Zeitschrift: Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 53 (1980)

Heft: 1

Artikel: Les espèces culicidiennes (Dipt. Culicidae) de la réserve de Pouta Fontana (Valais central) : étude écologique et démoustication

Autor: Raboud, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-401948

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE
53, 11-125, 1980

Les espèces culicidiennes (Dipt. Culicidae) de la réserve de Pouta Fontana (Valais central): étude écologique et démoustication[1]

G. RABOUD
Institut d'Entomologie, Ecole Polytechnique Fédérale, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich

Cat

Mosquitoes (Dipt. Culicidae) of the reservation of Pouta Fontana (Central Wallis, Switzerland): Ecological study and control - Among the numerous mosquito species occurring in the reservation of Pouta Fontana (Central Wallis) and belonging to the genera *Aedes, Anopheles, Culex, Culiseta* and *Mansonia, Aedes vexans* MEIGEN is responsible for more than 90% of the nuisance caused by mosquitoes to the inhabitants of Pramagnon, which is the village located near the reservation. The population increase of this species, which lays eggs on damp ground, is fundamentally related to the hydrodynamics of the reservation, which determines the places and periods of mosquito proliferation. The larval habitats of *A. vexans* are generally located in damp areas periodically flooded by the rise of the groundwater in late springtime following snow melt. In Pramagnon, these habitats are located in the reservation of Pouta Fontana as well as in neighbouring residential areas.

During sampling throughout the Wallis, in Les Grangettes (Vaud) and in Portalban (Fribourg), 24 mosquito species (4 new ones for Switzerland) were recorded. Distribution and seasonal occurrence were described and correlations between mosquito species, vegetation and accumulation of standing water. The pest mosquitoes of the alluvial plain are mainly represented by *A. vexans, Aedes cinereus* MEIGEN, *Aedes cantans* MEIGEN and *Aedes annulipes* MEIGEN, whereas those of the montane and subalpine belts are represented by *Aedes cataphylla* DYAR, *Aedes communis* DEGEER and *Aedes pullatus* COQUILLET.

In Pramagnon, the larvae of *A. vexans* and *A. cinereus* usually appear between the end of April and the beginning of June in the herbaceous community as well as in the depressions of the shruby and arborescent communities of the damp area. Depending on temperature, they complete their aquatic development within 10 to 21 days. Males live up to one month after emergence, females up to three months.

Biting activity of *A. vexans* and *A. cinereus* is crepuscular: indeed 65% of the daily biting catches are concentrated within a period of 3 hours at twilight, determined by astronomical sunset. *A. vexans* females fly for considerable distances: they are common in the village of Pramagnon and they even reach the plateau of Nax, 700 m higher. *A. cinereus* is a sedentary species which doesn't reach the village of Pramagnon less than one km from its breeding places. *A. vexans* prefers resting places in natural arborescent communities and in planted trees or ornamental hedges, but is seldom found in the herbaceous communities where larvae occur. *A. cinereus* adult resting places are situated near or in herbaceous communities colonized by willows and weeds where larvae are also found.

For reasons of efficacy (protection of the inhabitants against mosquitoes) and selectivity (conservation of flora and fauna), anti-larval chemical methods have been chosen to control mosquitoes. For the time being, a non-conventional chemical, the insect growth regulator (IGR) Dimilin® (diflubenzuron), is being used. Treatment tests have been made in Portalban (FR) and in St Martin-de-Bavel (Ain/France) on mosquito species such as *Aedes rusticus* (ROSSI), *A. cantans* and *Culiseta morsitans* (THEOBALD) which live in cold water, and on spring species such as *A. vexans* in Pramagnon (VS) living in more temperate water. Dimilin has an efficacy of practically 100% when used at the rate of 50 g a.i./ha. Mortality, which occurs at a preimaginal moulting, is total between the 5th and 45th day after the application. Water temperature has no influence on efficacy, but does influence the rapidity of mortality. Dimilin is stable no more than six days in water.

The mosquito control program in Pramagnon includes the supervision of the groundwater level, the identification of flooded areas (which are potential breeding areas) with the aid of vegetation and contour maps, larval survey, and application of the larvicide not more than eight days after flooding of verified *A. vexans* larval breeding sites.

[1]Thèse de doctorat réalisée sous la direction du Prof. Dr. V. Delucchi et soutenue à la Section des Sciences Naturelles de l'EPFZ le 3 septembre 1979. Travail ayant bénéficié de l'appui financier du Canton du Valais, Département de l'Environnement.

Table de matière

1 Caractères géographiques 13

1.1 Situation géographique 13
1.2 Climat de la région 13
1.2.1 Méthodologie 14
1.2.2 Précipitations 14
1.2.3 Températures 14
1.2.4 Vents 14
1.3 Hydrogéologie 15
1.3.1 Alimentation hydrique de la réserve 15
1.3.2 Hydrodynamique de la réserve 15
1.3.3 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de la réserve 17
1.3.4 Températures de l'eau de la réserve 19

2 Végétation, faune et vocation de la réserve 19

2.1 Végétation 19
2.1.1 Raisons de son étude 19
2.1.2 Détermination et analyse des associations végétales 20
2.1.3 Cartographie de la végétation et des isohypses 22
2.2 Faune 24
2.3 Vocation 25

3 Moustiques 25

3.1 Détermination des espèces culicidiennes 25
3.2 Notes biologiques 27
3.3 Dynamique des populations préimaginales 28
3.3.1 Comportement et développement des œufs d'A. vexans 28
3.3.2 Densité des larves et des nymphes 29
3.3.3 Durée et développement larvo-nymphal d'A. vexans et d'A. cinereus 32
3.3.4 Populations larvo-nymphales en Valais, aux Grangettes et à Portalban 34
3.4 Dynamique des populations imaginales 43
3.4.1 Matériel et méthodes 43
3.4.2 Résultats et discussion 45
3.5 Agents pathogènes et prédateurs 57

4 Lutte contre les moustiques 58

4.1 Problématique 58
4.2 Analyse des possibilités de lutte 58
4.2.1 Lutte physique 59
4.2.2 Lutte biologique 60
4.2.3 Lutte chimique 61
4.3 Essais de traitements anti-larvaires avec le dimilin 62
4.3.1 Matériel et méthodes 62
4.3.2 Résultats 63
4.3.3 Discussion 67
4.4 Programme de lutte 71

5 Conclusion 72

6 Résumé 73

7 Remerciements 74

8 Bibliographie 75

Les habitants de Pramagnon (commune de Grône, VS), village à caractère résidentiel et agricole, se sont plaints d'une nuisance causée par des moustiques provenant, selon l'opinion des habitants, de la réserve humide de Pouta Fontana située à l'ouest du village. En 1973, les attaques des moustiques furent telles que des enfants durent recourir aux soins médicaux. Dès lors, les autorités communales ont contacté des spécialistes afin de trouver une solution adéquate au problème. Des experts de l'industrie agrochimique proposèrent, après de courtes recherches en 1974, une lutte adulticide basée sur des traitements insecticides sous forme de brouillard (BECKMAN & MOYSES, 1975). Cette méthode, qui nécessite des traitements répétés (1 par semaine, 6 à 10 pendant la saison) et difficiles à appliquer à cause du vent et de la toxicité du produit pour les abeilles, n'a pas retenu l'attention des autorités qui s'en référèrent à l'Etat, propriétaire de la réserve de Pouta Fontana. En séance du 24 décembre 1975, le Conseil d'Etat décida de confier à l'Institut d'Entomologie de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich une étude écologique sur les moustiques de la région de Pramagnon dans le but de définir une stratégie de lutte efficace contre les moustiques, mais sans conséquence pour le reste de la faune de la réserve.

Toute opération de lutte, pour être efficace et rationnelle, se base sur l'étude de la biologie et de l'écologie des insectes nuisibles concernés. L'identification et la localisation des espèces culicidiennes, la dynamique des populations larvo-nymphales et imaginales, la cartographie des gîtes larvaires et de la végétation, l'étude des conditions climatiques et de l'hydrodynamique ont constitué la base sur laquelle il a fallu élaborer une lutte efficace, opérationnelle et conforme à la préservation de l'équilibre naturel et à la vocation de la réserve.

1 CARACTERES GEOGRAPHIQUES

1.1 Situation géographique

Pramagnon, village de la commune de Grône, est situé en Valais central sur la rive gauche de la plaine du Rhône. Il est dominé par des pentes abruptes s'élevant jusqu'aux plateaux de Nax et de Loye, situés respectivement 700 et 400 m plus haut et séparés par le torrent de la Dérotchia. Exposé au nord, situé sur un cône de déjection, il est à mi-chemin des centres urbains de Sion et de Sierre. Devant lui s'étend une plaine large de 1 km environ où l'arboriculture impose son empreinte. A son côté ouest et nord-ouest s'étend une zone humide et semi-humide d'une superficie de 50 ha (gravières non comprises) constituant les marais de Pouta Fontana dont 29 ha environ ont été déclarés site protégé par arrêté cantonal du 9 juin 1959; la zone humide est située sur les communes de Grône et de Sierre (anciennement Granges) (figs. 1 et 2).

1.2 Climat de la région

Le climat du Valais constitue une particularité en Suisse qui est déterminée par la structure géographique du canton: la plaine du Rhône s'étend entre les remparts montagneux septentrional et méridional où se trouvent les plus hauts sommets des Alpes. Cette particularité se répercute sur la flore et l'entomofaune

qui sont représentés par des espèces uniques en Suisse. Les particularités climatiques du Valais central se résument à des précipitations peu abondantes et irrégulières, à une forte insolation et à un fort rayonnement, à des extrêmes de température marqués, à une acuité des gels printaniers, à un régime éolien propre et à une humidité faible.

1.2.1 Méthodologie

Les données météorologiques ont été en partie mesurées sur place, en partie empruntées à la station météorologique de Sion. Un thermohygrographe Lamprecht, un pluviographe Hellmann et un anémographe Woelfle ont été utilisés dans la zone étudiée.

1.2.2 Précipitations

Le Valais central est la région la plus sèche de Suisse (Bouët, 1972). Les précipitations annuelles moyennes y sont de 600 mm, alors qu'elles atteignent 800 à 1100 mm sur le Plateau ouest et dans le nord de la Suisse, 2000 mm sur le Jura et même 4000 mm au sommet des Alpes (Hess, Landolt & Hirzel, 1967). La fig. 3 représente la distribution des précipitations journalières mesurées à Pramagnon pendant la saison estivale. En dehors de la saison estivale, les données ont été recueillies à Sion (7 km plus à l'ouest) car, comme le font remarquer Primault & Catzeflis (1966), les valeurs de Sion sont valables pour la région allant de Charrat à Sierre-Chippis. La variation des précipitations saisonnières pendant la période de recherches 1976–1978 est très irrégulière et cela correspond aux conclusions de Primault & Catzeflis (1966) basées sur 60 ans de mesure à la station météorologique de Sion; ils ont cependant remarqué que le mois d'août est le plus pluvieux, suivi du plein hiver: cette observation n'est plus valable si l'on considère le Haut-Valais ou le Bas-Valais. Comme le note Bouët (1972), «il n'y a pas à proprement parler de saisons des pluies et de saisons sèches en Suisse romande» et «dans le fond de la vallée entre Martigny et Brigue, la pluie est un accident quelque peu insolite, alors qu'ailleurs elle fait partie du pensum habituel».

1.2.3 Températures

L'amplitude des variations de température mesurée à Pramagnon (fig. 3) est particulièrement forte en été (la différence entre le jour et la nuit peut atteindre 20 °C); l'hiver, par contre, offre une faible amplitude car la zone étudiée, située plein nord, ne reçoit pratiquement pas de soleil pendant la période de novembre à janvier; c'est une saison très froide, avec 19 jours sans dégel en 1976/77 et 27 en 1977/78. L'amplitude annuelle de température plus grande à Sion qu'à Lausanne (Bouët, 1972) vient du fait que le Valais central, plus continental que le bassin lémanique, se distingue par une plus forte insolation (2100 h par an à Sion) et par un plus fort rayonnement (Primault & Catzeflis, 1966); la radiation nocturne est responsable des gels printaniers, favorisés par les courants froids descendant des sommets encore enneigés.

1.2.4 Vents

Une des caractéristiques climatiques valaisannes est le rythme nycthéméral amont-aval-amont des brises ou vents réguliers de beau temps (Bouët, 1972). La fig. 4 représente les roses des vents ainsi que l'inversion et les forces relatives des

vents pendant un jour de beau temps à Pramagnon; les mesures faites aux différents endroits autour du village se basent sur la direction de la fumée produite par des feux de foin. Pendant la journée, la brise de vallée souffle d'aval en amont en présentant un maximum d'intensité au milieu de l'après-midi; de nuit, la brise de montagne souffle en sens inverse d'amont en aval, mais beaucoup plus faiblement. La renverse des brises de beau temps (où la brise tourne de 180°) a lieu vers 9 h le matin et vers 21 h le soir pour la saison d'été. Le régime normal des brises de beau temps est troublé soit par le fœhn, soit par le vent d'aval de mauvais temps (BOUËT, 1972).

1.3 Hydrogéologie

L'eau, support vital de la vie larvaire des culicides, influence la phénologie de leur développement aquatique en tant que milieu. L'alimentation hydrique des biotopes larvaires, l'hydrodynamique, les caractéristiques physico-chimiques de l'eau et sa température sont autant de facteurs qui influencent la physionomie végétale et faunistique des zones humides en général, la vie larvaire culicidienne en particulier.

1.3.1 Alimentation hydrique de la réserve

L'alimentation en eau des marais de Pouta Fontana près de Pramagnon se fait par des nappes aquifères, par des eaux de source et de résurgence, par des eaux météoriques et par un canal qui traverse les marais. Les nappes aquifères récoltent les eaux de pluie et de fonte des neiges du bassin versant. Le bassin versant est limité au nord par le Rhône, à l'est par l'axe des crêtes qui va de Chippis aux Becs de Bosson en passant par le village de Vercorin, les Montagnes de Tracui et le Roc d'Ortsiva, au sud par le cirque des Becs de Bosson et de La Maya, à l'ouest par l'axe des crêtes qui va de la Maya au pont de St-Léonard sur le Rhône en passant par le Mont Noble et le village de Nax (fig. 1). Le canal collecteur est alimenté par les torrents du bassin versant, ainsi que par les eaux épurées de la station d'épuration de Granges, dont les eaux usées proviennent des communes de Grône, Chalais, Granges (Sierre), Nax et Lens. Les eaux météoriques, peu importantes sur les marais de Pouta Fontana, alimentent les torrents et les eaux d'infiltration du bassin versant, qui reçoit plus d'eau en montagne qu'en plaine. Les nappes aquifères sont de 2 types dans la zone de la réserve naturelle de Pouta Fontana: une nappe aquifère captive, emprisonnée entre des couches lithologiques imperméables et située le long de la route Bramois-Grône, et une nappe phréatique, située dans la presque totalité de la superficie de la zone humide.

