

Académie & Société Lorraines des Sciences

Etablissement d'utilité publique
(Décret ministériel du 26 avril 1966)

**ANCIENNE
SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY**

fondée en 1828

**BULLETIN
TRIMESTRIEL**

**TOME 20 - NUMÉRO 3
1981**

BULLETIN

**de l'ACADEMIE et de la
SOCIETE LORRAINES DES SCIENCES**

(Ancienne Société des Sciences de Nancy)
(Fondée en 1828)

SIEGE SOCIAL

Laboratoire de Biologie animale, 1^{er} cycle
Faculté des Sciences, boulevard des Aiguillettes, Nancy

SOMMAIRE

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Pierre-Louis MAUBEUGE — L'indice de pétrole de Colombé-le-Sec (Aude) | 3 |
| J.-C. CHAIX et A. VEILLET — Entonisciens nouveaux des Côtes de France | 7 |
| Jean BURDY — Les aqueducs romains de Lyon et leur particularité : Le syphon | 19 |

L'INDICE DE PÉTROLE DE COLOMBÉ-LE-SEC (Aube) *

Pierre L. MAUBEUGE

Le 6 septembre 1971, un grand quotidien national lançait avec titre fracassant l'information comme quoi la construction d'une cave en plein village avait libéré de l'eau avec des venues de pétrole, dans l'Aube, à Colombé-le-Sec. La presse régionale s'étendait sur le même sujet avec illustrations.

Les faits ne paraissaient pas douteux. Quant aux conclusions elles laissaient entendre que l'on était dans la région sur des amas de pétrole jusque là totalement inconnus suintant pourtant au jour.

Immédiatement une société de recherches pétrolières envoyait sur place un ingénieur procédant à une étude ; et pouvant recueillir de petites quantités de pétrole surnageant sur l'eau. Pas un instant cet ingénieur avec qui j'ai pu parler des faits, ne mettait en doute la réalité en tant qu'indice pétrolifère naturel ; et admettait sur les dires de certains indigènes qu'un niveau constant autour de la localité donnait dans les fouilles « des traces de pétrole ».

Une partie du produit a été envoyée à l'Institut Français du Pétrole qui fit une analyse par chromatographie de masse ; en trois étapes : après élimination des produits volatiles à 210° C ; de l'huile totale ; des tri-aromatiques.

Le produit apparaissait comme un hydrocarbure très léger, brûlant sur place, et tachant comme les hydrocarbures. Ces analyses malgré leur aspect impressionnant en méthodologie n'apportaient en fait qu'une certitude complémentaire : l'allure régulière des courbes, homogènes, laissait conclure que le produit n'avait pas été raffiné.

* Note présentée à la séance du 14 novembre 1979.

La fouille était à 150 m au Sud de l'église de Colombé-le-Sec, ayant dégagé 4 m de « calcaires blancs » du Kimmeridgien, puis rentré dans des marnes bleues, trouvant à 3,50 m de profondeur dans celles-ci, de minuscules fissures. De minces filets d'eau coulant à moins de 1 l./m et montraient à leur surface des globules huileux à forte odeur d'hydrocarbures. Il n'y avait pas d'irisations du liquide, gras et huileux, brûlant avec odeur d'hydrocarbures, dès approche d'une flamme.

Il était conclu à un indice naturel du fait qu'aucun dépôt d'hydrocarbures n'avait jamais existé aux alentours.

Ce fait a joué un rôle important dans l'exploration pétrolière d'un très vaste périmètre régional ; étant considéré comme hypothèse géologique que sur un vaste monoclinal, plus probablement le Rhétien, avait engendré des hydrocarbures montant ça et là à la faveur de microfissures depuis des failles plus profondes, encore mal connues.

J'avais été très vivement intéressé par ces faits et fort intrigué en étudiant un prélèvement de ce produit. La couleur est brun-jaune orangé très clair ; surtout, l'odeur est bizarre non aromatique-agréable, comme le sont en général les pétroles non sulfureux. L'odeur est franchement répulsive ; et sur le moment m'a évoqué quelque chose de connu, impossible à préciser, le fait me tracassant longtemps quand j'y réfléchissais.

Il était admis, et cela pouvait être (partiellement) une explication, qu'une huile très légère montée vers le jour s'était altérée aux affleurements et au contact des terrains argileux.

Le fait avait eu d'autant plus de portée que ce village est voisin de Colombey-les-Deux-Eglises et que la région a donc une notoriété au moins nationale vu le lieu de sépulture du Général de Gaulle. Pour peu, certains se seraient déjà récriés à la profanation d'avoir mis en huile et non en terre le grand homme défunt.

Ayant décidé d'étudier les choses sur place vu l'importance de l'indice j'avais de suite une première certitude. Il était impossible d'établir la preuve de puits ayant donné d'autres indices analogues ; et les seuls faits, mal contrôlés dans l'enquête, et déformés dans l'esprit de quelques habitants, sont les suivants. Comme cela est fréquent dans le Kimmeridgien, il y a des passées de marnes bitumineuses (sans pétrole, mais bien à kérogène) qui, sèches et sur un foyer, peuvent éventuellement fumer et donner une flamme fugace. Il faut vraiment un grand enthousiasme géologique ou

plutôt pétrolier pour y voir confirmation d'indices locaux répétés de pétrole liquide.

La source du lavoir, pas très loin, un peu plus bas, n'a jamais montré le moindre indice d'hydrocarbures. Encore plus curieux est le fait que des voisins à caves presque aussi profondes mais surtout avec puits n'ont jamais rien vu de tel. Il en est de même pour le voisin opposé, presque en face de l'autre côté de la rue, dont le puits n'a jamais rien montré. On peut admettre que des écoulements naturels sont très focalisés ; mais, alors, vu la nappe issue des « calcaires blancs » sur lesquels le village est construit (et pour cette nappe aquifère, au milieu du vignoble) l'eau devrait au moins avoir un goût anormal chez les voisins, sinon montrer par intermittences des traces huileuses.

La majorité des voisins était très sceptique sur l'origine du pétrole, sans nier les faits évidents ; mais sans rien pouvoir expliquer. Quand le hasard m'a mis en présence de voisins ayant un témoignage familial d'incidents de voisinage.

Tout simplement, un habitant taxé par ailleurs d'original (mais sur quels critères surtout dans un village !) seul ou à peu près à disposer d'un véhicule automobile au début du siècle, habitait en contre-haut et mitoyenneté de la cave à indices. Ayant fait des stocks de précaution du pétrole de l'époque au début de la guerre 1914-18, il avait eu une fuite importante de ses réserves avec incidents vis-à-vis des voisins, par sa cave.

Il est donc parfaitement établi que quelques dizaines ou une centaine de litres de pétrole d'époque ont coulé ; et se sont tout naturellement infiltrés dans les calcaires pour venir sur bloquer au contact des marnes et y pénétrer dans leurs fissures ; le rassemblement et une très lente migration se faisant sur quelques centaines de mètres carrés.

Si on daigne se souvenir de ce qu'étaient les produits raffinés d'époque, le raffinage donnant lieu à des opérations plus que rudimentaires, les résultats d'analyse chromatographique sont absolument logiques. On sait qu'à une époque le pétrole de Pensylvanie arrivait en France dans des tonneaux en bois et était raffiné dans de rares usines rudimentaires ancêtres des raffineries modernes, pour donner du pétrole lampant.

C'est tout autant fortuitement que j'ai pu élucider la singulière odeur, énigmatique sur le moment. Beaucoup ont pu faire l'expérience involontaire ou peuvent la faire. De l'essence ordinaire ac-

tuelle, et bien entendu pas du super-carburant, conservée au moins un an et demi dans un bidon très partiellement rempli, prend une odeur absolument repoussante n'évoquant plus celle agréable (pour certains du moins) de l'essence fraîche. C'est rigoureusement l'odeur des hydrocarbures de Colombé-le-Sec.

