GAW H. Z. & KUNG L. H., 1939 c. — *Science*, 90 (2335) : 299.
- GLIESCH R., 1930. — *Egatea*, 15 : 145-148.
- GOETTE A., 1909. — *Mitt. Philom. Ges. Els. - Lothr.*, 4 : 35-43 (1908).
- GOETTE A., 1920. — *Zool. Anz.*, 51 (3) : I. Wiss. Mitt., 3 : 71-77.
- GREENWOOD J. G., 1966. — *Proc. Roy. Soc. Queensland*, 77 : 67-71.
- GÜNTHER R. T., 1893. — *Ann. Mag. Nat. Hist.*, (6), 11 : 269-275.
- HEINRICHS P., 1958. — *Natur Heimat*, 18 (3) : 65-68.
- HERKLOTS G. A. C. & CHEN H. T., 1940. — *Hong Kong Natur.*, 10 (1) : 70-71.
- HUBL H., 1952. — *Mikrokosmos*, 41 (8) : 182-184.
- HUBSHMAN J. H. & KISHLER W. J., 1972. — *Ohio Jour. Sci.*, 72 (6) : 318-321.

- HUMMELINCK P. W., 1936. — *Natura* (Breda), 35 (12) : 308-316.
- HUMMELINCK P. W., 1938. — *Zool. Anz.*, 124 (11-12) : 333-336.
- HUMMELINCK P. W., 1939. — *Handel. Hydrobiol. Club*, Amsterdam, 1 (2) : 11-13 (1938).
- HUMMELINCK P. W., 1941. — *Zool. Anz.*, 136 (1-2) : 9-17.
- JOSHI M. V. & TONAPI G. T., 1965. — *Curr. Sci.*, 34 : 665-666.
- KIDD L. N., 1956. — *Naturalist*, Leeds, 859 (oct.-déc. 1956) : 139-140.
- KOMAI T., 1947. — *Seibutsu*, 2 (1) : 15-17.
- KRAMP P. L., 1937. — *Danm. Fauna*, 43 : 1-223.
- KRAMP P. L., 1938 a. — *Zool. Anz.*, 122 : 103-108.
- KRAMP P. L., 1938 b. — *Arb. Biol. Meeressta. Varna*, 7 : 45-68.
- KRAMP P. L., 1939. — *Vidensk. Medd. Dansk Naturh. Foren.*, 103 : 503-510.
- KRAMP P. L., 1950. — *Proc. Zool. Soc.*, London, 120 (1) : 165-184.
- KRAMP P. L., 1959. — *Danm. Rep.*, 46 : 1-283.
- KUHL G., 1947 a. — *Natur Volk*, 77 (4-6) : 50-57.
- KUHL G., 1947 b. — *Zeitschr. Naturf. Wiesbaden*, 2 (3-4) : 158-160.
- KUHL G., 1960. — *Zeitschr. Morph. Oekol. Tiere*, 48 : 439-446.
- KYNARD B. E. & TASH J. C., 1974. — *Jour. Ariz. Acad. Sci.*, 9 (2) : 76-77.
- LANKESTER E. R., 1880. — *Nature*, London, 22 : 147-148 (17.VI.); *Zool. Anz.* 3 (59), *Wiss. Mitt.* 1 : 321-324.
- LING J. K. & DUGGAN R., 1962. — *Victor. Nat.*, Melbourne, 79 (1) : 16-19.
- LYTLE Ch. F., 1959. — *Indiana Acad. Sci.*, 67 (1958) : 304-308.
- LYTLE Ch. F., 1960. — *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 79 : 461-469.
- LYTLE Ch. F., 1962. — *Tulane Studies in Zoology*, 9 : 309-314.
- MARTINS A. V., 1941. — *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, 1 (2) : 227-230.
- MATTHEWS D. C., 1963. — *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 82 (1) : 18-22.
- MATTHEWS D. C., 1966. — *Pacif. Sci.*, 20 (2) : 246-259.
- MAYER A. G., 1910. — *Carnegie Instit.*, Washington, *Publ.* 109, vol. 1-3 (735 pp.).
- Mc CLARY A., 1959. — *Ecology*, 40 (1) : 158-162.
- Mc NEILL F., 1954. — *Austr. Mus. Mag.*, 11 (7) : 225-227.
- MIDGLEY S. H. & TIMMS B. V., 1969. — *Newsl. Austr. Soc. Limnol.*, 6 (1) (1968) : 20-21.
- MOSER J., 1930. — *Sitzungsber. Ges. Naturfr. Berlin*, 1929 : 283-303.
- NAUMOV D. V., 1960. — *Gidroidi i gidromeduzi morskich, solonovotvodnykh i presnovodnykh baceinov S.S.S.R.* Izdatelstvo Akademiji Nauk S.S.S.R., Moskva-Leningrad ; 585 pp. [*Hydroideae & Hydromedusae* (vol. 70 de la Faune d'U.R.S.S.)].
- NAUMOV D. V. & STEPANIANTS S. D., 1971. — *Zool. Zurh.*, 50 : 1094-1097 (avec résumé anglais).
- OKA A., 1907. — *Annot. Zool. Jap.*, 6 (3) : 219-227.
- OKA A., 1922. — *Zool. Anz.*, 54 (9-10), I. *Wiss. Mitt.*, 2 : 198-200.
- OKA A. & HARA M., 1922. — *Annot. Zool. Jap.*, 10 (4) (7) : 83-87.
- ØLSEN G. K., 1935. — *Akvariet, Copenhagen*, 1 (7) : 54-55.
- PARENT G. H., 1981. — *Soc. Hist. Nat. Moselle*, 43^e cahier : 285-305 (en attente d'impression).
- PARSONS F. A., 1885. — *Jour. Quekett Microsc. Club*, (2), 2 : 125-130.
- PAYNE F., 1924. — *Jour. Morph.*, 38 : 387-430.
- PAYNE F., 1925. — *Science*, 62 (1610) : 421.
- PAYNE F., 1926. — *Biol. Bull.*, 50 (6) : 433-443.
- PAYNE R. B., 1960. — *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 79 : 108.
- PÉLOSSE J., 1919. — *Ann. Soc. Linn. Lyon*, n. s., 65 (1918) : 53-62.
- PERSCH H., 1933. — *Zeitschr. Wiss. Zool.*, 144 (2) : 163-210.
- POLL M., 1951. — *Ann. Soc. Zool. Belg.*, 81 : 111-144 (1950).
- PORTER C. E. & SCHMITT W. L., 1942. — *Science*, 96 (2501) : 515.
- POTTS E., 1885. — *Science*, 5 (123), suppl. : 5.
- POTTS E., 1897. — *Amer. Nat.*, 31 : 1032-1035.
- POTTS E., 1898. — *Ann. Mag. Nat. Hist.*, (7), 1 : 130-133.
- QUEZADA Q. A. E., 1969. — *Bol. Biol.*, Concepción, 41 (1967) : 31-35.
- RAHAT M., 1961. — *Bull. Res. Counc. Israël*, 10 B : 171-172.
- RAHAT M. & CAMPBELL R. D., 1974. — *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 93 (2) : 235-241.
- RAMMNER W., 1953. — *Brehms Tierleben* (in vier Bänden). Erster Band : Wirbellose. Leipzig. Veb Bibliographisches Institut.
- RAO H. S., 1933. — *Jour. Bombay Nat. Hist. Soc.*, 36 (1) : 210-217.
- REISINGER E., 1934. — *Natur am Niederrhein*, 10 (2) : 33-43.
- REISINGER E., 1957. — *Zeitschr. Morph. Oekol. Tiere*, 45 : 656-698.
- REISINGER E., 1972. — *Binnengewässer*, 26 : 84-98.
- RICE N. E., 1958. — *Amer. Midl. Nat.*, 59 (2) : 525-526.