1.3.2 Hydrodynamique de la réserve

Méthodologie

Les variations de niveau d'eau ont été mesurées à l'aide de piézomètres pour les nappes aquifères, à l'aide de niveaux gradués pour les eaux de surface. Les piézomètres sont des tubes métalliques de 8 cm de diamètre et de 5 m de long, crépinés sur 50 cm et enfoncés à 4 m de profondeur dans le sol. Pour le Rhône, les variations de niveau d'eau ont été enregistrées sur limnigraphe au pont de

Granges (fig. 1): ces valeurs ont été obtenues au Service des forces hydrauliques à Sion. L'emplacement des appareils de mesure est représenté à la fig. 5.

Résultats et discussion

Les résultats des variations des niveaux d'eau sont représentés à la fig. 3. Les variations de niveau d'eau sont du type glaciaire. Elles laissent apparaître un grand cycle annuel avec un minimum en hiver (basses eaux), une montée des eaux en général à fin avril-début mai, un maximum en été pendant les mois de juin et juillet (hautes eaux), consécutif à la fonte des neiges, et une décrue automnale, amorcée vers fin juillet. Ce cycle présente des irrégularités, provoquées par la variabilité de la météorologie et particulièrement visibles en période de basses eaux. L'amplitude des variations de niveau d'eau (80 à 200 cm) est fonction du régime hydrique, de la texture et de la structure du sol. Le piézomètre Ab permet d'observer les variations du niveau d'eau d'une nappe aquifère captive; il s'agit d'une nappe alimentée par les eaux d'infiltration provenant du coteau et du plateau de Nax. La pression de l'eau emprisonnée se traduit par un niveau d'eau piézométrique particulièrement élevé, plus haut que le niveau du sol à sec, et par une faible amplitude de variation (70 cm). Des résurgences dans le sol et sous l'eau, situées le long de la route Bramois-Grône (fig. 6), indiquent des failles dans les couches lithologiques imperméables; la source qui débouche dans l'étang A provient également des eaux d'infiltration. Le niveau d'eau dans le piézomètre Ab exprime donc plus un phénomène physique artificiel que le niveau réel d'une nappe d'eau. Les variations du niveau des eaux de surface dans les secteurs A et D, représentés par les niveaux gradués I et V (fig. 29), font la transition entre le régime des eaux de source et de résurgence et le régime des eaux de la nappe phréatique. Ces eaux de surface sont sous la dépendance des hautes eaux du secteur E pendant l'été; en dehors de cette saison et à une cote propre à chacun des deux secteurs (497,80 pour A et 498,30 pour D), le niveau de l'eau cesse de baisser, au contraire de celui de la nappe phréatique. La nappe aquifère phréatique, représentée par les piézomètres Ea et Ka, est alimentée par les eaux du bassin versant. Le piézomètre Ka reproduit les variations de niveau d'eau d'un sol graveleux, donc très perméable, avec une amplitude annuelle jusqu'à 200 cm, le piézomètre Ea celles d'un sol tourbeaux et le niveau gradué VII celles d'un sol vaso-limoneux qui tamponnent l'amplitude annuelle (150 cm). Le piézomètre Ka représente les variations de niveau d'eau du secteur Ha. En été, ces variations sont sous la dépendance du secteur B, représenté par le niveau gradué VII, lorsque le niveau des eaux est supérieur à la cote 497,90. Lorsque le niveau des eaux est inférieur à cette cote, chaque secteur reprend son autonomie de variation qui est fonction de la texture et structure du sol. La délimitation des secteurs de la zone humide est basée sur ces comportements hydrodynamiques différents (fig. 5). Elle reflète également la déclivité naturelle de la nappe phréatique, et disparaît lorsque l'eau atteint un niveau élévé et recouvre uniformément tous les secteurs.

Le canal qui traverse la réserve naturelle de Pouta Fontana influence, en période de hautes eaux, les variations de niveau d'eau des secteurs adjacents. Cette influence est due d'abord aux nombreuses failles le long du lit du canal, ensuite au simple débordement favorisé par une élévation sensible de son lit, due à un apport de matériaux. Ce phénomène entraîne l'apparition de courants d'eau dans la réserve et le dépôt d'une couche de limon allant de quelques centimètres à 70 cm dans les dépressions qui se situent le long du canal (fig. 6). Il en découle une altération sensible de la végétation, soit par changement constitutif du sol, soit par

élévation du niveau du sol par rapport à l'eau (changement des conditions hydromorphiques). Le comblement du lit du canal à la sortie de la réserve, suite au déversement des boues d'une carrière, a pour conséquence une diminution du tirant d'eau et une élévation progressive des basses eaux dans le secteur B (fig. 3) en période d'étiage. Certains plans d'eau temporaires ne s'assèchent plus.

Le régime hydrique est variable d'une année à l'autre. L'année 1976 fut particulièrement sèche; le niveau des hautes eaux fut, en moyenne, de 40 cm inférieur à celui des années 1977 et 1978, entraînant par conséquent une superficie d'inondation plus faible (fig. 21). En 1977, l'hydrodynamique régulière de la période verno-estivale était normale. Une hydrodynamique normale, dans la région, obéit au cycle général décrit plus haut, mais qui peut être sujet à des écarts, comme les deux crues de l'été 1976, celles de décembre 1976, février 1977, février et mars 1978, et la crue exceptionnelle de juin 1978.

1.3.3 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de la réserve

Les mesures concernant la conductibilité de l'eau (µS/cm: micro-Siemens par centimètre) ont été faites avec un appareil LF 56 WTW (Leitfähigkeit 56, Wissenschaftliche technische Werkstätten, D-812 Weilheim). Les analyses physico-chimiques de l'eau ont été faites par le laboratoire cantonal de Sion. Les résultats se trouvent aux tabl. 1 et 2.

Tabl. 1: Résultats des analyses physico-chimiques de 4 échantillons d'eau (1, 2, 3, 4) prélevés le 13 novembre 1977 dans les secteurs A et B de la réserve de Pouta Fontana (emplacement voir fig. 2).

		A		B	
		1	2	3	4
pH		7,4	7,3	7,7	7,8
Dureté totale:	D. fr.	163,4	162,2	36,0	34,4
Dureté passagère:	D. fr.	15,5	15,4	17,0	17,1
Calcium	mg/l	470,8	472,8	81,2	85,2
Ammoniaque	"	0,01	0,01	0,07	0,20
Chlorures	"	1,1	1,6	5,7	6,4
Sulfates (turbidimétrie)	"	1303	1314	179	163
Nitrites	"	0,003	0,001	0,075	0,091
Nitrates	"	1,68	2,20	6,11	5,90
Oxydabilité ($KMnO_4$)	"	3,9	3,2	6,1	5,7
Magnésium	"	111,0	106,9	38,3	31,7
Phosphates	"	0,002	0,002	0,089	0,114
Carbonates	"	189,1	187,9	207,4	208,6
Sodium	"	6,0	5,0	30,0	30,0
Potassium	"	3,6	3,2	3,2	3,0

Tabl. 2: Conductibilité (µS/cm) et température (°C) de l'eau mesurées à différents endroits de la réserve de Pouta Fontana (emplacement voir fig. 2).

	22.7.76		29.7.76		12.8.76	
Endroits	µS/cm	°C	µS/cm	°C	µS/cm	°C
Source (1)	16,5	10	16,5	10	16,4	10
A2	8,0	15	19,0	21	11,0	18,5
A3	16,5	13,5	18,5	16,5	19,5	15
C1	16,0	13,5	18,0	14,5	17,5	14,5
C2	16,5	14,5	14,0	15	16,5	15
D1	20,5	16	23,0	22	22,5	20
E6	10	18	11,5	20	11,1	20
E1	12,5	16	-	20,5	15,6	17,5
E4	12,5	18	17,5	22,5	13,6	20,5
G1	-	-	7,4	-	-	-
canal amont (R1)	4,1	12	4,3	14	3,9	13
canal aval (R2)	7,5	13	7,3	15	6,3	12,5
fontaine Pramagnon (F0)	-	-	2,6	-	-	-
Rhône (R0)	8,7	8,5	9,5	9,5	1,4	10
H12	6,8	16,5	7,0	19	8,9	21,5
H11	4,9	15	7,1	19,5	4,7	16
H6	4,1	16	4,8	20,5	5,5	19
B4	5,4	18	4,5	22	4,3	22
B2	4,4	14,5	4,4	17	3,9	15,5
K11	4,5	14	5,5	16	4,5	15,5
K7	4,3	13	4,9	17	4,2	15
K1	4,9	15,5	5,3	19,5	4,6	15,5

Les mesures concernant la conductibilité permettent de séparer la réserve en deux parties: l'une à gauche et l'autre à droite du canal. La conductibilité élevée du côté gauche (source 16,5 µS/cm, A3 16,5, D1 20,5, E6 10, E4 12,5, etc.) corrobore les observations faites sur l'alimentation de ces secteurs. En effet, les nappes aquifères de ces secteurs sont alimentées par le versant de la montagne dont la roche est riche en gypse. Les eaux s'enrichissent en calcium, en sulfates et en magnésium, sels minéraux qui augmentent la conductibilité. Les résultats de la partie droite indique une teneur plus faible en sels minéraux (H12 6,8 µS/cm, H6 4,1, K1 4,9, B2 4,4, etc.). L'alimentation en eau de cette partie provient du versant

amont. Le canal collecteur alimente également la nappe lorsqu'il déborde. A la sortie du canal de la réserve (R2), la conductibilité moyenne de 7 µS/cm environ vient du mélange des eaux du côté droit et gauche du canal. Les teneurs plus élevées du côté droit en ammoniaque, chorures, sodium, nitrites, nitrates et phosphates sont la conséquence du déversement des eaux épurées de la station d'épuration de Granges dans le canal qui traverse la réserve et qui présente des failles sur son parcours, principalement du côté droit, (fig. 6). La forte concentration en sulfates dans le secteur A favorise le développement de thiobacilles (plaques roses, blanches et grises) lorsque la profondeur de l'eau n'excède pas 20 cm. A cause de la dureté élevée (160 degrés français) de cette eau, il manque certaines ceintures de végétation caractéristiques d'un atterrissement dans les zones humides (cf. chap. végétation).

1.3.4 Température de l'eau de la réserve

La température de l'eau a été mesurée à l'aide de thermomètre à maxima et minima fixés horizontalement à une planche de bois et posés sur l'eau, la face immergée. Les relevés ont une fréquence bi-hebdomadaire. L'intérêt des mesures de la température réside dans l'influence qu'elle exerce sur la vitesse de développement larvaire, sur l'activité et la dégradation d'un insecticide (chimique ou biologique) employé en lutte larvicide.

Les résultats les plus complets concernant les relevés de la température (fig. 7) ont été obtenus en 1977 et nous révèlent différents types de comportement thermique. Dans la station E1 (fig. 5) il y a une forte amplitude de variation de la température au mois de mai, pouvant passer de 7,5 à 27 °C en une journée; cette amplitude diminue en cours de saison. La station E1, en général fauchée en automne, présente une surface d'eau libre lorsqu'elle est inondée, car les roseaux *(Phragmites communis)* et les laîches élevées *(Carex elata)* ne sont que de petites pousses vertes au début de mai. Lorsque le soleil brille, il réchauffe rapidement l'eau, mais, la nuit, la déperdition thermique est d'autant plus grande qu'il n'y a pas de couche végétale protectrice et que le mois de mai valaisan est réputé pour ses gels nocturnes et ses nuits fraîches. A mesure que la saison avance, la végétation pousse et forme une protection face aux rayons du soleil, empêchant un réchauffement direct; l'amplitude faiblit. A ce phénomène s'ajoute l'effet de la masse d'eau. Entre début mai et début juillet la profondeur de l'eau augmente, de même que la masse d'eau à réchauffer. Les écarts de température entre le jour et la nuit diminuent, suite à l'inertie thermique de cette masse d'eau. Dans la station A2, l'amplitude des variations thermiques de l'eau est plus élevée en septembre qu'en été, car en septembre le niveau d'eau a baissé jusqu'à une profondeur de 10 à 20 cm. Cette tranche d'eau se réchauffe et se refroidit plus rapidement qu'une tranche d'eau de 60 à 80 cm. Le thermomètre de la station C1, placé à l'ombre d'un saule, a été moins sujet aux phénomènes précités.

2 VEGETATION, FAUNE ET VOCATION DE LA RESERVE

2.1 Végétation

2.1.1 Raisons de son étude

La végétation, intégrateur des facteurs du milieu, doit servir, de par sa cartographie, à l'établissement de corrélations entre les différents groupements

végétaux et les espèces culicidiennes (Rioux *et al.*, 1967), en vue d'une lutte plus ponctuelle dans le temps et dans l'espace. L'utilisation d'un indicateur biotique pour la caractérisation des gîtes larvaires a été reprise dans les travaux de démoustication en France et y constitue un outil indispensable. La réalisation de la carte écologique (Cousserans *et al.*, 1969; Ozenda, 1973) se base sur la notion de niveau (= groupement chez Rioux *et al.*, 1967) écologique défini comme «l'unité biologique élémentaire caractérisée par une composition floristique homogène révélatrice des conditions tant physico-chimiques que biotiques bien définies»; le niveau est caractérisé par un type de sol, par une hydromorphie, par une composition et une structure floristique homogène et par un éventail d'espèces culicidiennes propres. La mise en eau de niveaux équivalents n'est pas forcément synchrone; c'est pourquoi il a fallu définir des unités de mise en eau (Cousserans *et al.*, 1969; = secteur ou ensemble chez Rioux *et al.*, 1967; = zone chez Ozenda & Pautou, 1971). Ces unités constituent des ensembles fonctionnels autonomes, regroupant un certain nombre de niveaux et ayant chacune un régime hydrique propre (unité de mise en eau par remontée de la nappe phréatique, unité de mise en eau par la pluie, unité de mise en eau par débordement de fleuve, etc.). A Pramagnon, il n'y a qu'une seule unité de mise en eau, notamment par remontée de la nappe phréatique. La lecture de la carte, en connaissant le niveau de l'eau, permet de préciser les endroits de mise en eau et de leur superficie. La prospection larvaire permettra de constater la positivité des gîtes, à la suite de laquelle la décision des moyens de lutte et de la date d'intervention sera possible (Cousserans *et al.*, 1969).