Il ne peut y avoir le moindre doute et tous les éléments concourent au même résultat. Les traces vestigielles de Colombé-le-Sec résultent de fuites dans une cave, de pétrole de l'époque 1914, les récipients métalliques ayant rouillé et percé à l'humidité.

On est loin d'arguments géochimiques pour une exploration pétrolière de toute une région. (Ce qui n'excluait pas d'ailleurs des possibilités pétrolifères ; encore qu'une exploration ayant été réellement faite, depuis, on n'ait pas vu jusqu'ici d'amas d'hydrocarbures ou d'indices en forages plus ou moins profonds).

On est loin d'indices pétroliers réels, solidement étayés (d'ailleurs très rares en France), du type de ceux recensés par exemple pour l'Alsace*.

De plus la quasi totalité des indices naturels de pétrole actifs (donc quand il ne s'agit pas d'asphalte) finit par suinter ne serait-ce que très faiblement au jour. Ce n'était pas le cas ici. Reconnaissons cependant que celui du Jura Suisse, au sud de Bâle, au premier plissement jurassien, paraissait captif ; il n'a été révélé, dans la vallée de la Birs, qu'à la faveur d'un puits au sommet de la « Grande Oolithe » (P. BITTERLI).

* JUNG Jean. — Les indices de pétrole du Sundgau (Hte Alsace). Annales Office National des Combustibles liquides, 3, 1928, pp. 165-89.

ENTONISCIENS NOUVEAUX DES COTES DE FRANCE

II. — *Portunion bourdoni* sp. nov. parasite d'*Acanthonyx lunulatus* Risso *

par

J.C. CHAIX ** et A. VEILLET ***

RESUME

Une nouvelle espèce du genre *Portunion* Giard et Bonnier 1886 *P. bourdoni* découverte le long des côtes rocheuses méditerranéennes est décrite. C'est la septième espèce du genre, la sixième des côtes de France. Les femelles sont parasites internes du Crabe oxyrhynque *Acanthonyx lunulatus* Risso. Son action sur l'hôte est particulièrement intéressante.

ABSTRACT

A new species of the genus *Portunion* Giard et Bonnier 1886 is described from the rocky coasts of the Mediterranean sea. This is the seventh species of the genus, the sixth from the West of Europa. The female stages are internal parasites of the oxyrhynq crab *Acanthonyx lunulatus* Risso. Its action on the host is very interesting.

* Note présentée à la séance du 13 novembre 1980.

** Laboratoire de Zoologie marine de la Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme, 13397 Marseille Cedex 4.

*** Laboratoire de Biologie animale de la Faculté des Sciences de Nancy, BP 239, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex.

La présence sur les côtes françaises méditerranéennes d'Isopodes entonisiens a été reconnue depuis longtemps. Chez le crabe oxyrhynque *Acanthonyx lunulatus* Risso, des côtes rocheuses méditerranéennes, nous avons mis en évidence la présence d'un entonisien nouveau du genre *Portunion*.

I. — Genre *Portunion* GIARD et BONNIER (1886)

Voici la diagnose du genre *Portunion* par GIARD et BONNIER :

« Femelle - chambre incubatrice fermée chez l'adulte. Lamelle ascendante de la première paire de lames incubatrices régulièrement élargie à partir de la base, très recourbée au-dessus du céphalogaster et ne présentant pas de découpures sur son bord supérieur. Ovaire avec des bosses ventrales très développées chez l'adulte, recourbées vers la partie inférieure, la plus longue étant la postérieure ; une paire de petites bosses latérodorsales antérieures.

Mâle - forme générale régulièrement atténuée aux deux extrémités ; crochets recourbés sur la ligne médiane de la face ventrale du pléon ; sixième segment du pléon terminé par deux crochets recourbés .

Embryon - première forme. Pas d'œil nauplien ; bord interne des propodites des cinq premières paires de pattes thoraciques avec deux dents ; sixième paire de péréïopodes avec un propodite armé d'un petit crochet et d'un long batonnet terminé par quelques poils flexibles. Cinq paires de pattes abdominales semblables, l'article basilaire muni de deux soies. L'embryon nage avec la sixième paire de péréïopodes ramenée sous l'abdomen ».

Cette diagnose a été légèrement modifiée par SHIINO (1941) : « Femelle avec deux bosses ovariennes ventrales et une paire de bosses ovariennes antéro-dorsales. Marsupium complet ; lamelle ascendante de la première paire d'oostégites entièrement recouverte par la deuxième paire. Les quatre premiers segments abdominaux présentent des lamelles pleurales pliées. Céphalon du mâle fusionné ou distinct du premier segment thoracique ; l'abdomen porte des crochets médio-ventraux. Sixième péréïopode de l'épicaridien jamais préhensile ni plus long que les autres ; propode avec un simple processus à son sommet et un dactyle rudimentaire. »

II. — *Portunion bourdoni* n. sp.

A. — *La femelle* (fig. 1 et 2)

Taille : Du sommet du capuchon céphalique à l'extrémité du processus ovarien postérieur, 10 mm ; longueur de l'abdomen 4 mm.

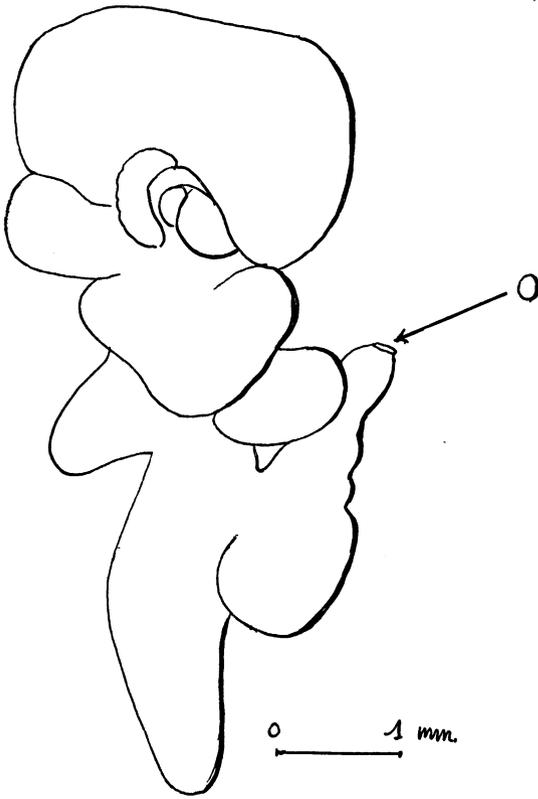


Fig. 1
Femelle dans son fourreau
O : Orifice du fourreau

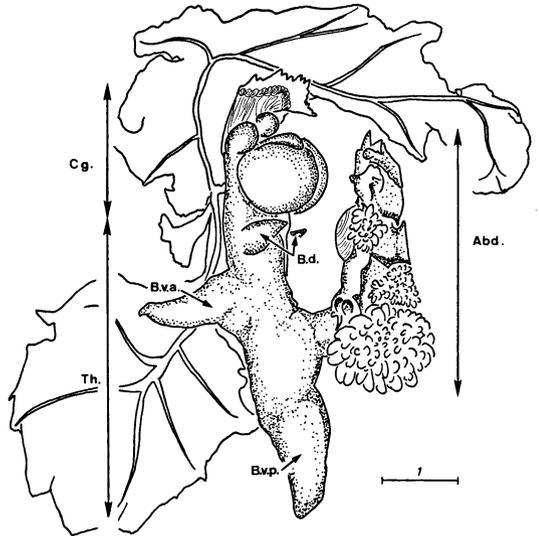


Fig. 2
Femelle. Seule a été conservée
l'oostégite 1 droite

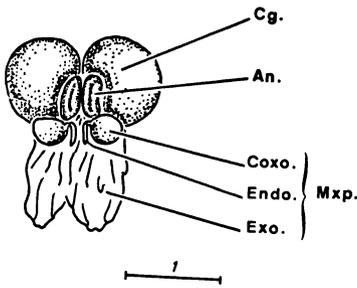


Fig. 3. — Femelle.
Céphalogaster

Le céphalogaster est formé d'une paire de sphères séparées du thorax. Deux paires d'antennes insérées sur le céphalon, dorsalement par rapport aux maxillipèdes, sont sous forme de deux sillons parallèles. (Fig. 2).