- RINGUELET P., 1950. — *Notas Mus. La Plata*, 15, Zool. (134) : 135-150.
- ROCH F., 1924. — *Zool. Anz.*, 58 (5-6) : 131-136.
- ROXAS H. A., 1936. — *Philipp. Jour. Sci.*, Manila, 60 (1) : 37-44.
- RYDER T. A., 1885. — *Amer. Nat.*, 19 : 1232-1236.
- SAWAYA M. P., 1957. — *Cienc. Cult.*, 9 (2) : 77.
- SCHMITT W., 1939. — *Science*, 73 (744) : 83-89.
- SCHNEIDER H., 1967. — *Mikrokosmos*, 56 (10) : 302-313.
- SCHORN W., 1911. — *Zool. Anz.*, 38 (14-15), 1. *Wiss. Mitt.*, 7 : 365-366.
- SHIEH J. C.-C. & WANG Y.-H. M., 1959. — *Quartel. Jour. Taiwan Mus.*, 12 (3-4) : 201-204.
- SMRCEK J.-C., 1970. — *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 89 : 325-327.
- SMITH F., 1925. — *Science*, 61 (1588) : 588-589.
- SOMEREN V. D. van, 1933. — *Nature*, London, 132 (3330) : 315 (26. VIII.).
- SOUTHCOTT R. V., 1958. — *South Austr. Nat.*, 32 (4) : 53-61.
- SOWERBY A. de C., 1941. — *Hong Kong Nat.*, 10 (3-4) : 186-189.
- SPIRA M., 1964 — *Israël Jour. Zool.*, 13 (3) : 134.
- STADEL O., 1961. — *Abhandl. Verhandl. Naturwiss. Ver. Hamburg*, N.F. 5 (1960) : 157-192.
- STOUTAMIRE W. P., 1963. — *News Letter Cranbrook Inst. Sci.*, 33 (2) : 18-20 ; 29.
- TATTERSALL W. M., 1933. — *Nature*, London, 132 (3336) : 570 (7.X.).
- TETON J., 1979. — *Aquarama*, 13 (46) : 81.
- THOMAS I. M., 1951. — *Trans. Roy. Soc. South Austr.*, 74 (1) : 59-65.
- TSCHERNOWSKIJ A., 1933. — *Zool. Anz.*, 103 (7-8), 1. *Wiss. Mitt.* : 205-209.
- USHIDA T., 1951. — *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, 6, Zool. 10 (2) : 161-162.
- USHIDA T., 1955. — *Annot. Zool. Jap.*, 28 (2) : 114-120.
- USHIDA T. & KIMURA Sh., 1933. — *Annot. Zool. Jap.*, 14 : 123-126.
- VANNUCCI M. & TUNDISI J., 1962. — *Comun. Inst. Invest. Cienc. Nat. Buenos Ayres, Zool.*, 3 (8) : 203-215.
- WEILL R., 1949. — *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 74 (6) : 349-350.
- WERNER B., 1965. — *Helgoland Wiss. Meeresunters.*, 12 : 1-39.
- WHITE W. E., 1930. — *Biol. Bull. Mar. Lab., Woods Hole*, 59 : 222-232.
- ZAWADSKY A. M., 1948. — *Ber. Akad. Wiss. S.S.S.R.*, 60 (5) : 921-923.
- ZENKEWITCH L. A., 1940. — *Zool. Zurh.*, 19 (4) : 580-602.
- ZENKEWITCH L. A. & SOKOLOWA H. Io, 1956. — *Priroda*, 4 : 102-104.