2.1.2 Détermination et analyse des associations végétales

La détermination des associations végétales, réalisée dans les limites de la réserve par Bressoud *et al.*, (1977), a été étendue au secteur nord et nord-est. Elle emprunte la même méthodologie; la nomenclature est tirée de Hess *et al.*, (1967, 1970, 1972). La végétation en évolution et en mosaïque, le manque de ceintures caractéristiques, les associations floristiquement pauvres, l'influence anthropogène encore marquée ont été autant de problèmes pour la détermination des unités phytosociologiques (Bressoud *et al.*, 1977). Comme ces auteurs le remarquent dans leur esquisse végétale historique de la réserve, basée sur des photographies aériennes datant de 1946, 1949, 1958 et 1975 du Service topographique fédéral, l'élévation du niveau moyen de l'eau est perceptible par l'apparition des étangs temporaires primitivement constitués par des roselières régulièrement fauchées pour l'obtention de litière. Dans la partie sud de la réserve, le fauchage est encore effectué pour conserver des associations à laîches et à roseaux, en voie de disparition par colonisation arbustive. Aux facteurs édaphiques, hydromorphiques et climatiques qui déterminent la physionomie végétale, s'ajoutent les facteurs anthropogènes comme le fauchage (déjà mentionné), le feu, l'apport de matériau et l'altération des conditions physico-chimiques de l'eau. Le canal, qui traverse la réserve, a servi de collecteur des eaux usées avant la construction de la station d'épuration, et sert actuellement de collecteur des eaux épurées de cette station. Depuis 1959, le feu a sévi plusieurs fois, soit en avril 1967, 1969, 1974 et en mars 1976 (fig. 2) sur une superficie plus ou moins grande suivant les années. Le feu, considéré comme un accident, est apprécié des villageois, car il serait, suivant leur conviction, la cause d'une diminution sensible des moustiques. Les échantillon-

nages larvaires effectués en 1976 dans la zone brûlée réfutent cette argumentation (cf. Dynamique des populations larvo-nymphales).

Les relevés (tabl. 3), effectués au mois d'août et septembre, montrent une composition floristique pauvre, due en partie à la saison avancée, en partie au dépôt d'une couche de limon qui a soustrait certaines herbes à l'observation. L'analyse des associations végétales du présent travail est un complément de celle effectuée par BRESSOUD *et al.* (1977). On notera l'absence des ceintures caractéristiques de l'atterrissement appartenant à l'alliance du *Potamogetonion.*

Scirpo-Phragmitetum W. KOCH 1926 (phragmitaie)

L'association est représentée par les faciès à *Typha latifolia* et *T. angustifolia* (massettes), à *Phragmites communis* (roseaux) et à *Carex elata* (laîches élevées).

- Faciès à *Typha latifolia* et *T. angustifolia.*

Ce faciès pionnier (relevé 41) se trouve isolé dans une petite dépression. Il précède la faciès à *Phragmites communis.* Inondé 6 mois par année, il disparaît avec l'élévation progressive du niveau du sol par dépôt de limon.

- Faciès à *Phragmites communis.*

C'est un faciès où *Phragmites communis* constitue le plus souvent un peuplement pur. La profondeur de l'eau varie entre 80 et 120 cm pendant l'été; ce faciès s'assèche en hiver dans les endroits considérés. Certains endroits (relevés 3, 32, 40) ont été rehaussés de 50 à 70 cm de limon et de sables fins, déversés par le canal (fig. 6). Ils évolueront inévitablement vers la saussaie. Certains endroits qui ressemblent étroitement à ce faciès représentent en réalité une forme anthropogène non spécifique de l'association. On la trouve sur les bords du canal et dans les anciens jardins de Pramagnon, peu ou pas inondés. La présence d'*Urtica dioeca,* de *Convolvulus sepium* et d'*Eupatorium cannabinum* la distingue du faciès «naturel».

- Faciès à *Carex elata* (phragmitaie à laîches).

Ce faciès fait transition entre les faciès à *Phragmites communis* du *Scirpo-Phragmitetum* et le *Caricetum elatae.* Dans certains endroits, la transition directe au *Salici-Viburnetum opuli solanetosum* ou *franguletosum* est due à la forte pente, empêchant la colonisation des stades intermédiaires. Ce faciès se maintient naturellement sous forme de tourradons (relevés 5, 8, 11, 29, 42, 47); il est maintenu artificiellement par le fauchage (relevés 7, 12, 13, 15, 25), sinon il est colonisé par les saules (relevés 14, 23, 24). Le faciès est inondé pendant 4,5 à 5,5 mois entre fin avril et fin septembre; la profondeur de l'eau varie entre 40 et 60 cm pendant l'été. Les anciens jardins de Pramagnon s'apparentent en certains points à ce faciès, mais la durée d'immersion ne s'élève qu'à 1 mois, avec 10 cm d'eau. Dans les tranchées séparant les anciennes parcelles, l'eau plus profonde (30 à 40 cm) reste jusqu'à 3 mois.

Certains endroits (relevés 53, 54), physionomiquement rattachables à ce faciès, en diffèrent cependant grandement de par leur composition floristique et de par leur durée de submersion qui s'élève de 15 jours à 1 mois, avec une profondeur d'eau de 10 à 30 cm au maximum. L'appartenance phytosociologique est indéfinissable, car l'association, marquée par l'influence anthropogène actuelle, est en pleine évolution.

Caricetum elatae W. KOCH 1926 (cariçaie)

- Faciès à *Phragmites communis* (cariçaie à roseaux).

Il succède au faciès à *Carex elata* du *Scirpo-Phragmitetum.* Il est souvent colonisé par les buissons (relevés 18, 20) et ne forme plus de tourradons. Il est inondé pendant 3,5 à 4,5 mois par 10 à 30 cm pendant l'été.

Salici-Viburnetum opuli MOOR 1958 (saussaie)

Cette association arbustive, sous ses différentes formes fait la transition entre les associations arborescentes comme l'*Alnetum incanae,* le *Salici-Populetum* et le *Salici-Pinetum* (BRESSOUD *et al.,* 1977) suivant les conditions hydromorphiques et pédologiques.

- Sous-association à *Solanum dulcamara.*

Cette sous-association, caractérisée plus ou moins fortement par *Solanum dulcamara,* (relevés 2, 26, 27, 28, 39), est inondée pendant 3,5 à 4,5 mois sous 40 cm d'eau en été. Elle se trouve de préférence sur un sol limoneux.

- Sous-association à *Frangula alnus.*

Cette sous-association, où l'on retrouve des espèces appartenant aux associations précédentes et suivantes, est la moins hygrophile de l'association. Elle est inondée pendant 1 à 3 mois sous 20 à 40 cm d'eau pendant l'été.

Alnetum incanae AICH. et SIEGR. 1930 (aulnaie)

Cette association, qui représente le climax stationnel de Pouta Fontana (BRESSOUD *et al.,* 1977), présente la forme typique (relevés 44, 51, 52). La présence de *Populus nigra* dans les relevés 33, 34, 37, 44 est anthropogène. Dans certains endroits (relevés 43, 49), l'association est tributaire d'une topographie irrégulière. Le rehaussement de la digue du Rhône, dont le matériau a été prélevé en contrebas, a créé des dépressions (fig. 9) d'une grande importance pour la prolifération des moustiques. L'association est inondée de quelques jours à 1 mois sous 20 cm d'eau en moyenne; L'aulnaie typique des relevés 51 et 52 n'est pas inondée.

Hippophae-Salicetum BR.-BL. et VOLK 1940

Cette association arbustive (relevé 36) à caractère xérique colonise les alluvions grossières. Elle forme un îlot au milieu de l'*Alnetum incanae,* dont elle conserve une caractéristique comme *Humulus lupulus.* Elle est inondée exceptionnellement lors des hautes crues pendant quelques jours par 10 cm d'eau, et la transition avec le *Salici-Viburnetum opuli franguletosum* y est progressive. A mesure que la durée d'immersion devient plus courte, les associations deviennent moins hygrophiles. Cette caractéristique a son importance pour le développement larvo-nymphal des espèces culicidiennes qui pondent sur le sol humide; c'est elle qui décidera de la «fonctionnalité» des gîtes.

2.1.3 Cartographie de la végétation et des isohypses

La cartographie des isohypses doit combler les lacunes de la carte de la végétation, telles les dépressions qui n'apparaissent pas dans les associations végétales. Pour cette raison, OZENDA & PAUTOU (1971) proposent de donner le même figuré aux dépressions que celui des associations végétales correspondant à

Tabl. 3: Relevés phytosociologiques (emplacement voir fig. 8). Les relevés 52, 53, 54 ont été faits par B. Bressoud.

Scirpo-Phragmitetum

1 *Scirpo-Phragmitetum* faciès à *Phragmites communis*
2 " faciès à *Typha*
3 " faciès à *Carex elata*
4 faciès non déterminé

	1					2	3												4	
n° du relevé	3	4	6	31	40	41	5	7	8	11	12	13	14	15	23	24	25	29	47	53	54
recouvrement (%)	100	100	60	60	80	40	100	80	80	90	100	100	100	100	100	100	90	70	80	100	100
CAs																					
Typha latifolia	.	.	.	.	+	2	1	1	2	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
CAl																					
Phragmites communis	5	5	4	4	3	+	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	3	4	4	3
Typha angustifolia	.	.	3	.	.	2	3	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
CC + CO																					
Carex elata	.	.	.	.	.	+	4	3	1	3	3	4	4	4	3	2	3	3	2	3	3
Typhoides arundinacea	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+
Cp																					
Salix cinerea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	1	1	.	.	.	.	.

autres Cp
buissons: *Salix nigricans* + (14, 23, 24), *Salix purpurea* + (12, 23), *Frangula alnus* + (23);
herbes: *Carex acutiformis* 1 (31), *Lysimachia vulgaris* + (5, 11, 12, 13, 24, 29, 31, 54), 1 (14, 15, 23, 53), *Lythrum salicaria* + (7, 11, 12, 24, 31, 53), 1 (13, 14, 15), *Lycopus europaeus* + (23, 31), *Schoenoplectus tabernaemontani* + (41), *Galium palustre* + (5, 7, 11, 14, 15, 24, 25, 47, 53), 1 (23), *Lemna minor* + (25), *Deschampsia caespitosa* + (23), 2 (53, 54), *Vicia cracca* + (53), 1 (54), *Rubus caesius* 1 (54), *Equisetum arvense* + (53, 54), *Juncus articulatus* + (53, 54), *Carex panicea* + (54), *Agrostis alba* r (24), *Poa palustris* + (23), *Mentha aquatica* 2 (23), *Eleocharis palustris* + (23), *Stachys palustris* + (23), *Phleum pratense* + (53, 54), *Potentilla anserina* + (53), *Thalictrum flavum* + (53), 2 (54), *Lotus corniculatus* 2 (54).

Hippophae-Salicetum

n° du relevé	36
CAs	
Hippophae rhamnoides	5
CAl	
Berberis vulgaris	1
CO	
Cornus sanguinea	1
CC	
Brachypodium silvaticum	+
Rubus caesius	1
Salix purpurea	1
Populus nigra	+
Cp	
Frangula alnus	1
Asparagus officinale	+
Achillea millefolium	+
Vicia cracca	+
Galium mollugo (?)	+
Humulus lupulus	1
Carex sp.	1

CAs = caractéristiques de l'association
CAl = " " l'alliance
CO =

CAs = caractéristiques de l'association
CAl = caractéristiques de l'alliance
CO = caractéristiques de l'ordre
CC = caractéristiques de la classe
DsAs = différentielles de la sous-association

a = strate arborescente
b = strate arbustive

Caricetum elatae faciès à *Phragmites communis*

n° du relevé	1	9	10	16	17	18	19	20	21	22	42	45	48	55
recouvrement (%)	70	90	100	80	100	100	80	80	100	100	80	80	70	100
CAs														
Carex elata	3	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5
CAl														
Lysimachia vulgaris	1	+	.	.	.	+	.	1	+	+	+	+	+	1
Galium palustre	+	.	.	+	+	+	1	2	.	1	.	+	+	+
Lycopus europaeus	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.
Poa palustris	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.
CC + CO														
Phragmites communis	1	3	3	3	1	2	3	+	3	4	2	3	2	2
Typhoides arundinacea	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	+
Eleocharis palustris	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Cp														

buissons: *Salix cinerea* + (1, 9, 16, 19, 22), 1 (55), 3 (20), *Frangula alnus* + (20, 22, 48), 3 (18), *Salix purpurea* + (20), *Salix nigricans* 1 (18, 22);
herbes: *Lythrum salicaria* + (17, 18, 19, 20, 21), 1 (1, 45), *Mentha aquatica* + (1, 18), 1 (20, 21, 22), *Stachys palustris* + (21), 1 (20), *Potentilla erecta* + (20), *Juncus articulatus* 1 (17, 18), *Carex panicea* 1 (17), *Cirsium arvense* + (21).

Salici-Viburnetum opuli solanetosum

n° du relevé	2	26	27	28	39
CAs					
Viburnum opulus	.	+	3	2	2
Salix cinerea	1	+	1	1	+
DsAs					
Solanum dulcamara	1	1	3	2	5
CAl					
Alnus incana	.	+	+	+	+
CO					
Salix purpurea	.	.	+	.	.
Populus nigra	.	.	.	+	+
Rubus caesius	.	.	+	.	+
Cp					
Phragmites communis	3	1	2	1	+
Salix nigricans	+	1	1	1	2
Betula pendula	.	+	.	+	+

autres Cp
Frangula alnus + (26, 39), *Lysimachia vulgaris* 1 (26, 27, 28), *Lycopus europaeus* + (26, 28, 39), *Mentha aquatica* + (28, 39), 1 (2), *Carex acutiformis* + (27, 28, 39), *Carex elata* + (28), *Cirsium arvense* + (39), *Convolvulus sepium* + (26, 28), *Typhoides arundinacea* + (28), *Galium palustre* + (2, 27, 28, 39).