Le maxillipère présente un exopodite lamellaire épais et plissé en surface et un endopodite digitiforme portés par un coxopodite sphérique.

Le marsupium est rempli d'œufs blanchâtres, d'embryons ou de larves épicaridiennes plus ou moins pigmentées. L'ovaire est jaun-orangé et l'abdomen blanchâtre.

Les bosses ovariennes antérieures, dorsales, sont identiques. La bosse ovarienne ventrale la plus céphalique qui fait un angle droit avec la postérieure est plus petite que cette dernière.

La première oostégite à trois lobes est seule nervurée. Elle est enclose dans les autres oostégites. L'animal est complètement inclus dans les oostégites sur lesquelles est intimement accolée la membrane de l'hôte.

Les sept péréïopodes sont présents sous forme de lamelle pour les cinq premiers ; les deux derniers sont lancéolés et émergent des protubérances latérales de la partie postérieure du thorax.

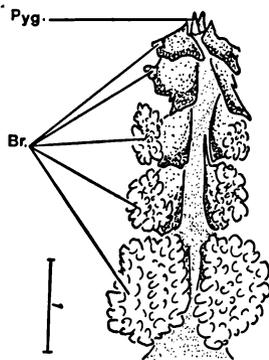


Fig. 4. — Femelle. Abdomen

L'abdomen porte cinq paires de lamelles pleurales. La première paire porte des branchies beaucoup plus développées que les paires suivantes. La quatrième paire est très rudimentaire et la cinquième une simple lame. Le pygidium est bifide (fig. 4).

La partie dorsale du troisième segment abdominal montre la protubérance formée par le cœur très développé.

B. — *Le mâle* (fig. 5)

Taille : longueur 1 mm, largeur 0,25 mm.

De couleur blanche, avec quelques taches pigmentaires dispersées, réparties différemment d'un individu à l'autre.

Le thorax, dont le cinquième segment est le plus large, s'amincit graduellement jusqu'au premier segment. Le péréionite en est égal aux trois quarts du cinquième, chaque segment porte un prolongement latéral sauf le septième qui est tronqué.

Le premier segment abdominal porte un crochet bien développé, le deuxième pénéonite en présente un plus rudimentaire. Les segments trois et quatre montrent un léger renflement qui pourraient correspondre à des vestiges de crochet. Le dernier segment est bifide et recourbé ventralement.

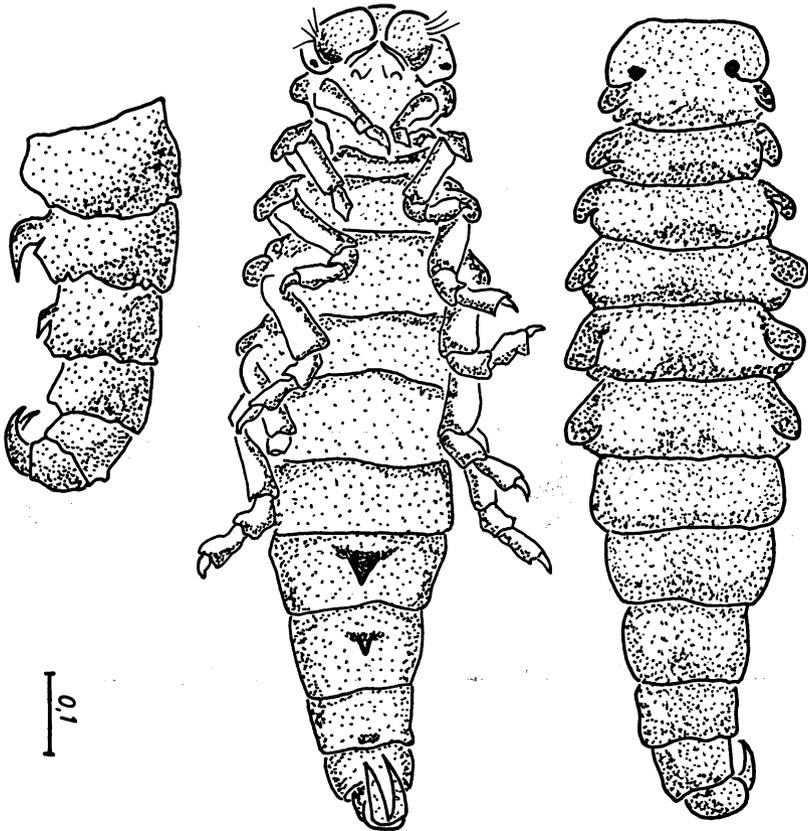


Fig. 5 — Mâle. A : vue ventrale; B : vue dorsale; C : vue latérale du dernier segment thoracique et de l'abdomen

Le premier segment thoracique est fusionné au céphalon, mais distinguable ventralement et latéralement.

Les antennes I portent un bouquet de soies sur leur face externe et se distinguent mal du céphalon (fig. 5 A).

Les antennes II sont absentes.

Les maxilles forment une épine et les maxillipèdes sont de forme ovale.

Les péréïopodes ont quatre articles : cependant on distingue encore la soudure du carpopodite et du propodite (fig. 5 B).

Le dactyle et le carpo-propodite (troisième article) présentent deux rangées de courtes soies et deux spinules.

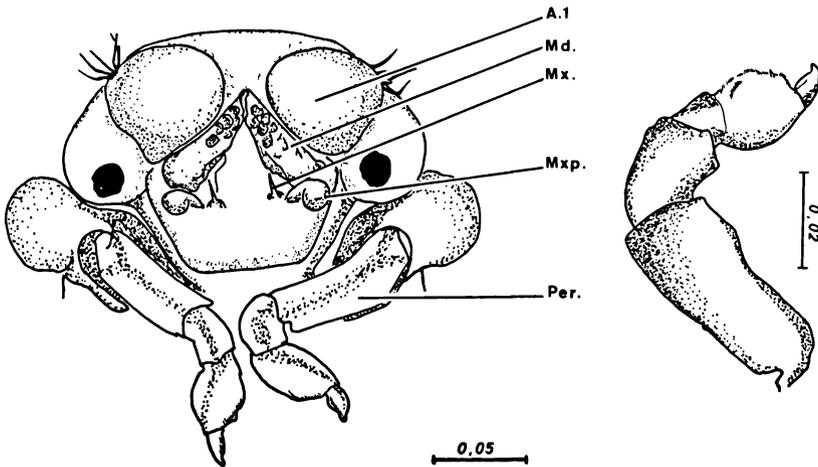


Fig. 6 — Mâle. A : Céphalon en vue ventrale ; B : Péréïopode.

Le mâle libre se déplace à l'intérieur de la cavité incubatrice de la femelle parmi les œufs ou les embryons.

C. — *L'épicaridien*

Taille : longueur : 0,25 mm, largeur : 0,08 mm.

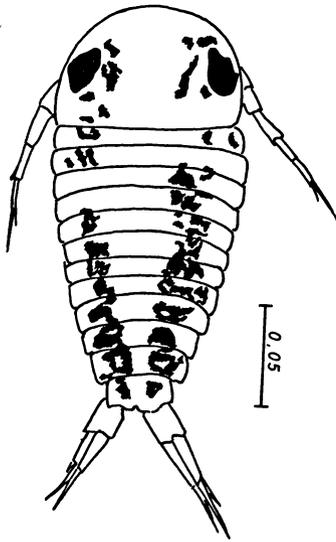


Fig. 7 — Epicaridien :
vue dorsale

L'épicaridien de couleur brune due à la présence de chromatophores brun rougeâtre répartis sur la face dorsale du céphalon, du thorax et de l'abdomen (fig. 7).