BIBLIOGRAPHIE

J. GOGUEL. — *Géologie de l'environnement*. (Masson édit., Paris), 193 p., 26 fig.

L'étude de l'environnement, le plus souvent centrée sur la flore ou la faune, ne serait pas complète s'il n'était pas tenu compte du support hydro-minéral. J. GOGUEL et ses collaborateurs s'attachent à passer en revue l'évolution, spontanée ou provoquée par l'activité humaine, du monde minéral. Ce monde, qui paraît d'une stabilité exemplaire, n'en est pas moins le siège d'une évolution permanente, souvent d'une extrême lenteur et parfois même imperceptible à l'échelle humaine, mais qui présente parfois au contraire des manifestations d'une extrême brutalité.

— La première partie de cet ouvrage concerne les phénomènes dont l'évolution est spontanée et dont les manifestations sont catastrophiques, notamment lorsqu'ils sont sinon provoqués, tout au moins accélérés par l'intervention inconsidérée de l'homme. Ainsi sont passés en revue les phénomènes naturels tels que l'érosion, le transport et l'alluvionnement, avec leur implication sur les travaux concernant le tracé des fleuves par exemple. Puis ce sont la mer et le vent, avec par exemple les dunes et les effets des ouvrages en bord de mer (port de Nice par exemple). Dans ce chapitre, on peut regretter que les exemples de flèches littorales, pourtant abondants en France, soient pris en Mer Baltique sans que cela ajoute à la démonstration. Viennent ensuite les éboulements et les glissements de terrains, avec de bons exemples et une bonne analyse de l'évaluation des risques et de la conduite à tenir pour les éviter. Le chapitre concernant les risques volcaniques nous montre la répartition des volcans, en liaison avec la position des plaques, et la dynamique des éruptions en fonction des types de laves. Les risques séismiques et les comportements à adopter sont aussi évoqués en fonction de la tectonique des plaques. Ces risques sont estimés selon leur localisation et leur répartition dans le temps.

— La deuxième partie est consacrée à l'intervention humaine. Elle concerne d'abord les eaux souterraines, leur exploitation et leur protection. Vient ensuite un chapitre dans lequel sont évoqués les eaux de surface et leur exploitation, notamment les effets des bar-