Alnetum incanae

n° du relevé	33	34	37	43	44	49	51	52	59
CAs									
Alnus incana a	1	2	3	3	4	2	5	5	5
b	1	1	+	.	2	3	2	2	.
Salix nigricans	.	+	.	3	+	+	.	.	1
CAl									
Viburnum opulus	+	+	+	+	.	.	1	2	2
CO									
Rubus caesius	4	5	2	2	5	5	5	5	5
Populus nigra	5	3	3	.	3	2	+	.	.
Salix purpurea	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Humulus lupulus	+	.	.	+	.	.	+	1	.
CC									
Cornus sanguinea	1	.	1	+	.	.	.	.	.
Brachypodium silvaticum	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Cp									

arbres: *Betula pendula* + (44, 37), 1 (59, 34), 3 (49), *Populus alba* + (33), *Salix alba* 1 (52);
buissons: *Frangula alnus* r (49), + (44), 1 (27, 33, 59), *Fraxinus excelsior* + (52), *Berberis vulgaris* + (37), *Rhamnus cathartica* + (59);
herbes: *Lythrum salicaria* + (43), *Stachys silvatica* + (52), *Phragmites communis* + (34, 44, 51, 52), 1 (43), *Urtica dioeca* + (52), *Deschampsia caespitosa* + (49), 1 (59), *Carex acutiformis* + (34, 43), *Eupatorium cannabinum* + (51), *Lysimachia vulgaris* + (59), *Carex elata* + (37, 43), *Lycopus europaeus* + (34), *Geranium robertianum* + (52), *Equisetum palustre* + (44), *Galium palustre* 1 (51), *Galium sp.* + (49).

Salici-Viburnetum opuli franguletosum

n° du relevé	30	32	35	38	46	50	56	57	58
CAs									
Viburnum opulus	1	1	3	4	1	1	.	+	+
Salix cinerea	.	1	.	.	+	.	+	.	+
DsAs									
Frangula alnus	3	1	+	+	1	+	1	+	1
Rhamnus cathartica	.	.	.	.	.	.	+	.	+
Cornus sanguinea	+	+	.	+	.	.	.	.	.
CAl									
Alnus incana	.	.	+	+	+	+	.	+	.
CO									
Salix purpurea	.	.	+	.	+	+	3	4	4
Populus nigra	5	.	.	.	+	+	+	+	.
Rubus caesius	+	+	+	4	+	+	1	1	+
Cp									
Phragmites communis	.	1	+	+	+	+	.	.	+
Carex elata	+	.	.	+	.	.	2	+	.
Typhoides arundinacea	.	+	.	.	.	.	1	+	+
Lysimachia vulgaris	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Lythrum salicaria	+	+	+	.	.	.	.	+	+
Galium palustre	.	.	.	.	+	.	+	.	.
Salix nigricans	.	+	2	.	+	2	+	+	+
Betula pendula	+	3	1	+	.	+	.	+	.

autres Cp: *Agrostis alba* + (56,57), *Deschampsia caespitosa* + (46, 56, 57, 58), *Molinia coerulea* + (46, 56, 57), *Agropyrum repens* 1 (57, 58), *Carex acutiformis* + (32, 35, 57, 58), *Stachys palustris* + (58), *Equisetum palustre* r (35, 46), *Ranunculus acer* r (46), *Brachypodium silvaticum* r (46), *Solanum dulcamara* r (35), *Symphytum officinale* r (30), *Pinus silvestris* + (57).

leur niveau. Quoique réalisée dans la zone humide de Pouta Fontana, une cartographie des isohypses serait dans la plupart des cas irréalisable du point de vue pratique et économique. Dans le cas présent, elle doit constituer un outil opérationnel dans la prévision, la prospection et la constatation des mises en eau, spécialement celles des gîtes larvaires potentiels.

Méthodologie

La cartographie de la végétation s'est basée sur la détermination des associations végétales et sur leur délimitation à partir de photographies aériennes effectuées à différentes périodes de l'année. Elle constitue un complément de celle effectuée par BRESSOUD *et al.* (1977). La délimitation des isohypses à 20 ±10 cm d'intervalle a été réalisée en mesurant, à l'aide d'un double-mètre, la profondeur des plans d'eau en des points donnés (1 mesure/100 m^2) dont la cote est à tout moment repérable; pour les formations boisées, la hauteur d'un anneau de limon, déposé pendant la plus haute crue de 1978 sur les tiges et les troncs des arbustes et des arbres, a été également mesurée par rapport au sol. Ces mesures relatives ont été rapportées à des cotes connues au moyen de transects établis à l'aide d'un niveau à lunettes.

Résultats et discussion

La carte de la végétation (fig. 8) permet une lecture rapide des différentes associations végétales et de leur succession. Elle permettra de situer les biotopes larvaires potentiels des espèces culicidiennes. La carte des isohypses (fig. 9) fait ressortir les dépressions naturelles et anthropogènes, souvent cachées parmi les formations arborescente et arbustive. La ligne dépressive le long de la digue du Rhône provient du rehaussement de cette digue dont le matériau a été pris en contrebas. Certaines dépressions, progressivement colonisées et comblées par la végétation, sont devenues des gîtes larvaires fonctionnels et productifs (fig. 12). A l'aide des relevés du niveau des eaux, les cartes de la végétation et des isohypses permettront, de manière précise, une constatation des mises en eau (superficie et localisation) et une prospection ponctuelle des gîtes larvaires potentiels.

2.2 Faune

Si la réserve naturelle de Pouta Fontana est pauvre au point de vue floristique, il n'en va pas de même au point de vue faunistique. La rareté croissante des zones humides en fait des sanctuaires de plus en plus recherchés par les oiseaux d'eau et les amphibiens. Dans son inventaire faunistique, PRAZ (1970) dénombre 158 espèces d'oiseaux (dont une soixantaine nicheurs), quelques petits mammifères devenus rares du fait d'une longue durée d'inondation (à part le campagnol agreste qui niche dans les roseaux), le renard et le blaireau, l'hermine et le lièvre. 4 espèces de reptiles et de batraciens (parmi lesquelles la grenouille verte, *Rana esculenta,* est la plus nombreuse) et 6 espèces de poissons (dont 3 principalement adaptées à une eau stagnante et riche en matière organique). Le castor *(Castor fiber)* a été réintroduit à Pouta Fontana en octobre 1973 et en mars 1974 (FELLAY 1975). On aperçoit depuis lors les traces de son activité sur les saules, les peupliers et quelques aulnes. Une liste systématique de l'entomofaune n'a pas encore été entreprise.

2.3 Vocation

La zone humide de Pouta Fontana a une vocation de sauvegarde culturelle en tant que témoin du passé, et naturelle en tant que réserve de flore et de faune. Sa vocation n'est pas seulement d'un intérêt cantonal, mais national et international dans la mesure où elle devient une étape indispensable dans la migration des oiseaux des marais. La protection de l'avifaune des marais constitue sa principale vocation.

3 MOUSTIQUES

3.1 Détermination des espèces culicidiennes

La détermination des espèces culicidiennes est basée sur les caractères morphologiques des œufs pour les espèces du complexe *Anopheles maculipennis* MEIGEN, des larves et des adultes mâles (à l'aide des genitalia) et femelles pour les culicidés en général, et sur des caractères biologiques pour les espèces du complexe *Culex pipiens* LINNAEUS. L'élevage jusqu'au stade imaginal a été nécessaire pour les nymphes, déterminables jusqu'au genre seulement, et parfois aussi pour les larves, dont les caractères morphologiques ne permettent pas toujours la séparation au niveau de l'espèce. Au stade imaginal, les caractères morphologiques permettent une identification de l'espèce sans équivoque. Sur cette base, 24 espèces ont été dénombrées, dont 22 en Valais et 17 dans la région de Pramagnon (tabl. 4).

Du point de vue faunistique, les espèces les plus intéressantes du complexe culicidien sont *Culex martinii* MEDJID, *Culex hortensis* FICALBI, *Culex territans* WALKER et *Culiseta alaskaensis* LUDLOW. *C. martinii* est une espèce rare et nouvelle pour la Suisse: sa biologie est peu connue. *C. hortensis* et *C. territans* sont des espèces considérées comme rares en Suisse: elles sont communes dans la plaine du Rhône. *Cu. alaskaensis* est intéressante du fait que ses gîtes de la plaine du Rhône constitueraient les stations les plus septentrionale et occidentale de son aire de répartition d'après les données de BRIEGEL (1973).

Les vecteurs potentiels de la malaria, qui a disparu au siècle passé (GEIGY, 1945), sont bien représentés dans une grande partie de la plaine du Rhône avec les espèces *Anopheles plumbeus* STEPHENS (insignifiante), *Anopheles claviger* MEIGEN et le complexe *An. maculipennis* (dont l'espèce *Anopheles messeae messeae* FALLERONI).

Le complexe *Culex pipiens* représente une espèce polytypique, dont la raison réside dans l'existence de formes intermédiaires biologiques entre *Culex pipiens pipiens* LINNAEUS et *Culex pipiens molestus* FORSKAL dans l'hémisphère nord, ou morphologiques entre *C. p. pipiens* et *Culex pipiens fatigans* WIEDEMANN (*C. p. quinquefasciatus* SAY dans la littérature américaine) dans les régions tropicales (MATTINGLY, 1965). D'après RIOUX & PECH (1959), *C. p. molestus* doit être dénommé *Culex pipiens autogenicus* ROUBAUD selon la règle de priorité. Les deux biotypes recensés dans la plaine du Rhône, soit *C. p. autogenicus* et *C. p. pipiens* sont sympatriques, mais leur biotope larvaire et leur préférence trophique sont distincts. *C. p. autogenicus,* anthropophile par opportunité (ROUBAUD, 1933) est lié à l'activité humaine et colonise les collections d'eau anthropogènes. *C. p. pipiens,* principalement ornithophile, colonise les collections d'eau naturelles. Ce biotype

Tabl. 4: Inventaire des espèces culicidiennes recensées en Valais (VS), aux Grangettes dans le canton de Vaud (VD) et à Portalban dans le canton de Fribourg (FR). Indication des stades de développement (O: œuf; L: larve; I: imago) auxquels les moustiques ont été trouvés. La nomenclature est tirée des ouvrages de MÖHRIG (1969), GUTSEVICH *et al.* (1974) et RIOUX & PECH (1959).

Genre	Espèce	Stade	Canton
Anopheles	*Anopheles (Anopheles) maculipennis s.l.*	L, I	VS, VD
	Lorsque cela a été possible, seule une espèce de ce complexe a été déterminée, soit:		
	Anopheles messeae messeae FALLERONI, 1926	O, L, I	VS
	Anopheles (Anopheles) claviger (MEIGEN, 1804)	O, L, I	VS, FR
Culex	*Culex (Culex) pipiens* LINNAEUS, 1758		
	L'espèce existe sous deux biotypes:		
	Culex pipiens pipiens LINNAEUS, 1758	O, L, I	VS, VD
	Culex pipiens autogenicus ROUBAUD, 1933	O, L, I	VS
	Culex (Culex) torrentium MARTINI, 1924	L	VS
	Culex (Neoculex) hortensis FICALBI, 1889	L, I	VS
	Culex (Neoculex) territans WALKER, 1856	L, I	VS, VD
	Culex (Neoculex) martinii MEDJID, 1930	L, I	VS
Culiseta	*Culiseta (Culiseta) annulata* (SCHRANK, 1776)	O, L, I	VS, VD
	Culiseta (Culiseta) alaskaensis (LUDLOW, 1906)	L, I	VS, VD
	Culiseta (Culicella) morsitans (THEOBALD, 1901)	L	VS, VD, FR
Aedes	*Aedes (Aedes) cinereus* (MEIGEN, 1818)	L, I	VS, VD
	Aedes (Aedes) geminus PEUS, 1970	L	VS
	Aedes (Aedimorphus) vexans MEIGEN, 1830	L, I	VS, VD
	Aedes (Finlaya) geniculatus (OLIVIER, 1791)	I	VS
	Aedes (Ochlerotatus) annulipes (MEIGEN, 1830)	L, I	VS, VD
	Aedes (Ochlerotatus) cantans (MEIGEN, 1818)	L, I	VS, VD
	Aedes (Ochlerotatus) cataphylla (DYAR, 1916)	L, I	VS
	Aedes (Ochlerotatus) communis (DEGEER, 1776)	L, I	VS
	Aedes (Ochlerotatus) pullatus (COQUILLET, 1904)	L, I	VS
	Aedes (Ochlerotatus) sticticus (MEIGEN, 1838)	I	VS, VD
	Aedes (Ochlerotatus) rusticus (ROSSI, 1790)	L, I	FR
	Aedes (Ochlerotatus) excrucians (WALKER, 1856)	I	VD
Mansonia	*Mansonia (Coquillettidia) richiardii* (FICALBI, 1889)	L, I	VS, VD

ainsi que *Culiseta annulata* SCHRANK et *Cu. alaskaensis* sont bien représentés dans la plaine du Rhône, et souvent en forte densité. On y trouve également des espèces qui sont peu fréquentes ou rares comme *Culex torrentium* MARTINI, *Culiseta morsitans* THEOBALD, *Aedes excrucians* WALKER, *Aedes geniculatus* OLIVIER, *Aedes geminus* PEUS et *An. plumbeus,* et des espèces à faible densité comme *Aedes sticticus* MEIGEN, *Aedes cantans* MEIGEN et *Aedes annulipes* MEIGEN.

A. geminus récemment décrite par PEUS (1970), et souvent confondue avec *Aedes cinereus* MEIGEN, constitue une nouvelle espèce pour la Suisse, de même

qu'*Aedes rusticus* Rossi découverte à Portalban. *Aedes vexans* Meigen et *A. cinereus* prolifèrent en forte densité dans la plaine alluviale et y constituent les espèces vulnérantes avec *Mansonia richiardii* Ficalbi, *A. cantans, A. annulipes, A. sticticus* et les espèces du genre *Anopheles.*

Les espèces vulnérantes de l'étage montagnard sont représentées par *Aedes cataphylla* Dyar, *Aedes communis* Degeer et *Aedes pullatus* Coquillet; elles forment parfois des populations très denses. *A. cataphylla,* espèce nouvelle pour la Suisse, se rencontre de la plaine jusqu'au subalpin supérieur. Elle possède une valence écologique étendue, ce qui explique sa large répartition altitudinale (fig. 10).