La face ventrale du céphalon montre : les Antennes I formées de deux segments dont le terminal porte des esthétacs (fig. 8).

L'antenne II formées de 4 articles plus un fouet de deux articles terminés par 3 soies dont une très développée (fig. 9 A).

Pièces buccales constituées d'une paire de mandibules, de maxillules de forme elliptique terminées par une pointe en faucille creusée d'un canal, de maxilles fortes et acérées.

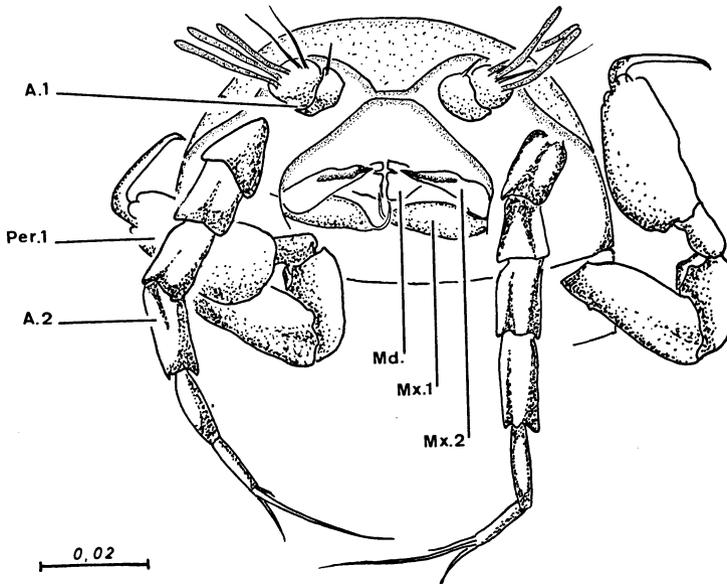


Fig. 8 — Epicaridien : céphalon en vue ventrale

Les cinq premiers péréïopodes ont cinq articles. Le dactyle long et effilé est articulé sur le propode pour former une pince (fig. 9 B).

Le dernier péréïopode présente un dactyle court et pointu non articulé. Sur la partie distale du carpo-propodite, une soie en mas-sue ornée de fins prolongements voisine avec le dactyle (fig. 9 C).

Pléopodes dont le basipodite porte deux soies et l'exopodite trois soies (fig. 9 D).

Uropodes dont le basipodite porte une petites soie, l'exopodite et l'endopodite portant chacun 3 soies (fig. 9 E).

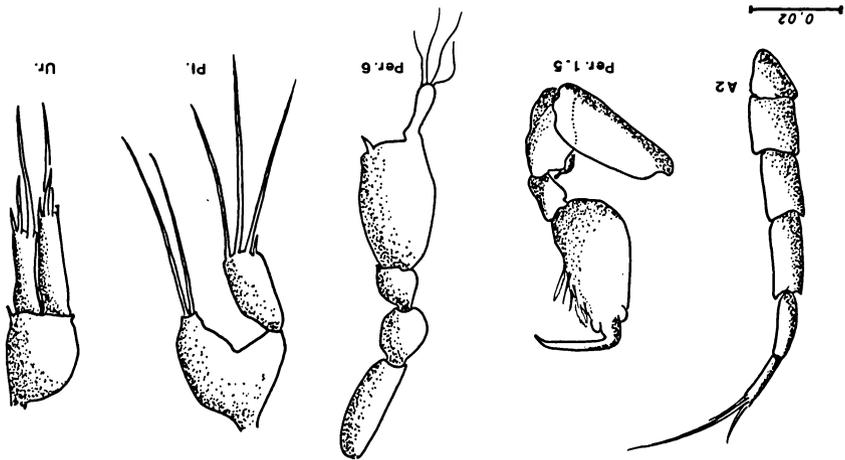


Fig. 9 — Epicaridien. A : antenne 2 ; B : péréïopode 1 à 5
C : péréïopode 6 ; D : pléopode ; E : uropode.

III. — Comparaison avec les autres espèces du genre *Portunion*

Parmi les espèces des côtes françaises citées par GIARD et BONNIER (1887), *P. salvatoris* KOSSMAN (1881) et *P. moniezii* GIARD (1878) sont incomplètement connues. Aussi nous comparerons *Portunion* sp. aux espèces *P. maenadis* GIARD (1886), *P. Kossmanii* GIARD et BONNIER (1886), *P. flavidus* SHIINO (1941) regroupées par SHIINO (1941) dans un tableau comparatif auquel MUSCATINE (1956) a rajouté *P. conformis*.

Ce tableau comparatif (p. 15) montre que *Portunion* sp. du crabe *Acanthonyx lunulatus* se distingue des espèces européennes, citées ci-dessus par : la disposition des bosses ovariennes ventrales, le nombre des crochets abdominaux, la fusion du premier segment thora-

cique avec le céphalon. Des deux espèces de l'Océan Pacifique *Portunion* sp. se différencie principalement par le nombre d'articles des péréopodes, et plus particulièrement, de *P. flavidus* Shiino par le dactyle du péréopode 6 de l'épicaridien, de *P. conformis* Muscatine par le nombre de crochets abdominaux.

En raison de ces différences nous proposons donc de créer une nouvelle espèce, *Portunion bourdoni* dédiée à R. BOURDON pour ses nombreux travaux sur les Entonisciens.

| | | <i>P. maenadis</i> | <i>P. kossmanni</i> | <i>P. flavidus</i> | <i>P. conformis</i> | <i>Portunion</i> sp. |
|-------------|-----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| H O T E | | <i>Carcinus maenas</i> | <i>Platyonichus latipes</i> | <i>Pachygrapsus crassipes</i> <i>Plagusia dentipes</i> | <i>Hemigrapsus oregonensis</i> | <i>Acanthonyx lunulatus</i> |
| FEMELLE | Bosses ovariennes ventrales | Les deux processus sont dirigés vers l'arrière | Le processus antérieur est dirigé vers l'avant, le postérieur vers l'arrière | Le processus antérieur perpendiculaire au thorax, le postérieur dirigé vers l'arrière | Le processus antérieur perpendiculaire au thorax, le postérieur dirigé vers l'arrière | Le processus antérieur perpendiculaire au thorax, le postérieur dirigé vers l'arrière |
| M A L E | Céphalon | distinct du thorax | distinct du thorax | fusionné avec le premier segment | fusionné avec le premier segment | fusionné avec le premier segment |
| | Antenne II | présente | ? | absente | absente | absente |
| | Crochets abdominaux | sur les segments I à IV | sur les segments I à IV | sur les segments I et II | sur les segments I à IV | sur les segments I et II |
| | Péréopodes | 4 articles | 4 articles | 5 articles | 5 articles | 4 articles |
| EPICARIDIEN | Dactyle du péréopode VI | Avec une soie en massue | ? | Sans soie en massue | Avec une soie en massue | Avec une soie en massue |

IV. — Fréquence du parasitisme

Portunion bourdoni parasite *Acanthonyx lunulatus* Risso avec une fréquence d'environ 10 %. On trouve en général un seul parasite par crabe, ce qui est certainement à rapprocher de la taille modeste d'*Acanthonyx lunulatus*. Toutefois un mâle de grande taille d'*Acanthonyx lunulatus* était porteur de trois parasites au même stade et de la même taille.

On rencontre des crabes parasités à chaque saison avec toutefois une fréquence plus abondante à la fin du printemps et au début de l'été.

Ce parasite semble communément répandu. Il a été récolté dans toutes les stations prospectées de la Provence et de la Côte d'Azur.

V. — Action du parasite sur l'hôte.

L'étude de l'action de *Portunion bourdoni* sur la physiologie d'*Acanthonyx lunulatus* est encore très sommaire. Dès à présent on peut toutefois donner les résultats suivants :

— le rythme des mues reste le même chez les animaux parasités et non parasités. La croissance générale (pincés exceptés pour les mâles) est identique dans les deux cas.

— L'organe Y des individus parasités ne semble pas affecté par la présence du parasite.

— Après la mue de puberté, l'organe Y dégénère aussi chez les animaux parasités.

— Chez les *Acanthonyx* parasités les ovaires et les testicules sont de taille réduite mais non dégénérés.

— Si le développement des pincés est ralenti chez les *Acanthonyx mâles*, on ne peut toutefois parler de féminisation. La forme de l'abdomen n'est en rien affectée par le parasitisme,

VI. — Action de l'hôte sur le parasite

Le cycle de ponte du parasite femelle est indépendant à la fois de la puberté et du stade de mue. En effet les femelles ou les mâles impubères d'*Acanthonyx* portent des *Portunion* adultes qui se reproduisent avec une évacuation de larves épicaridiennes environ chaque mois à 20° C. L'évacuation des larves épicaridiennes est effectuée quel que soit le stade de mue de l'*Acanthonyx lunulatus*.

BIBLIOGRAPHIE

- MUSCATINE L., 1956. — A new entoniscid (Crustacea isopoda) from the Pacific coast. *J. Wash. Acad. Sci.*, **46** : 122-126.
- SHIINO S.M. 1941. — On the parasitic Isopods of the family Entoniscidae, especially those found in the vicinity of Seto. *Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ.*, ser. B, **17** : 53-76.
- VEILLET A., 1945. — Recherches sur le parasitisme des Crabes et des Galathées par les Rhizocéphales et les Epicarides. *Ann. Inst. Océanogr. Monaco*, **22** : 193-341.

ABREVIATIONS UTILISEES

Cg. : Cephalogaster; A1. : antenne 1; A2. : antenne 2; Md. : mandibule; Mx1. : maxillule; Mx2. : maxille; Mxp. : maxillipède; Per. : péréiopode; Pl. : pléopode; Ur. : uropode; Th. : thorax Abd. : Abdomen; Bd. : bosses ovariennes dorsales; Bva. : bosse ovarienne ventrale antérieure; Bvp. : Bosse ovarienne ventrale postérieure.

LES AQUEDUCS ROMAINS DE LYON ET LEUR PARTICULARITE : LE SIPHON *

Jean BURDY

« *Aquaeductus cum magnitudinis Romani imperii nel praecipum sint indicium* » (FRONTIN, 98 après J.C.)

RESUME

Les très importants aqueducs desservant la ville de Lugdunum, ancêtre de la moderne Lyon, à l'époque gallo-romaine, impliquent une utilisation intensive des siphons. Les détails de réalisation montrent une connaissance totale des principes de physique de ce secteur de l'hydraulique et une maîtrise technique pour les réalisations. C'est un des plus importants exemples de la technique du siphon en archéologie.

Lugdunum, fondée en 43 avant J.C., a été capitale des Gaules pendant trois siècles. De grands travaux ont été réalisés pour l'alimentation en eau de la ville ; quatre aqueducs y pourvoyaient, exploitant toutes les possibilités hydrauliques de l'arrière-pays.

LES QUATRE AQUEDUCS DE LUGDUNUM :

- *L'aqueduc du Mont d'Or* venait d'un petit massif calcaire en relatif isolement à 10 km au nord de la ville. Ses vestiges apparents sont rares, mais le tracé est bien connu : longueur 28 km, altitude 350 m à l'origine, 260 m à l'arrivée. Canal de petite section (largeur 0,45 m, hauteur 0,70 m) couvert de dalles. Débit estimé à 10.000 m³ par jour.

- *L'aqueduc d'Yzeron-Craponne* réunissait par plusieurs branches affluentes les eaux du versant oriental des Monts du Lyonnais, chaîne cristalline orientée sud-nord, distante d'une quinzaine de kilomètres de la ville, à l'ouest. Longueur 25 km, départ à 710 m d'altitude, arrivée à 280 m. Canaux petits ou moyens (largeur de 0,30 à 0,50 m), pente inégale, débit de l'ordre de 13.000 m³ par jour.

* Extrait de la conférence du 11 mars 1982.

• *L'aqueduc de la Brévenne* venait aussi des Monts du Lyonnais, mais du versant occidental à forte pluviosité et très humide. Longueur 66 km, départ à 630 m et arrivée à 280 m ; un profil irrégulier, la faible déclivité ordinaire étant entrecoupée de brusques chutes (60 m, 90 m, 40 m, 40 m). Canal de grande section, voûté, large d'abord — pour le premier quart du parcours — de 0,50 m, puis de 0,75 à 0,90 ; hauteur sous clé de 1,40 m au début, puis 1,60 à 1,80. C'est l'aqueduc qui avait le plus fort débit, 28.000 m³ par jour.

• *L'aqueduc du Gier* amenait des eaux captées à plus de 40 km au sud-ouest de la ville, du pied du Mont Pilat, massif avancé des Cévennes sur la ligne de partage Méditerranée-Atlantique, très arrosé du fait de son altitude (1.430 m). Cet aqueduc était long de 75 km — et il faut ajouter une boucle de 10 km contournant la vallée de la Durèze par ailleurs franchie directement —. Départ à 410 m d'altitude et arrivée à 300 m, au plus haut de la ville. Canal voûté large de 0,60 m et haut de 1,70 m sous clé, pente régulière de 1 pour 1.000 ; débit de 25.000 m³ par jour. L'aqueduc du Gier, techniquement très élaboré, a laissé des vestiges magnifiques de ses nombreuses parties monumentales : il comportait vingt-cinq ponts (longueur cumulée 750 m) et plusieurs longues files d'arcades (2 km au total).

Les deux premiers aqueducs sont datés — conjecturalement — de peu après la fondation de la ville, l'aqueduc de la Brévenne d'époque claudienne (vers 40 après J.C.), l'aqueduc du Gier d'Hadrien (120 après J.C.).

LE SITE DE LUGDUNUM, LES CONTRAINTES TOPOGRAPHIQUES :

L'agglomération antique comportait des quartiers, essentiellement industriels et commerciaux, qui disposaient d'eau en abondance, installés qu'ils étaient au bord de la Saône et au confluent (altitude 170 m). Le cœur de la cité, la ville officielle aux grands édifices publics, le Lugdunum proprement dit, occupait les hauteurs de Fourvière et ses abords immédiats. Promontoire culminant à 300 m, limité au nord et à l'est par des falaises abruptes et des pentes raides, protégé au sud et à l'ouest par les deux vallons qui dévalent du col du Trion (266 m) jusqu'aux fleuves. Site dont l'accès facile, Trion, carrefour routier de tout temps, était aussi le passage obligé et unique pour les canalisations d'eau. Les quatre aqueducs conver-

geaient à Saint-Irénée, un peu avant Trion, — à des niveaux différents — ; l'aqueduc du Mont d'Or continuait en canal enterré, ceux de Craponne et de la Brévenne peut-être sur des substructions aériennes dont aucune trace ne subsiste, l'aqueduc du Gier traversait en siphon.