3.2 Notes biologiques

Ces notes biologiques sont en partie tirées de Clements (1963) et de Gillett (1971).

Les moustiques présentés au tabl. 4 appartiennent à la famille des *Culicidae.* Seule la femelle est hématophage et assure ainsi la maturation des œufs; le mâle se nourrit de nectar, non dédaigné par la femelle. Le régime alimentaire des femelles est lié à un choix préférentiel: certaines espèces se nourrissent presqu'exclusivement sur des animaux à sang froid (reptiles, batraciens), d'autres sur les oiseaux, d'autres sur les mammifères, d'autres sur l'homme, d'autres enfin indistinctement sur les mammifères, les oiseaux et l'homme.

Après un repas sanguin, l'oogénèse dure de quelques jours à plusieurs semaines suivant la température et suivant l'espèce; pendant cette période la femelle se repose dans des gîtes abrités. La femelle, après avoir repéré un gîte de ponte, y dépose ses œufs et s'en retourne à la quête d'un nouvel hôte, se déplaçant de quelques mètres à quelques kilomètres suivant les espèces. La ponte a lieu en général sur l'eau pour les espèces du genre *Culex, Culiseta, Anopheles* et *Mansonia;* sur sol humide pour celles du genre *Aedes.* L'éclosion des larves a lieu quelques jours après la ponte pour les œufs pondus sur l'eau; pour ceux pondus sur le sol humide, elle a lieu de quelques minutes à quelques heures après la mise en eau du gîte.

Le développement larvo-nymphal (4 stades larvaires, 1 stade nymphal) se poursuit dans l'eau pendant 10 jours à plusieurs mois suivant la température et suivant les espèces sous nos latitudes. Les larves et les nymphes des genres *Culex, Culiseta* et *Aedes* montent à la surface de l'eau pour respirer à l'aide d'un siphon; les larves et les nymphes du genre *Mansonia* puisent l'oxygène nécessaire à leur vie au moyen d'un siphon armé qui perfore les tiges immergées des plantes aquatiques.

Le milieu aquatique, dans lequel évoluent les larves et les nymphes de moustiques, offre des ressources qui comprennent la nourriture et les abris. Le régime alimentaire des larves est différent suivant qu'il s'agisse d'*Anopheles,* qui se nourrissent du plancton disponible juste au-dessous de la surface de l'eau, ou de *Culex, Culiseta, Aedes* et *Mansonia,* qui se nourrissent soit du plancton en suspension, soit des saprophytes qui sont sur le fond. Les abris permettent aux larves d'échapper aux prédateurs et de supporter les conditions climatiques hostiles. Ils sont constitués par les formes de végétation, les débris végétaux flottants ou immergés, les matériaux anthropogènes (boîtes, récipients, carcasses, etc.). La

disponibilité de ces ressources varie d'un gîte larvaire à l'autre, suivant la nature du réservoir ou du plan d'eau, individualisé par sa situation, son exposition, sa constitution (naturelle ou anthropogène), son régime hydrique, sa topographie et sa végétation.

Après avoir complété leur développement larvo-nymphal, les imagos émergent, les mâles 2 jours avant les femelles en moyenne. La fécondation a lieu dans les jours qui suivent l'émergence. Fécondées, les femelles peuvent s'envoler à la recherche d'un hôte. Cette règle a des exceptions; chez certaines espèces, les femelles peuvent effectuer une première ponte avant la fécondation et le repas sanguin: il s'agit de formes autogènes; chez d'autres espèces, la fécondation peut intervenir après un repas sanguin. L'hibernation a lieu, dans nos contrées, à l'état d'œuf pour les *Aedes* (excepté *A. rusticus)* et pour les espèces *An. plumbeus* et *Cu. morsitans* (en partie), à l'état larvaire pour les espèces *An. claviger, A. rusticus, M. richiardii* et *Cu. morsitans* (en partie), à l'état adulte pour les espèces des genres *Culex* et *Culiseta* (à l'exception de *Cu. morsitans)* et pour celles du complexe *An. maculipennis.* Suivant la latitude, l'hibernation peut s'effectuer à des stades différents de développement.

3.3 Dynamique des populations préimaginales

La dynamique des populations préimaginales concerne d'une part les œufs, d'autre part les larves et les nymphes d'*A. vexans.* C'est l'espèce qui porte la responsabilité du problème de Pramagnon (cf. Dynamique des populations imaginales).

3.3.1 Comportement et développement des œufs d'*Aedes vexans*

L'œuf est le stade d'hibernation des espèces du genre *Aedes* sous nos latitudes, à l'exception d'*A. rusticus* qui hiberne à l'état larvaire. Les œufs d'*A. vexans* sont pondus sur le sol humide des forêts riveraines, des marais temporaires, des prairies basses immergées et, à l'extrême, des nids de poule ou autres creux dans les chemins. L'oviposition a lieu sur sol limoneux avec végétation ou litière végétale, de préférence dans les sous-bois, mais non sur sol sablonneux nu (GJULLIN *et al.,* 1950); elle est plus intense sur les pentes douces qu'abruptes, car la femelle a plus de possibilités de repérer un endroit à humidité optimale (HORSFALL, 1963). Le fond des dépressions est préféré d'après MÖHRIG (1969), mais PEUS (1975) indique que l'oviposition a lieu sur le talus légèrement en pente: les œufs ne seront atteints par l'eau que lorsque la dépression sera bien remplie. HORSFALL *et al.* (1975) notent que, dans les plaines inondées boisées, l'oviposition est maximale dans les gîtes pourvus de bois morts enchevêtrés, de détritus, mais dépourvus de limon nouvellement déposé; cependant, si une couche de limon a été déposée sur 5 à 10 cm tôt dans la saison, l'oviposition aura lieu. Chez *A. vexans,* elle est stimulée par une soudaine averse ou une pluie, spécialement après une période sèche et chaude (HÁJKOVÁ, 1966).

Après la ponte intervient un déplacement vertical des œufs qui peuvent s'enfoncer jusqu'à 40 mm dans le sol (HORSFALL, 1963). Les œufs recouverts par plus de 25 mm de terre ne répondent pas au stimulus d'éclosion lorsqu'ils sont immergés (GJULLIN *et al.,* 1950). Il en va de même pour les œufs recouverts par

3 mm de vase ou plus de 10 mm de sable (WILSON & HORSFALL, 1970). Ces auteurs présument que les œufs enfoncés en-dessous de 6 mm sont généralement perdus.

Le développement embryonnaire d'*A. vexans,* consécutif à la ponte, dure de 4 à 8 jours dans la nature (MÖHRIG, 1969). A température ambiante, en laboratoire, il dure de 4 à 6 jours chez le 9% et de 8 à 10 jours chez le 75% d'un lot de 125 œufs (GJULLIN *et al.,* 1950).

Les œufs peuvent rester quiescents pendant plusieurs mois, voire plusieurs années: des exemples sont connus où la majorité des œufs a survécu 2 à 3 ans, une minorité 4 ans (GJULLIN *et al.,* 1950). Ils sont résistants à la sécheresse, au froid et à une submersion défavorable (GJULLIN *et al.,* 1950; HORSFALL, 1956). Les œufs pondus en 1975 dans le gîte G3 de la zone humide de Pouta Fontana ont résisté à la sécheresse de 1976 et ont donné naissance à une importante population larvaire en 1977 (fig. 11). Ceci est en partie valable pour le gîte H12 (fig. 12) dont l'importante population larvaire de 1977 provient des œufs pondus en 1975 et 1976. Le taux d'induction de la diapause des œufs d'*A. vexans* croît généralement avec la durée d'exposition des œufs à une température suboptimale (10 °C) (MCHAFFEY, 1972); en effet, l'éclosion à cette température, considérée comme seuil, s'élève à 2% chez *A. vexans* (BRUST & COSTELLO, 1969). Les œufs qui ont été exposés à une période chaude et sèche avant l'inondation peuvent répondre au stimulus d'éclosion (cf. ci-dessous), même si la température de l'eau est inférieure à 10 °C (HORSFALL, 1956). C'est pour cette dernière raison que la mise en eau du gîte H12 de Pouta Fontana en octobre 1977 a provoqué une éclosion minime (fig. 12 et 13) car la température de l'air oscillait entre 1 et 18 °C pendant cette période. Suivant les données de GJULLIN *et al.* (1950), la diapause dure environ 3 mois.

Dans la nature, la séquence des phases nécessaires pour provoquer l'éclosion des œufs d'*A. vexans* consiste en un laps de temps minimum pour le développement embryonnaire, un intervalle d'assèchement avant la submersion et une submersion à une température favorable, supérieure à 10 °C (HORSFALL, 1956; BRUST & COSTELLO, 1969). Le stimulus final d'éclosion est dû à une réduction de la pression de l'oxygène dissous dans l'eau (GJULLIN *et al.,* 1941). Ce stimulus peut être provoqué par l'addition soit de suspensions de bactéries vivantes au milieu d'incubation, soit de réducteurs chimiques ou physiques (BORG & HORSFALL; 1953). Toutes les larves n'éclosent pas à la même submersion, même celles provenant d'une même ponte; chez *Aedes detritus* HALIDAY, le 80% des larves éclosent entre la 2e et la 5e submersion (SERVICE, 1968a). Cette éclosion différentielle, également observée chez *A. vexans,* a été considérée jusqu'à récemment comme erratique (GILLETT, 1955; BREELAND & PICKARD, 1967; WILSON & HORSFALL, 1970), jusqu'à ce que GILLETT *et al.* (1977) démontrent que les éclosions larvaires d'*Aedes aegypti* LINNAEUS sont les plus nombreuses chez les œufs entourés d'un plus grand nombre de bactéries, favorisant la réduction de l'oxygène dissous dans l'eau à la surface de l'œuf.

3.3.2 Densité des larves et des nymphes

L'étude de la densité des larves et des nymphes a pour but de définir les facteurs qui favorisent l'apparition, la prolifération et la disparition des populations larvo-nymphales dans le temps et dans l'espace.

Méthodologie

L'échantillonnage larvo-nymphal s'est fait à l'aide d'un filet à plancton. A Pramagnon, l'effectif larvo-nymphal d'un endroit (tel que représenté sur les graphiques) est le résultat de 6 coups de filet. La densité d'un coup de filet correspond à celle d'un litre d'eau en moyenne. Cette équivalence varie suivant la végétation qui interfère avec la manipulation du filet. La comparaison des échantillons entre eux ne doit pas ignorer certains artifices: lorsque le premier coup de filet est donné, une partie des larves et des nymphes descend au fond de l'eau et y demeure pendant un certain temps. Cela influence la quantité de la prise au coup de filet suivant. En outre, la profondeur de l'eau, par conséquent son volume, va déterminer la concentration larvo-nymphale. Lorsque l'eau est peu profonde, particulièrement au début et à la fin de la saison des moustiques, les larves se concentrent dans de petites dépressions. Dans ce cas, la densité larvo-nymphale plus élevée n'indique pas nécessairement que la population absolue du gîte est élevée. BARTON (1977) note également cette relation entre la profondeur de l'eau et la densité larvaire. L'endroit du gîte où l'échantillonnage a lieu joue aussi un grand rôle, car les larves et les nymphes se concentrent souvent sur les bords d'un plan d'eau, formant parfois des ceintures contrastantes visibles à plusieurs dizaines de mètres (fig. 14). Dans l'analyse des densités larvo-nymphales, un facteur perturbateur est le courant de l'eau, lorsque le canal déborde, qui entraîne ailleurs les larves de certains gîtes. Ces derniers, en réalité productifs, se trouvent alors dépeuplés lors des échantillonnages. GJULLIN *et al.* (1950) rapportent également ce phénomène. Le recensement des populations au stade larvo-nymphal est donc relatif, mais la technique utilisée satisfait le but fixé. En dehors de Pramagnon, les échantillons ont également été prélevés à l'aide d'une cuvette de 2 litres. Une échelle de densité des populations larvo-nymphales, inspirée de celle de BRAUN-BLANQUET pour la végétation, a été établie en unité larvaire par litre (L/l) (tabl. 7) comme suit:

r	(rare):	1 à 2 L pendant la saison;
+	(très faible):	quelques L pendant la saison;
1	(faible):	moins d'une L/l;
2	(moyenne):	1 à 10 L/l;
3	(forte):	11 à 100 L/l;
4	(très forte):	101 à 500 L/l;
5	(massive):	< 501 L/l.

Les larves échantillonnées sont ensuite conservées dans l'alcool à 70%; les nymphes sont par contre placées dans l'eau pour être élevées jusqu'au stade imaginal.

Résultats et discussion

L'apparition des larves d'*A. vexans* et d'*A. cinereus* a lieu dans les endroits qui sont submergés, appelés gîtes, de quelques minutes (PEUS, 1975) à quelques heures (GJULLIN *et al.,* 1950; BREELAND & PICKARD, 1963; BRUST, 1967) après leur mise en eau. Ces gîtes peuvent être de différente nature: dépressions des forêts riveraines, gouilles (= flaques d'eau ou mares) et marais temporaires, prairies basses inondées, creux dans les prés, ornières. La mise en eau du gîte se fait par débordement de rivière ou de fleuve (HENKEL, 1936; STAGE *et al.,* 1937; ROMAN,

1938; GJULLIN *et al.*, 1950; TRPIŠ, 1962; OZENDA & PAUTOU, 1971; GUTSEVICH *et al.*, 1974), par remontée de la nappe phréatique (TRPIŠ, 1962; OZENDA & PAUTOU, 1971; PEUS, 1975) ou par la pluie (HENKEL, 1936; TRPIŠ, 1960b; CLARKE & WRAY, 1967; OZENDA & PAUTOU, 1971). La mise en eau principale à Pramagnon se fait par remontée de la nappe phréatique, en général fin avril-début mai, lors de la fonte des neiges (fig. 3 et 15). Les mises en eau secondaires ont lieu à la suite de pluies.