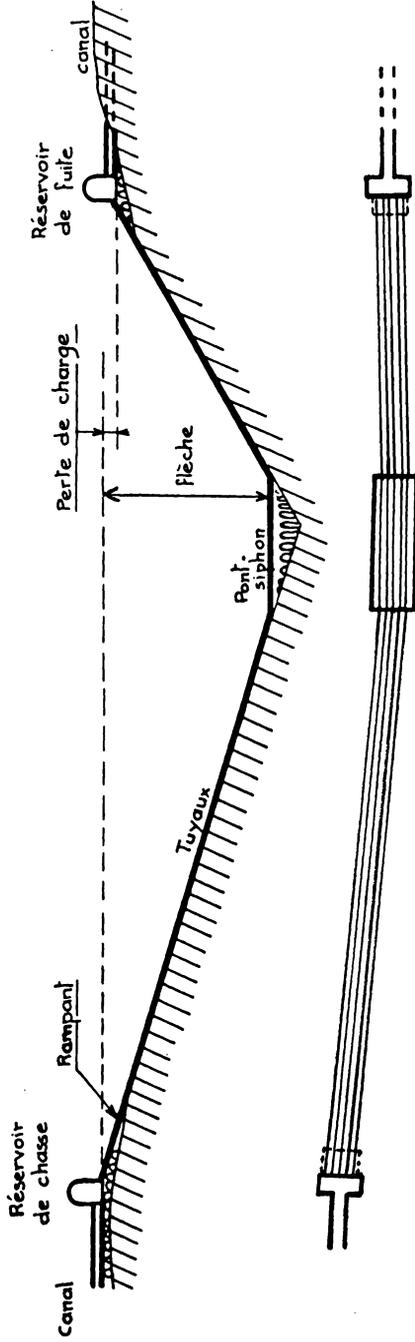
Fourvière est la pointe nord d'une ligne de collines, l'arête de Sainte-Foy, à l'ouest de laquelle s'étend un plateau large de 3 à 4 km. Ce plateau se termine à l'ouest par une vallée fossile — fleuve pliocène, puis front glaciaire alpin quaternaire — parallèle à l'actuel axe Saône-Rhône, suivie aujourd'hui par de petites rivières, une voie ferrée et une route à grand trafic. Cette vallée est continue sur plus de 20 km, de la Saône (à Vaise) (au nord-ouest de Fourvière) au Rhône (à Givors) ; elle est large de 2 à 3 km et profonde de 100 m. Incontournable, elle est l'obstacle majeur à franchir par les quatre aqueducs. Rappelons que le Pont du Gard, haut de 49 m avec ses trois étages, n'est long que de 270 m au sommet ; et que les plus importants des autres ouvrages d'art hydrauliques (Ségovie, Carthage, Rome) n'ont guère plus de 30 m de haut. Le franchissement d'une vallée aussi large et profonde ne pouvait être envisagé par un pont : Lugdunum ne pouvait être alimenté en eau qu'en utilisant la technique du siphon.

LE SIPHON

La loi des vases communicants était connue des Romains (et des Grecs) et couramment appliquée dans les villes où la distribution de l'eau se faisait sous pression dans des tuyaux de plomb partant de réservoirs haut placés. Cette technique, utilisée à grande échelle pour les aqueducs, mais, nous allons le voir, rarement, est exposée par VITRUVÉ dans son ouvrage « De l'Architecture », écrit en 20 avant J.C. (Livre VIII, 6, 4) : pour franchir des vallées étendues, trop longues pour être contournées, trop profondes, on emploie des tuyaux de plomb de calibre bien calculé, partant d'un réservoir, descendant au fond de la vallée où ils doivent passer sur une substruction (le « ventre ») pour éviter un coude brusque et le risque d'éclatement, et remontant à un second réservoir situé en face du premier.

C'est cet ensemble — réservoir de chasse, conduite forcée, réservoir de fuite, avec pont-siphon au fond de la vallée — que l'on nomme *siphon*. On appelle flèche la hauteur d'eau (dénivellation) du réservoir de chasse au ventre (tablier du pont). Bien sûr, du fait des frottements l'eau remontait un peu moins haut : il y avait perte de charge entre les réservoirs de chasse et de fuite.

SIPHON



Pour les quatre aqueducs de Lugdunum la technique du siphon était inévitable pour traverser la vallée fossile ; elle a été mise en œuvre en outre en quatre autres endroits, économisant ainsi de très longs détours :

- Aqueduc du Mont d'Or : deux siphons, pour des vallées profondes de 45 m et de 90 m ; longueurs estimées à 300 m et à 3.500 m (pas de vestiges).

- Aqueduc de Craponne : un double siphon, c'est-à-dire deux siphons consécutifs — ils sont aussi colinéaires — ayant un réservoir commun jouant le rôle de réservoir de fuite pour le premier siphon (longueur supérieure à 2 km, flèche 30 m) et de réservoir de chasse pour le deuxième siphon (longueur 4 km flèche 90 m).

Ce réservoir était construit à 15 m de hauteur au sommet de deux grosses piles érigées sur une petite éminence ; ce sont « les Tourillons » de Craponne, de section carrée de 4,50 m de côté, encore hauts de 10 m et 12 m aujourd'hui. De part et d'autre subsistent, arasées au sol, les piles des arcades d'un double rampant, montant à l'arrivée du siphon amont et descendant au départ du siphon aval.

- Aqueduc de la Brévenne : un siphon de longueur 3,5 km, flèche 90 m ; vestiges importants mais très ruinés de l'énorme pont-siphon à deux étages long de 400 m et haut de 25 m ; support du réservoir de fuite bien conservé avec son rampant.

- Aqueduc du Gier : quatre siphons dont les caractéristiques sont réunies en un tableau. Les quatre réservoirs de chasse sont bien conservés, de même que les ponts sur le Garon et à Beaunant. Il reste aussi des vestiges considérables du pont sur la Durèze et du réservoir de fuite du siphon du Garon. Cet ensemble est d'un intérêt archéologique inégalé.

LES SIPHONS DE L'AQUEDUC DU GIER

| Siphon | Longueur (m) | Flèche (m) | Nom- bre de tuyaux | Perte de charge (m) | Pont-siphon | | | |
|---------------------|-----------------|---------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------|----------------|
| | | | | | Nom- bre d'ar- cades | Lon- gueur (m) | Hau- teur (m) | Largeur (m) |
| La Durèze (Chagnon) | 900 | 82 | 9 | 5,8 | 15 | 136 | 20 | 7,65 |
| Le Garon (Soucieu) | 1.200 | 93 | 10 | 8,8 | 23 | 208 | 21 | 7,35 |
| L'Yzeron (Beaunant) | 2.600 | 123 | 12 | 9,2 | 30 | 269 | 17 | 7,35 |
| Trion (St-Irénée) | 600 | 30 ? | | 1,6 | | | | |

L'étude topographique précise de la vallée du Garon montre que l'obstacle était contournable, mais au prix d'un allongement de parcours d'une quinzaine de kilomètres, avec pour le moins deux grands ponts et plus de 2 km hors du sol, aux quatre cinquièmes sur des arcades atteignant 8 à 10 m de hauteur. L'économie du siphon du Garon — dont les trois éléments construits nous sont parvenus — est flagrante.

Du siphon de l'Yzeron nous restent le pont de Beaunant, et à Chaponost le réservoir de chasse juché au sommet d'un énorme pilier, aboutissement d'une longue file d'arcades (longueur 550 m, 92 arcades atteignant 15 m de haut, ensemble presque intégralement conservé) maintenant le canal de niveau sur la déclivité du Plat-de-l'Air. Le contour de la vallée en canal aurait allongé exagérément le parcours, fait perdre 20 m d'altitude, et conduit... à rejoindre l'aqueduc de Craponne en amont de son siphon ! La vallée de l'Yzeron à Beaunant est en effet notre vallée fossile. Il fallait la traverser en siphon, et à Beaunant, pour gagner l'arête de Sainte-Foy suffisamment élevée pour que l'eau puisse atteindre le sommet de Fourvière. C'est ce qui a été fait, par une prouesse technique : ce siphon est long de 2.600 m, avec une flèche de 123 m, d'où une pression de 13 bars sur le pont de Beaunant — la pression augmente d'un bar pour dix mètres d'eau —, 13 bars équivalent à 13 kg-force par cm², soit 130 tonnes par mètre carré ! Une conduite unique, de grand diamètre pour écouler le débit qui doit être partout le même, aurait éclaté bien avant une telle pression. Il a donc fallu répartir l'eau dans plusieurs tuyaux plus petits, en l'occurrence douze tuyaux de plomb — seul un métal pouvait résister —, de diamètre extérieur 27 cm, dimension connue par les empreintes laissées dans les parois des réservoirs.

En estimant l'épaisseur moyenne du plomb à 3 cm, le calcul conduit à une masse de 5.000 à 6.000 tonnes de plomb pour le seul siphon de Beaunant. De 10.000 à 11.000 tonnes pour tout l'aqueduc du Gier, 35.000 à 40.000 tonnes pour l'ensemble des quatre aqueducs : une fortune pour les pillards et les récupérateurs ; pas le moindre morceau de tuyau de siphon ne nous est parvenu...