Suivant la topographie du gîte, l'apparition des larves sera synchrone (gîtes G3, K1, K11, E1, E4, E7: fig. 11, 16–18) ou asynchrone (gîtes H12, partiellement G3: fig. 12, 13 et 11). Suivant l'hydrodynamique et suivant son amplitude, un même gîte fonctionnera une seule fois ou plusieurs fois. Un gîte est fonctionnel lorsqu'une espèce peut parfaire son développement aquatique jusqu'à l'émergence. En 1976, le gîte G3 (fig. 11) et une partie du gîte H12 (fig. 12) n'ont pas fonctionné, car ils se trouvaient en dehors du secteur d'inondation (fig. 22). Les gîtes E1, E4, E7, K1, K11, C1 (fig. 19), G3 et, d'une manière asynchrone, H12 n'ont fonctionné qu'une seule fois en 1977, car l'hydrodynamique était régulière et normale (cf. Régime hydrique). Les gîtes K1, K11, E1, E4 et H12 ont fonctionné deux fois en 1976. Après une inondation printanière, qui a donné naissance à une première génération, l'eau s'est retirée, exondant les gîtes et permettant aux femelles d'y pondre. Une seconde inondation estivale a donné naissance à une seconde génération. Le gîte G3 a fonctionné plusieurs fois en 1978, car il se situait à un niveau idéal où l'eau, par ses variations, inondait et exondait alternativement le gîte.

La «fonctionnalité» d'un gîte, déterminée principalement par l'hydrodynamique, est également déterminée par la température. Les inondations trop précoces (février 1977, février–mars 1978) ou trop tardives (octobre 1977) n'entraînent pas la fonctionnalité des gîtes car, suivant GJULLIN *et al.* (1950), BREELAND & PICKARD (1963) et PEUS (1975), la température trop froide de l'eau empêche l'éclosion des œufs au printemps ou ralentit le développement des larves écloses en automne. Ces dernières sont condamnées par assèchement du gîte très rapide en cette saison (gîte H12: fig. 12), comme l'a également observé ROMAN (1938) dans la plaine du Rhône en France.

Durant la période d'observation 1976–1978, les larves d'*A. vexans* ont été rencontrées de fin avril à début septembre (fig. 20); quelques L2 ont encore été trouvées le 21 octobre 1977 dans le gîte H12 (fig. 12). Puisque l'hydrodynamique est responsable de la dynamique des populations larvaires d'*A. vexans* et d'*A. cinereus,* les larves apparaissent à des époques différentes suivant les endroits. C'est ainsi que TRPIŠ (1962) et OZENDA & PAUTOU (1971) rencontrent les larves d'*A. vexans* de mi-avril à fin août alors qu'HENKEL (1936) les rencontre de début mai à fin septembre. Ceci est aussi valable pour *A. cinereus* dont les larves se rencontrent de mi-avril à début septembre à Pramagnon, alors qu'OZENDA & PAUTOU (1971) les rencontrent de mi-avril à fin juillet.

Pour qu'un gîte préférentiel soit productif, l'inondation doit être assez longue pour permettre le développement larvo-nymphal (10 jours à 3 semaines) et l'exondation assez longue pour permettre aux femelles de pondre et aux embryons de se développer (4 à 8 jours au minimum). Durant la période d'observation 1976–1978, les gîtes larvaires à *A. vexans* les plus productifs ont été les gîtes H12 et G3 en 1977 et 1978 avec une densité moyenne de 30 L/l, puis les gîtes E1 et E4 en 1976 avec 13 à 15 L/l lors de la première inondation, avec 3 à 8 L/l lors de la seconde inondation. C'est paradoxalement les mêmes gîtes qui ont brûlé

le 30 mars 1976. Par contre, en 1977 et 1978, la densité larvaire y était faible; elle ne dépassait pas 3 L/l dans le gîte E1 et 1 L/l dans le gîte E4 en 1977, et se situait autour de 2 L/l pour ces deux gîtes en 1978.

La productivité d'un gîte, déterminée en premier lieu par l'hydrodynamique, est également déterminée par la végétation et la topographie. L'exemple du gîte H12 (fig. 12 et 13) en 1977 est caractéristique. L'eau inonde en première phase la phragmitaie à laîches où la densité larvaire d'*A. vexans* est moyenne (2 à 3 L/l), puis inonde la cariçaie à roseaux et la saussaie (gîtes de ponte préférentiels dans la situation présente). La forte densité larvaire observée dans la phragmitaie à laîches, soit 30 L/l, n'est donc pas liée à la phragmitaie à laîches elle-même, mais à la topographie du réservoir d'eau qui permet aux larves écloses dans la cariçaie à roseaux et la saussaie d'évoluer exclusivement dans la phragmitaie à laîches lorsque l'eau s'est retirée de la cariçaie à roseaux et de la saussaie.

L'hydrodynamique conditionne donc la productivité intrasaisonnière (p.ex. gîtes E1 et E4: fig. 17) et intersaisonnière (p.ex. gîte G3: fig. 11; gîtes E1, E4, H12, etc.). C'est elle qui définit l'aire de répartition des populations larvo-nymphales (fig. 21). Les gîtes larvaires définis comme probables à la fig. 21 du fait de leur ressemblance phytosociologique à d'autres gîtes positifs mais où aucune larve n'avait été recensée par suite des courants d'eau se sont révélés positifs dans la majeure partie des cas, au cours des échantillonnages larvaires effectués en 1979. La faible superficie occupée par les eaux en 1976, due à la sécheresse, n'a permis le fonctionnement des gîtes qu'à l'intérieur de la réserve de Pouta Fontana et dans la grande dépression située au bord de la digue du Rhône où se trouve le gîte H12. En 1977 et 1978, la plus grande superficie inondée a permis le fonctionnement d'un plus grand nombre de gîtes, surtout dans le secteur situé au nord du village de Pramagnon.

3.3.3 Durée de développement larvo-nymphal d'*Aedes vexans* et d'*Aedes cinereus*

La durée de développement larvo-nymphal varie suivant la température de l'eau, qui est elle-même influencée par la forme de végétation du gîte et par la masse d'eau (cf. Température de l'eau). La durée des différents stades larvaires aux différentes températures a été étudiée par Büttiker (1948) et Trpiš & Shemanchuk (1970). Le premier note le seuil de développement à 7 °C, les seconds à 5 °C, Brust (1967) l'estime à 2 °C.

A Pramagnon, la durée de développement larvo-nymphal d'*A. vexans* varie de 10 (gîte E4 en 1976) à 24 jours (gîte C1 en 1977); dans la plupart des cas, elle varie entre 18 et 21 jours (tabl. 5). Il faut souligner que dans le gîte E4 la faible profondeur de l'eau a permis un réchauffement plus rapide; les débris végétaux calcinés, suite à l'incendie du 31 mars 1976, ont favorisé ce réchauffement de l'eau en absorbant plus efficacement les rayons du soleil. La durée de développement larvo-nymphal d'*A. cinereus* varie dans la plupart des cas entre 18 et 21 jours, pouvant atteindre 28 jours (gîte C1 en 1977). La durée de développement larvo-nymphal d'*A. vexans* dans les plaines inondées observées par Henkel (1936), Gjullin *et al.* (1950), Trpiš (1962) et Breeland & Pickard (1963), varie de 10 à 21 jours, ce qui rejoint les résultats obtenus à Pramagnon.

Tabl. 5: Dates et durées en jours (j) du développement larvo-nymphal et de l'émergence des espèces *Aedes vexans* et *A. cinereus* dans la réserve de Pouta Fontana.

			Développement larvo-nymphal			Emergence		
Année	Station	Espèce	début	fin	durée (j)	début	fin	durée (j)
1976	E1	*vexans*	20.5.76[1]	7.6.76	18			
			19.7.76	9.8.76	15 à 21			
	E4	*vexans*	20.5.76[1]	31.5.76	11			
			27.7.76	2.8.76	10			
	H12	*vexans*	20.5.76[2]			non observé		
			16.7.76	2.8.76	14 à 17			
	G3[3]							
	E7[2]							
	C1		?[2]	31.5.76				
	K1	*cinereus*	12.5.76	7.6.76	21 à 26			
	K11	*cinereus*	19.7.76	6.8.76	18			
1977	E1	*vexans*	2.5.77	23.5.77	18 à 21	23.5.77	*	*
		cinereus	*	20.5.77	*	23.5.77	*	*
	E4	*vexans*						
		cinereus	2.5.77	23.5.77	18 à 21			
	H12	*vexans*	23.5.77[4]	6.6.77	14	6.6.77	13.6.77	8
	G3	*vexans*	?[2]	3.6.77		6.6.77	13.6.77	8
	E7	*vexans*	2.5.77	20.5.77	18	24.5.77	*	*
		cinereus	2.5.77	23.5.77	21	24.5.77	*	*
	C1	*vexans*	29.4.77	23.5.77	24	*	*	*
		cinereus	29.4.77	27.5.77	21	27.5.77	3.6.77	8
	K1	*cinereus*	29.4.77	*				
	K11	*cinereus*	2.5.77	30.5.77	21 à 28	30.5.77	8.6.77	10
1978	E1	*vexans*	8.5.78	*	*	2.6.78	*	*
		cinereus	8.5.78	*	*	*	*	*
	E4	*vexans*	8.5.78	*	<15	*	*	*
		cinereus	8.5.78	*	*	*	*	*
	H12	*vexans*	8.5.78	*	*	*	*	*
			22.5.78	*	*	*	*	*
	G3	*vexans*	9.6.78	*	*	*	*	*
			7.7.78	28.7.78	21	*	*	*
		cinereus	22.5.78	*	*	*	*	*
	E7	*cinereus*	8.5.78	*	*	*	*	*
	C1	*cinereus*	5.5.78	*	*	*	*	*
	K1	*cinereus*	8.5.78	*	*	*	*	*
	K11	*cinereus*	8.5.78	29.5.78	21	*	*	*

1: observé à partir du 24.5.76; le début se situe probablement le 20.5.76.
2: fonctionnel, mais non observé.
3: gîte à sec.
*: la faible quantité ou l'absence de larves ou d'imagos (en 1978, en partie par suite de traitements anti-larvaires) ne permet pas de définir la durée et les dates exactes du développement larvo-nymphal et de l'émergence.
4: cette date correspond à l'inondation du niveau supérieur; l'inondation du niveau inférieur (2.5.77) n'est pas pris en considération, du fait de la faible quantité de larves.

3.3.4 Populations larvo-nymphales en Valais, aux Grangettes (VD) et à Portalban (FR)

La somme des stations échantillonnées et positives en espèces culicidiennes (tabl. 6, fig. 22) a permis d'effectuer certaines corrélations entre les gîtes larvaires, caractérisés par la végétation et la texture du collecteur d'eau, et les espèces culicidiennes (tabl. 7), ainsi que leur succession au cours de l'année (fig. 23). L'association des espèces culicidiennes entre elles a été qualifiée de typique lorsque les espèces occupent en même temps les mêmes biotopes préférentiels, fréquente lorsque les espèces occupent souvent le même biotope, occasionnelle lorsque le gîte d'une espèce peut être fonctionnel pour d'autres espèces et rare lorsque les gîtes de chaque espèce ne se recoupent qu'exceptionnellement ou lorsqu'il s'agit de biotopes extrêmes. L'association n'a pas été qualifiée lorsque les données biologiques et écologiques étaient insuffisantes. Cette qualification s'applique aux espèces découvertes dans les biotopes larvaires de la plaine du Rhône et de Portalban et n'est donc pas valable pour tous les biotopes potentiels des espèces.

Aedes vexans

L'espèce s'installe essentiellement dans la plaine alluviale, mais se rencontre aussi, quoiqu'exceptionnellement, dans l'étage montagnard (fig. 10), principalement du fait de la configuration topographique du canton qui limite les possibilités de gîtes larvaires. Ces derniers se situent dans les formations herbacées à laîches et à roseaux aux Grangettes (373 m), au Bouveret (373 m), à Pramagnon (500 m), à Gampinen (620 m), à Agarn (620 m), à Visp (640 m), dans les formations arbustives et les dépressions des formations arborescentes *(Alnetum incanae* et *Salici-Populetum)* aux Grangettes (373 m), à Pramagnon (500 m) où la densité larvo-nymphale peut atteindre 110 L/l et à Monthey (390 m). Dans cette dernière localité, il s'agit d'une dépression en lisière de l'*Alnetum incanae* et au bord de champs cultivés. Elle colonise également des ornières dans une prairie inondée occasionnellement à Niedergesteln (640 m) et une gouille temporaire exposée, avec une faible végétation à *Juncus* sur les bords, à Nax (1280 m). Les larves se rencontrent de fin avril à septembre (fig. 20 et 23), rarement à mi-octobre, lors d'inondations tardives. L'espèce est associée de manière fréquente à *A. cinereus, A. cantans* et *A. annulipes,* de manière occasionnelle à *C. p. pipiens, C. territans, Cu. annulata, Cu. alaskaensis, An. maculipennis s.l., An. m. messeae, A. cataphylla, A. sticticus, C. hortensis;* elle est également associée à *A. geminus* et *C. martinii.*

Aedes cinereus

L'espèce est située uniquement dans la plaine du Rhône (fig. 22) et reste cantonnée dans l'étage collinéen (fig. 10), tout comme le remarque Gilot (1969) dans le Dauphiné du nord en France. Ses gîtes larvaires se situent essentiellement dans les formations herbacées humides de la plaine alluviale, peuplées par des saules aux Grangettes (373 m), au Bouveret (373 m), à Vouvry (380 m), à Pramagnon (500 m) et à Agarn (620 m). Elle occupe le même gîte qu'*A. vexans* à Monthey (390 m). La larve se rencontre de mi-avril à septembre (fig. 20 et 23). Elle est associée de manière fréquente à *A. vexans, A. cantans, A. annulipes,* de manière occasionnelle à *C. p. pipiens, C. territans, Cu. annulata, Cu. alaskaensis, An. maculipennis s.l., An. m. messeae, A. cataphylla, A. sticticus.* Elle est également associée à *C. martinii.*

Tabl. 6: Liste des stations à espèces culicidiennes et caractéristiques des gîtes larvaires en Valais, aux Grangettes (VD) et à Portalban (FR). L' orthographe des stations est tirée des cartes nationales.