Les tuyaux étaient juxtaposés, ce qui explique la largeur des réservoirs (5,40 m intérieurement à Chaponost ; 4,60 m au Garon, 6,45 m à la Durèze) et des ponts-siphon (7,35 m à Beaunant et au Garon), soit pour ces derniers quatre fois plus que la largeur d'un pont-canal ordinaire (1,80 m, comme pour les lignes d'arcades).

L'EXCEPTIONNELLE IMPORTANCE DES AQUEDUCS DE LUGDUNUM :

Hormis Lyon, l'ensemble du monde antique ne nous a laissé que quatre siphons bien attestés : un en Italie à Alatri, les trois autres en Turquie à Patara, Pergame, Aspendos ; ce dernier est en grande partie intact, et d'un intérêt insigne : il est triple, avec deux tours-réservoirs intermédiaires, bien que de dimensions relativement modestes, la section principale n'ayant qu'un kilomètre de long et 31 m de flèche. Deux ou trois autres sont hypothétiques (Saintes, Rodez, Arles ?...).

Les huit siphons de Lugdunum, avec leurs nombreux vestiges bien conservés, nous donnent une connaissance approfondie de cette technique parfaitement maîtrisée par les ingénieurs romains. Ils présentent un intérêt archéologique exceptionnel.

Aussi bien du point de vue technique que par l'aspect monumental « les aqueducs sont l'un des témoignages principaux de la grandeur de l'Empire Romain ».

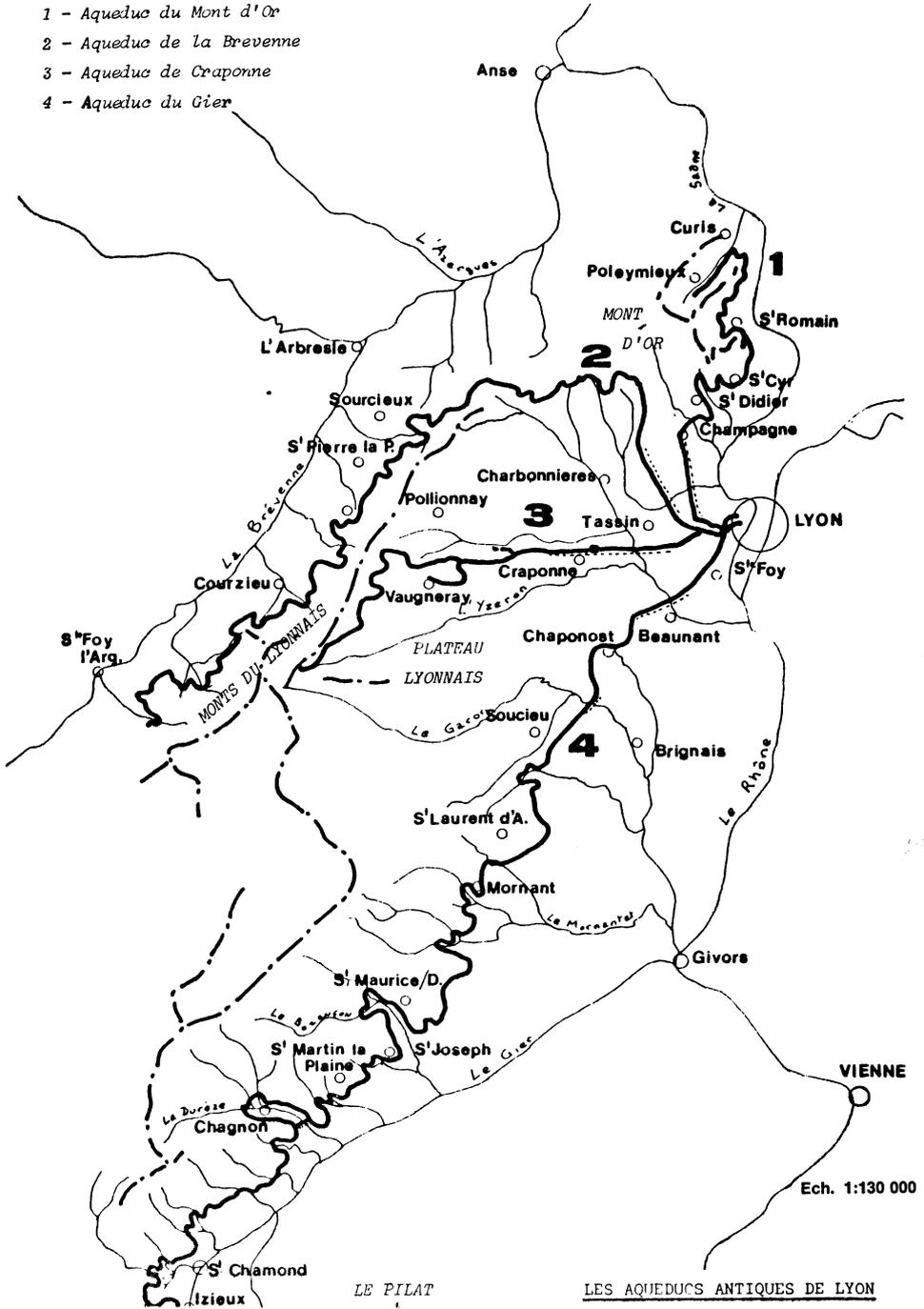
BIBLIOGRAPHIE

C. Germain de MONTAUZAN : « Les aqueducs antiques de Lyon, Etude comparée d'archéologie romaine ». Paris, 1909. Etude détaillée des aqueducs de Lugdunum, élargie à des considérations générales sur la construction, le fonctionnement, la gestion des aqueducs romains. C'est l'ouvrage de référence, auquel il faut revenir constamment (460 pages).

A signaler une publication récente :

Les Dossiers de l'archéologie, n° 38 (octobre-nov.) 1979) : « Aqueducs romains » (100 pages).

- 1 - Aqueduc du Mont d'Or
- 2 - Aqueduc de la Brevenne
- 3 - Aqueduc de Craponne
- 4 - Aqueduc du Gier



LE PILAT

LES AQUEDUCS ANTIQUES DE LYON

PROCES VERBAL DE LA SEANCE DU 12 FEVRIER 1981

Les Académie et Société Lorraines des Sciences se sont réunies le jeudi 12 février 1981, à 17 heures, salle d'honneur des Universités, place Carnot à Nancy.

La séance est ouverte sous la présidence du Docteur J. POIROT.

Une trentaine de personnes sont présentes.

Ont signé le registre : MM. POIROT, BERNA, COUDRY, MAUBEUGE, PERCEBOIS, CAMO, VEILLET, TOMMY-MARTIN, CEZARD, BUNEL, ANDRAL. Mmes BERNA, MAUBEUGE, NADLER, NONCLERCQ, DUBREUIL. Mlle BESSON.

Se sont excusés : MM. VAIZEAU de LAVERGNE, SIEST, STEPHAN, VELTIN.

Le secrétaire des séances ayant prévu son retard, le secrétaire général P.L. MAUBEUGE donne lecture du procès verbal de la séance précédente, lequel est adopté.

Le président signale la disparition de notre excellent collègue, le doyen Georges CORROY, décédé à un âge très avancé. Nous reviendrons sur sa biographie qui avait été esquissée il y a quelques années quand lui fut remise la Médaille Lorraine des Sciences.

Il signale de même le décès de notre collègue Mme WERNER, veuve de notre très fidèle président feu R.G. WERNER, professeur de biologie végétale.

De même, le président annonce comme nouveau membre à l'Académie et Société Lorraines des Sciences, M. Alfred SCHNEIDER de Roppenheim, présenté par MM. FEUGA et MAUBEUGE.