Station	Altitude	Types de gîte	Espèces culicidiennes
Agarn (Burgereie)	620 m	Ancien lit du Rhône, qui fut exploité pour le gravier; étangs et plans d'eau permanents et temporaires; phragmitaie de bordure, massettes, laîches et saules; fonds graveleux.	*An. maculipennis s.l., C. p. pipiens, C. territans, A. cinereus, A. vexans*
Aletschwald	2000 m 2200 m	Forêt de conifères. Gouilles temporaires sur sol rocailleux parmi les pâturages.	*A. communis* (imago) *A. communis*
Arolla (Pra Gra)	2200 m	Gouilles temporaires sur sol rocailleux.	*A. pullatus*
(Montagne d'Arolla)	2500 m		
(Pramousse)	1850 m	Bras de cours d'eau à faible courant et tapis d'algues et de mousses sur les bords, parmi un îlot d'aulnes verts sur sol graveleux.	*A. pullatus*
Bouveret (Le Culet)	373 m	Dépression au milieu de champs cultivés; relique d'un terrain marécageux primitif, comblé par suite d'assainissement; phragmitaie à laîches.	*A. vexans, A. cinereus, A. cantans, A. annulipes*
Chalais	520 m	Excavation, utilisée comme dépôt à ordures; fonds graveleux et limoneux.	*C. pipiens, C. hortensis*
Champéry	1100 m	Bâche sur silo, derrière une ferme.	*C. p. autogenicus*
(Champ de Barme)	1280 m	Gouille sur terrain graveleux.	*A. pullatus*
Charrat	460 m	Fossé, ancien lit de canal, au milieu de champs cultivés; roseaux dense, saules.	*Cu. annulata*
Derborence	1450 m	Bord de cours d'eau; sol caillouteux, avec litière de feuilles mortes.	*A. pullatus*
Dorénaz (Les Marais)	450 m	Ancien lit de cours d'eau parmi les champs, en partie remblayé par de gros cailloux; phragmitaie de bordure. Plan d'eau parmi roselière; forte production d'algues filamenteuses; fond vaseux.	*An. claviger, Cu. annulata, C. torrentium, C. hortensis* *C. territans*
Finhaut	1340 m	Prés parsemés de bosquets; zone marécageuse.	*A. communis* (imago)
Gampinen	620 m	Ancien lit du Rhône, fossés employés comme dépôt à ordures; sol graveleux.	*A. vexans, C. hortensis*
Giétroz	1700 m	Gouille parmi forêt de conifères; fonds vaseux.	*A. pullatus*
Les Grangettes	373 m	Ceinture lacustre de roseaux, phragmitaies, cariçaies, forêts riveraines, fossés, canaux recouverts de bois flottants, canaux recouverts de massettes et de roseaux.	*An. maculipennis s.l., An. claviger, A. vexans, A. cinereus, A. sticticus, A. cantans, A. annulipes, A. excrucians, C. pipiens, C. territans, Cu. annulata, Cu. alaskaensis, Cu. morsitans, M. richiardii*
Grimentz (Les Ziettes)	1760 m	Forêt de conifères; zone marécageuse, aulnes verts.	*A. pullatus* (imago)
Haute-Nendaz		Anciennes tourbières, jadis utilisées pour le rouissage du chanvre et du lin, à l'ombre d'une haie d'arbres; forte litière végétale; marécage avec laîches, développement d'algues filamenteuses, faible courant d'eau.	*A. pullatus*
(Les Ecluses)	1340 m		
(Eterpays)	1400 m	Creux dans pâturages.	*A. pullatus*
(L'Ouché)	1680 m	Creux, ornières sur chemin forestier; fonds vaseux.	*A. pullatus, A. communis*
(L'Ouché)	1704 m	Etang de montagne parmi forêt de conifères.	*A. communis, A. cataphylla*
Lens (Etang de Lens)	1333 m	Etang artificiel; laîches recouvrantes sur un bord.	*Cu. annulata*
Les Marécottes (Le Cergneux)	1220 m	Forêt de sapins.	*A. communis* (imago)
Mayens de la Dzou (Louché)	1490 m	Etang de montagne parmi forêt de conifères; laîches et saules.	*A. communis, A. cataphylla*
Mayens de Réchy	1970 m	Gouille en prairie alpine sur sol rocailleux.	*A. pullatus*
Monthey (Les Ilettes)	400 m	Marécage; phragmitaie.	*An. claviger*
(Le Vollu)	397 m	Récipients anthropogènes.	*C. p. autogenicus, An. maculipennis s.l., C. hortensis, Cu. annulata* (imago)
(Pré-Loup)	390 m	Dépression au bord d'une aulnaie et de champs cultivés.	*A. vexans, A. cinereus*
Morgins (Eau Rouge)	1350 m	Gouille en bordure du lit de la Vièze; sol caillouteux.	*A. pullatus*
(Savolaire)	1640 m	Marécage de montagne.	*A. pullatus*
Nax (Plan Pra)	1280 m	Anciennes tourbières, jadis utilisées pour le rouissage du chanvre et du lin. Fossés à l'ombre d'aulnes, de bouleaux et de saules; épaisse litière végétale. Gouilles exposées, sur sol rocailleux. Dépressions mi-ombragées, sous bouleaux et aulnes; touffes de laîches éparses.	*A. pullatus* *A. pullatus, A. cataphylla, A. communis, Cu. annulata* *A. cataphylla, A. pullatus, A. vexans* *An. claviger, A. pullatus, C. territans, C. hortensis*
Niedergesteln	640 m	Creux, ornières dans pâturage.	*A. vexans*
Ovronnaz	1370 m	Traces de véhicule sur chemin caillouteux. Gouille sur sol rocailleux parmi pâturage.	*C. hortensis* *A. cataphylla*
Portalban	430 m	Cariçaie à roseaux; dépressions dans forêt hygrophile.	*A. rusticus, Cu. morsitans, A. cantans, A. annulipes, An. claviger*
Pramagnon (Pouta Fontana)	500 m	Etangs permanents et temporaires, marais temporaires; phragmitaies et cariçaies, saussaies, aulnaie; dépressions anthropogènes dans formations arbustives et arborescentes.	*A. vexans, A. cinereus, A. cantans, A. annulipes, A. cataphylla, C. martinii, C. territans, C. p. pipiens, C, hortensis,*
			Cu. annulata, Cu. alaskaensis, An. claviger, An. m. messeae, M. richiardii, A. sticticus (imago)
		Creux, ornières sur chemin graveleux; creux dans sol limoneux.	*C. pipiens, C. hortensis*
St.-Gingolph	380 m	Bâtiment d'habitation, cave.	*C. pipiens, C. hortensis* (imagos)
Salanfe (barrage)	1700-1780 m	Gouilles sur terrain rocailleux.	*A. pullatus*
Sierre (Bois de Finges)	540 m	Etangs permanents et semi-permanents; gouilles temporaires parmi forêt de pins.	*An. maculipennis s.l., An. claviger, A. cantans, A. annulipes, A. cataphylla, Cu. annulata, Cu. alaskaensis, C. territans, C. p. pipiens, M. richiardii, A. vexans, A. cinereus* (imagos)
Sion (Les Creusets)	480 m	Baque métallique couvert.	*Cu. annulata, C. hortensis, C. pipiens*
(Les Iles)	480 m	Creux dans terrain graveleux.	*C. pipiens, C. hortensis*
Trétien (La Crêta)	1400 m	Forêt de conifères.	*A. communis* (imago)
Troistorrents (Perraye)	720 m	Tonneau pour la récolte des eaux de pluie; petite fontaine en granit.	*C. hortensis*
Vernayaz	450 m	Canaux dans aulnaie sur sol tourbeux.	*Cu. morsitans*
Vionnaz (Tina de Mayen)	390 m	Marécage; massettes, roseaux, laîches; sol vaseux et mouvant; gouille ombragée, avec épaisse litière végétale.	*An. maculipennis s.l., Cu. annulata, C. pipiens, C. territans, C. hortensis*
(Tina de la Greffé)	390 m	Délaissé de cours d'eau à régime torrentiel.	*C. hortensis*
Vouvry (Velette)	380 m	Fossé, ancien lit de canal.	*A. cinereus* (imago)
Visp (Grosseia)	640 m	Fossé, ancien lit de cours d'eau; végétation à roseaux et à laîches, saules et peupliers sur les bords. Dépression avec phragmitaie de bordure.	*A. geminus, A. vexans, Cu. annulata, Cu. alaskaensis, C. territans* *A. geminus, A. vexans, Cu. annulata, Cu. alaskaensis, C. hortensis, C. pipiens*

Aedes sticticus

L'espèce est commune des plaines alluviales (TRPIŠ, 1962; MÖHRIG, 1969). Elle est associée de façon typique à *A. vexans* dans les forêts riveraines inondées (STAGE *et al.*, 1937); ROMAN, 1938; GJULLIN *et al.*, 1950; OZENDA & PAUTOU, 1971; PEUS, 1975). Présente au stade imaginal au Bois de Finges (540 m), à Pramagnon (500 m) et aux Grangettes (373 m), son stade larvaire n'a été recensé que dans cette dernière station, dans un petit fossé abrité de saules parmi une cariçaie à roseaux, en association avec *A. vexans* et *A. cinereus.*

Aedes cantans et *Aedes annulipes*

Les deux espèces sont morphologiquement semblables au stade larvaire. Elles ont été trouvées dans une formation à laîches et à roseaux au Bouveret (373 m) et dans une cariçaie à roseaux sur sol tourbeux à Portalban (430 m). A Pramagnon (500 m), la seule espèce *A. annulipes* a été trouvée dans la phragmitaie à laîches, tandis que les deux espèces ont été observées dans des dépressions du *Salici-Viburnetum opuli franguletosum,* de l'*Alnetum incanae* et de formations arborescentes clairsemées. Au Bois de Finges (540 m), *A. cantans* évoluait dans une phragmitaie. Les gîtes larvaires ressemblent en partie à ceux cités par OZENDA & PAUTOU (1971), comme la phragmitaie à laîches, la magnocariçaie eutrophe typique, les cariçaies sur sol tourbeux, l'aulnaie des forêts riveraines sur sol à texture grossière situées dans la plaine du Rhône en France. En Valais, *A. cantans* et *A. annulipes* sont des espèces précoces, qui se rencontrent du début avril à mi-juin à l'état larvaire (fig. 23). Elles se rencontrent un peu plus tôt dans la plaine du Rhône en France, soit de début février à fin mai (OZENDA & PAUTOU, 1971). A Portalban, les larves éclosent vers mi-mars, même si les œufs ont été continuellement immergés depuis la fin de l'automne. En effet, SERVICE (1977) note qu'en Angleterre les œufs d'*A. cantans* submergés au mois d'octobre donnent naissance à des néonates seulement à partir du mois de janvier, avec un maximum des éclosions au mois de mars. A Pramagnon, du fait de l'étiage hivernal, l'éclosion n'a lieu qu'au printemps. En 1977, *A. cantans* et *A. annulipes* étaient les seules espèces à éclore vers fin mars avec *A. cataphylla,* car la température, encore froide, n'était pas propice aux espèces *A. vexans* et *A. cinereus. A. cantans* et *A. annulipes* sont associées de manière fréquente à *A. vexans, A. cinereus, A. rusticus* et *Cu. morsitans,* de manière occasionnelle à *An. claviger, C. territans, Cu. alaskaensis* et *A. cataphylla.*

Aedes rusticus

L'espèce a été découverte uniquement à Portalban (430 m), dans une cariçaie à roseaux et dans un fossé d'une formation arborescente, inondés pendant tout l'hiver et sous la dépendance hydrique du lac de Neuchâtel. L'espèce hiberne à l'état larvaire, et seuls les gîtes inondés pendant cette période sont susceptibles de l'héberger. D'après MAIRE *et al.* (1972), les gîtes de cette espèce se trouvent dans les forêts hygrophiles à *Alnus glutinosa* et dans les magnocariçaies; la larve se rencontre d'octobre à avril. En considérant les observations effectuées en France (cf. Essais de traitements avec le Dimilin) l'espèce est associée de manière fréquente à *Cu. morsitans, A. cantans, A. annulipes,* de manière occasionnelle à *An. claviger.*

Tabl. 7: Corrélations entre les gîtes larvaires et les espèces culicidiennes (les densités larvo-nymphales sont expliquées au chap. Méthodologie).