La parole est donnée à M. P.L. MAUBEUGE qui présente une note : « Découverte d'Otoites Sauzei (Ammonoidea) dans le Bajocien du département des Vosges. Position stratigraphique de cette forme indice. » Ayant procédé à des levés tectoniques à but pétrolier, de précision, secteur Attignéville, l'auteur a découvert un exemplaire de cette ammonite rare en Lorraine, qu'il fait circuler. Cette forme est une espèce indice dans la classification stratigraphique des terrains du Jurassique moyen. Il peut ainsi apporter des précisions sur sa position exacte et sur la stratigraphie du Bajocien du département des Vosges, différente de celle du secteur Nancy-Toul.

M. VEILLET signale avoir trouvé cette forme en Vendée alors qu'il pratiquait encore la géologie.

M. MAUBEUGE présente ensuite brièvement la carte hydro-géologique (feuille Pont-à-Mousson) du bassin ferrifère lorrain, dernière parue. La publication complète de la couverture du Bassin demeure compromise à la suite de la situation catastrophique des mines de fer lorraines. Ces cartes ont un but purement appliqué, pratique quant aux ressources en eau et à la protection des nappes aquifères.

Après la communication de M. MAUBEUGE, la parole est donnée au Docteur ANDRAL, contrôleur général des Services Vétérinaires, Directeur du Centre de la Rage, pour une remarquable conférence, très appréciée concernant les problèmes actuels de la rage en France. Cet exposé fait le point sur quelques données nouvelles.

La rage atteint actuellement une zone sans faille de trente départements

dans la partie Nord-Est du pays. Paris qui ne constitue pas évidemment une zone propice à la vie des renards est relativement épargnée. Sur cette ligne de front la rage a été signalée à 60 km de la mer, en Seine-Maritime.

On note, depuis quelque temps un très gros foyer en Haute-Savoie. Il est d'origine helvétique et rejoint en Isère la zone d'importation rabique venant du nord.

Depuis le 26 avril 1968, date du premier cas relevé en Moselle, 18.767 cas de rage ont été signalés au plan national dont 14.621 sur le renard. On note en outre 233 blaireaux, victimes mais non porteurs de la maladie.

Ces chiffres ne représentent pas le dixième des cas réels car il n'est pas fait état des animaux domestiques.

On a noté 103 chevreuils, 648 chats et 453 chiens. A ce propos l'orateur déplore l'insouciance des propriétaires de chiens qui ne font pas vacciner leurs bêtes.

On a signalé également 1.764 bovins malades. Ces bovidés jouent le rôle de révélateur du passage d'une épidémie lorsque l'on n'a pas encore relevé de renards atteints.

Les transactions commerciales peuvent faire apparaître des foyers de rage à très longue distance du front d'invasion. Cela peut être dangereux pour l'homme lorsque le personnel médical n'est pas encore averti.

La rage peut apparaître n'importe quand, n'importe où, mais cela ne signifie pas que le foyer pourra se développer, car beaucoup de facteurs favorables doivent intervenir concomitamment et notamment le nombre de renards rencontrés dans la région nouvellement atteinte.

Quelques données nouvelles sont alors exposées.

L'épizootie s'est modifiée. Après la disparition de 75 à 80 % de la population de renards, on assiste à une phase silencieuse avec quelques cas. Puis la population se reconstitue et la seconde phase épizootique n'évolue plus alors sur un front continu mais en foyers mouvants.

On a appris à mieux connaître le virus qui est dans la salive du renard cinq jours avant les signes de la maladie. Chez le chien il peut s'y trouver jusqu'à dix jours auparavant, ce qui explique les délais d'observation d'un chien suspect (dix jours pour l'OMS, quinze jours en France).

Le virus n'est dans la salive que de 60 à 65 % des chiens enrégés, mais dans 95 % des cas, dans celle des renards malades.

Si on titre la quantité de virus contenue dans la glande salivaire d'un renard sauvage atteint par la maladie, on note que la glande sous-maxillaire renferme assez de virus pour contaminer 68 millions d'autres renards.

D'autre part on a constaté que 1 ml d'une dilution de 1/34 millionième en poids de glande salivaire peut tuer 50 % des renards inoculés.

Le tiers de la dose nécessaire pour tuer une souris de 12 grammes, peut tuer un renard de 5 kg.

Le furet et la buse sont très résistants à l'inoculation puisque pour cette dernière il faut une dose 100.000 fois supérieure à celle qui rend le renard enrégé.

La contamination du renard est possible par voie buccale ou par aérosol, la muqueuse pituitaire étant très riche en terminaisons nerveuses.

La contamination à minima peut n'être suivie de la maladie qu'à l'occasion d'un stress ou consécutive à la fatigue d'un combat.

On a noté le rôle ambigu du B.C.G. qui, administré au moins 28 jours avant l'inoculation de la rage, protège autant que le vaccin, mais s'il est administré moins de 8 jours avant l'inoculation, il entraîne une mortalité supérieure.

Un médicament le HPA est virulicide, il ralentit ou stoppe le développement du virus chez l'animal. On observe ainsi des survies mais son rôle n'est pas supérieur à celui du vaccin. Une expérience de 10 ans et de 18.000 cas on permis de constituer une banque de données pour une étude sur ordinateur; ce qui permet de créer des modèles pour des études épidémiologiques ou prophylactiques.

Enfin, l'emploi des hybridomes rend compte de l'existence de variétés de virus rabique, permet de différencier les virus sauvages des virus vaccinaux. On a constaté de cette façon que le virus de Pasteur n'avait pas varié depuis 1883 mais aussi que ce virus utilisé en Amérique du Sud diffère des souches locales et partant ne protège pas suffisamment.

Toute une série de participants à la séance présentent des remarques. Mme NONCLERCQ, vu l'emploi de l'ordinateur, demande si, sur l'exemple des Alpes et du Lot cités, on peut déduire quand d'un département à l'autre il y aura infection; la réponse est négative du fait du manque de trop d'informations paramétrées.

M. BUNEL signale avoir le 10 septembre 1980, en Savoie, à 11 heures du matin, vu une fermière tuer un blaireau qui se laissait massacrer au lieu de fuir; il ignore la suite et si la bête était contaminée; ce dont doute peu le Dr ANDRAL.

M. MAUBEUGE rappelle son propre cas de poursuite par un renard agressif relaté au bulletin, au Sud-Ouest de Neufchâteau. M. MAUBEUGE s'inquète si on a constaté des chats domestiques enrégés en bordure du Plateau de Malzéville; réponse, il y a eu des cas, mais pas directement dans les localités voisines, à forte densité d'habitat.

A la suite d'une question de Mme NONCLERCQ sur l'affaiblissement des renards, il est répondu qu'il faut un ensemble de causes pour que la cellule soit réceptive du virus; mais une cellule saine peut être directement attaquée par un virus spécialement adapté à une attaque fulgurante. L'affaiblissement augmente la vitesse de l'attaque et de la diffusion, mais le virus est la cause suffisante vu son caractère électif sur certaines cellules.

Sur d'autres questions M. ANDRAL développe le problème du vaccin pour le renard; mais les vaccins donnent la rage aux rongeurs.

M. MAUBEUGE à propos des remarquables réponses de l'ordinateur prend volontairement le cas absurde basé sur le constat de l'absence de rage en Hollande mais présente en Allemagne Fédérale. L'ordinateur ne risque-t-il pas de répondre que le problème est lié à un état monarchique et à une démocratie républicaine. M. ANDRAL comprend bien la valeur de l'exemple; d'une part il peut être répondu : « Question absurde », mais une réponse est impossible car tout dépend des éléments introduits dans la codification, à la mise en équation.

Le Dr POIROT insiste sur la situation dans les Vosges et évoque l'intérêt d'y réintroduire le lynx; ce qu'admet M. ANDRAL. Le Pr PERCEBOIS évoque l'utilisation prometteuse des hybridomes.

Les questions étant épuisées, le président félicite à nouveau l'orateur et lève la séance à 19 h 20.