Physionomie végétale ou appartenance phyto-sociologique du gîte	Type de gîtes et de collecteurs d'eau	Mise en eau principale (p), secondaire (s), profondeur de l'eau, durée de submersion	Espèces culicidiennes	Nombre d'observations à la densité larvo-nymphale r	+	1	2	3	4	5
EAUX PERMANENTES										
Scirpo-Phragmitetum faciès type	Bord de lac; étangs.	Permanente; 20 à 140 cm.	*An. claviger*	1	1					
			An. maculipennis s.l.			1	2			
			Cu. annulata et *alaskaensis*			2	1	2	1	
			C. p. pipiens	1		1	2	1	1	
			C. territans				1	5		
			M. richiardii	2						
	Trous, failles.	Résurgence.	*An. claviger*		1	1	1			
faciès à *Typha*	Fossés; anciens canaux	Permanente; 20 à 150 cm.	*An. claviger*					1		
			An. maculipennis s.l.				1			
			Cu. morsitans				1			
			M. richiardii		1					
Phragmitaie de bordure (ceinture de roseaux étroite, entourant les plans d'eau)	Anciens lits de cours d'eau; plans d'eau.	Permanente; jusqu'à 150 cm.	*An. maculipennis s.l.*			1				
			C. p. pipiens		1	1				
			C. territans				2	1		
			C. torrentium				1			
			C. hortensis			1	2			
			Cu. annulata alaskaensis				1	1		
			A. geminus			2				
			A. cinereus		1	1				
			A. vexans				1			
Mariscetum, Juncetum subnodulosi	Trous, failles.	Résurgence;	*An. claviger*		2					
Tapis d'algues filamenteuses	Plans d'eau, canaux, fossés.	20 à 140 cm.	*An. maculipennis s.l.*				1			
			An. m. messeae				3			
EAUX TEMPORAIRES										
Scirpo-Phragmitetum faciès type	Etang, marais.	Nappe phréatique; 20 à 110 cm. 7 à 11 mois.	*An. claviger*		1					
			An. m. messeae				2			
			C. p. pipiens				1	1		
			C. territans			2	1	1		
			C. martinii			3				
			Cu. annulata et *alaskaensis*				1	2		
			A. cinereus	1						
			A. cataphylla		1					
"	Dépôt de mauvaises herbes et de matières organiques.	"	*C. territans*				1			
			C. p. pipiens						1	1
			Cu. annulata						1	
faciès à *Carex elata*	Marais.	Nappe phréatique; 20 à 40 cm; 4,5 à 5,5 mois	*A. vexans*			1	4	4		
			A. cinereus	1	2	4	3			
			A. cantans et *annulipes*	1		2	2			
			A. cataphylla	2						
			C. p. pipiens	6	2	2				
			C. territans		1	3	3			
			C. martinii		1	4	1			
			C. hortensis	1						
			Cu. annulata et *alaskaensis*		2	3	1	1		
			An. m. messeae		2	4	2			
Caricetum elatae faciès à *Phragmites communis*	Marais	Nappe phréatique; 10 à 30 cm; 3,5 à 4,5 mois	*A. vexans*			2	2			
			A. cinereus			1	4			
			A. sticticus		1	1				
			C. p. pipiens			3				
			Cu. annulata et *alaskaensis*			1	1			
Cariçaie à roseaux	Anciens lits de cours d'eau; dépressions.	Nappe phréatique.	*A. vexans*				3			
			A. cinereus			1	1			
			A. geminus				1			
			A. cantans et *annulipes*		1					
			Cu. annulata			1				
			Cu. alaskaensis			1				
			C. p. pipiens			1				
			C. territans			1				
			An. maculipennis s.l.		1					
"	Anciens jardins;	Nappe phréatique; jusqu'à 10 cm; 1 mois.	*A. vexans*				2			
			A. cinereus	1			1			
			A. cataphylla							
	dépressions entre les parcelles.	10 à 40 cm.	*Cu. annulata* et *alaskaensis*				1	1		
			C. p. pipiens				2			
			C. territans et *martinii*				2			
			C. hortensis		1					
			An. m. messeae			1				
			An. claviger	1						
	Marais.	Nappe lacustre; inondé pendant l'hiver.	*A. rusticus*			1				
			A. cantans et *annulipes*				1			
			Cu. morsitans				1			
			An. claviger		1					
Prairies pâturées	Creux, ornières.	Pluie; jusqu'à 10 cm.	*A. vexans*			1				
			C. p. pipiens			1				
Phalaridetum arundinaceae seul	Marais.	Nappe phréatique; 50 à 80 cm;	*A. cinereus*			3				
parmi la saussaie		30 à 60 cm; 3 à 5 mois.	*A. cinereus*			1	5	1		
			A. vexans		1	2				
			A. cantans et *annulipes*			1				
			Cu. annulata et *alaskaensis*		1	2	2			
			C. p. pipiens			1	3			
			C. territans martinii	1		2	2			
			C. hortensis	1						
			An. m. messeae		1	2	1			
Salici-Viburnetum opuli franguletosum en bordure d'aulnaie	Marais.	Nappe phréatique; 20 à 40 cm; 1 à 3 mois.	*A. vexans*					2	1	
			A. cantans et *annulipes*					1		
Alnetum incanae	Dépressions.	Nappe phréatique; jusqu'à 20 cm; jusqu'à 1 mois.	*A. vexans*					6	1	
			A. cantans et *annulipes*			2				
			A. cinereus			1				
			A. cataphylla			1				
			Cu. annulata alaskaensis				1	3	1	
			C. p. pipiens				3	1		
			C. territans				2	2	1	
Salici-Populetum	Dépressions.	Nappe phréatique et lacustre.	*A. vexans*					2		
			A. cinereus			2				
Forêt hygrophile	Anciens creux pour le rouissage du chanvre, fossés, dépressions, épaisse litière	Fonte des neiges (p); pluie (s); 10 à 50 cm; eau permanentes dans les creux.	*A. communis*				2	2		
			A. pullatus				1	6	1	
			A. cataphylla					1	2	
			An. claviger				1			
			C. hortensis				1			
			C. territans		1					
			Cu. annulata		1					
Forêts de conifères	Etangs, gouilles.	Fonte des neiges (p); pluie (s); jusqu'à 50 cm.	*A. communis*						2	
			A. cataphylla					1	1	
			A. pullatus				1	1		
	Creux, ornières sur chemin forestier.		*A. communis*				1	1		
			A. pullatus			1		1		
Pâturages, prairies alpines	Gouilles sur sol rocailleux.	Fonte des neiges (p); pluie (s);	*A. pullatus*					1		
			A. communis			1				
		jusqu'à 10 cm.	*A. cataphylla*		2					
			A. vexans	1						
Marécages de montagne			*A. pullatus*			1				
Tapis d'algues	Bordure de cours d'eau à faible courant.		*A. pullatus*		1	1		1		
Sans végétation	Délaissé de cours d'eau à régime torrentiel.	Débordement; jusqu'à 10 cm.	*C hortensis*				1			
	Creux, ornières sur chemins caillouteux,	Pluie, nappe phréatique, arrosage;	*C. hortensis*				3	2	2	
			C. pipiens			2	2	1		
	Récipients de ménage, tonneaux, bidons, sacs d'eau pluviale, bâches en plastique, auges à cochons, bacs.	Pluie, eau d'écoulement, eau de conduite; jusqu'à 100 cm.	*C. p. autogenicus*			1	2	3		
			C. hortensis			1	2			
			Cu. annulata			1				
			An. maculipennis s.l.		1	1				

Aedes cataphylla

L'espèce possède une grande valence écologique (GILOT, 1969); elle colonise les étages collinéen, montagnard et subalpin (fig. 10). Présente sporadiquement en plaine, comme le remarquent également TRPIŠ (1962) dans la plaine du Danube en Tchécoslovaquie, GILOT (1969) dans le Dauphiné du nord et OZENDA & PAUTOU (1971) dans la plaine du Rhône en France, dans les formations herbacées à laîches et à roseaux (Pramagnon, 500 m) ou dans les formations ombragées avec quelques laîches (Bois de Finges, 540 m), elle se rencontre en grandes quantités dans les étangs et mares temporaires des forêts de conifères à Haute-Nendaz (1704 m) (jusqu'à 250 L/l: fig. 24) et aux Mayens de la Dzou (1490 m) (fig. 25). Elle a été trouvée dans les dépressions et les fossés d'une forêt hygrophile à Nax (1280 m) (jusqu'à 125 L/l). A Ovronnaz (2000 m), elle a été découverte dans une gouille temporaire sans végétation dans un alpage. C'est une des premières espèces qui apparaît au début du printemps: les larves se rencontrent de fin mars à début août (3 nymphes encore le 10 août 1977 à Nax). Ce recensement tardif laisse supposer 2 générations, car la première génération se développe d'avril à juin à Nax; cela contredit les conclusions de MÖHRIG (1969) faisant d'*A. cataphylla* une espèce monocyclique et uniquement sylvicole. L'optimum écologique de cette espèce se situe dans le montagnard supérieur et le subalpin inférieur (fig. 10), mais en France, OZENDA & PAUTOU (1971) le situent dans le montagnard inférieur. En Valais, l'espèce est associée de manière fréquente à *A. communis,* de manière occasionnelle à *A. pullatus, A. vexans, A. cinereus, A. cantans* et *A. annulipes.*

Aedes communis

L'espèce occupe le même biotope qu'*A. cataphylla* à Nax (1280 m), aux Mayens de la Dzou (1490 m) et à Haute-Nendaz (1704 m). Sa population larvo-nymphale est très forte dans les étangs et marais temporaires des forêts de conifères, type de biotopes observés par TRPIŠ (1960b) dans les montagnes de Tchécoslovaquie, aux Mayens de la Dzou (1490 m) (jusqu'à 117 L/l) et à Haute-Nendaz (1704 m) (jusqu'à 250 L/l). Dans cette dernière station, elle colonise aussi des gouilles formées dans des ornières sur un chemin forestier (fig. 26). A Nax, les échantillonnages positifs depuis mi-avril à début septembre sous-entendent au moins 2 générations pendant la saison. Elle a été également découverte le 20 août 1978 à Aletsch (2200 m) au-dessus de la limite des forêts, dans une gouille sans végétation parmi les patûrages. Elle a son optimum écologique dans le montagnard supérieur et le subalpin inférieur (fig. 10). En France dans la vallée du Rhône, OZENDA & PAUTOU (1971) le situe plus bas, soit dans le montagnard inférieur. L'espèce est associée de manière fréquente à *A. cataphylla,* de manière occasionnelle à *A. pullatus,* rarement à *Cu. annulata.*

Aedes pullatus

L'espèce colonise des anciennes tourbières à Nax (1280 m) et à Haute-Nendaz (1340–1680 m), jadis utilisées pour le rouissage du chanvre et du lin, des fossés et dépressions d'une forêt hygrophile à Nax, une gouille sans végétation à fond vaseux dans une forêt de conifères éclaircie et des ornières à fond vaseux sur un chemin forestier à Haute-Nendaz, une gouille à fond vaseux sur sol rocailleux et un marécage à Morgins (1350–1640 m), des gouilles sur sol rocailleux dans les

patûrages ou les prairies de montagne à Nax, à Arolla (2200–2500 m), aux Mayens de Réchy (1970 m) (fig. 27), à Salanfe (1700–1780 m) et à Champéry (1280 m), des tapis d'algues en bordure de cours d'eau à faible courant à Arolla (1850 m) et à Haute-Nendaz (1340 m). Les types de gîtes comme les gouilles sur sol sablonneux ou rocailleux, les marais dans les forêts de résineux sont cités par TRPIŠ (1960b), MÖHRIG (1969) et GUTSEVICH *et al.* (1974). *A. pullatus* occupe les étages montagnard supérieur, subalpin et alpin (fig. 10). C'est une des rares espèces ayant une aire de répartition suspendue (confinée en altitude) d'après GILOT (1969). Son optimum écologique se situe dans le montagnard supérieur, dans les «terrières» (= bassins) anthropogènes des forêts hygrophiles, avec une population larvo-nymphale atteignant 65 L/l à Haute-Nendaz et 126 L/l à Nax. La larve se rencontre de fin avril à fin août, ce qui suppose 2 générations. TRPIŠ (1960b) la rencontre de début juin à fin août en Tchécoslovaquie. L'espèce est associée de manière occasionnelle à *A. communis* et à *A. cataphylla.*

Anopheles maculipennis s.l. (An. m. messeae à Pramagnon)

A Pramagnon, la population larvo-nymphale a été, d'une manière générale, moyenne en 1976, faible à très faible en 1977 et rare en 1978. L'hydrodynamique est favorable aux *Aedes* de par ses variations; elle est indirectement favorable à *An. m. messeae* de par sa stabilité, puisque cela entraîne le développement d'algues filamenteuses qui font partie des gîtes préférentiels de l'espèce (tabl. 7). D'une manière générale, tous les gîtes productifs à *An. maculipennis s.l.* et à *An. messeae* ont une surface d'eau soit recouverte d'algues, soit recouverte de débris végétaux, comme le remarque TRPIŠ (1960a) dans les rizières. A Pramagnon en 1976, les gîtes préférentiels de l'espèce se situaient dans des endroits exposés, avec un tapis d'algues filamenteuses en surface (gîte H10, B4, A2: fig. 28 et 29), et dans des endroits mi-ombragés, avec tapis d'algues (gîtes H11, H6, K1: fig. 28 et 16) ou débris végétaux flottants (gîte E6: fig. 18). Le gîte B2 a été très peu productif, du fait d'une eau superficielle souvent agitée. Dans les gîtes où la profondeur de l'eau est faible (gîtes E1, E4, H12, K11) l'espèce est peu ou pas présente, car la surface d'eau disponible pour l'évolution des larves est trop restreinte. En 1977, par contre, le niveau d'eau plus élevé a permis une meilleure colonisation de ces gîtes et du gîte G3. En 1978, l'espèce était quasi inexistante au stade larvaire. Le niveau élevé des eaux de 1977 et 1978 a créé des courants d'eau dans la plus grande partie de la zone humide (fig. 6) et les algues filamenteuses n'ont pas pu s'y développer. Les femelles d'*An. maculipennis s.l.,* dont les larves se trouvent généralement dans les mares exposées, préfèrent l'eau à une température entre 22 et 29 °C pour l'oviposition, et pondent rarement dans une eau en-dessous de 20 °C (CLEMENTS, 1963). C'est ce qui explique sa préférence pour les eaux exposées à Pramagnon.

L'espèce *An. maculipennis s.l.* a été recensée dans des biotopes naturels aux Grangettes (canal couvert de bois flottants, de lentilles d'eau ou d'algues filamenteuses, avec ou sans léger courant d'eau), à Vionnaz (marécage à hélophytes), au Bois de Finges (phragmitaie typique), à Agarn (tapis d'algues dans un plan d'eau et au bord d'un étang, situés dans un ancien lit du Rhône), et dans un biotope anthropogène à Monthey (tonneau pour l'arrosage des jardins). Ce dernier type de gîte a été observé par TRPIŠ (1962) en Tchécoslovaquie. Dans tous ces gîtes de la plaine du Rhône, la densité larvo-nymphale était faible à moyenne. Les larves se rencontrent de fin avril à début octobre. Dans la plaine du Rhône en France, OZENDA & PAUTOU (1971) les rencontrent de début mai à fin août, ce qui coïncide

avec leur période de prolifération maximale. Dans la plaine du Rhône en Valais, la larve est associée de manière fréquente à *C. p. pipiens, C. territans, Cu. annulata* et *Cu. alaskaensis,* de manière occasionnelle à *A. vexans, A. cinereus,* rarement à *An. claviger, C. hortensis, C. martinii.*

Anopheles claviger

L'espèce hiberne à l'état larvaire (MÖHRIG, 1969). Pour cette raison, les gîtes larvaires se situent principalement dans des eaux permanentes, de préférence fraîches et propres; une partie des gîtes est alimentée par l'eau de résurgence, comme le notent également OZENDA & PAUTOU (1971). Aux Illettes à Monthey, le gîte se situe dans une phragmitaie (10 L/l); à Nax il se situe dans une ancienne tourbière, abritée par des aulnes et des bouleaux, avec un léger courant (2 L/l). Ces deux gîtes sont alimentés par l'eau de résurgence. A Pramagnon, le gîte C1 a été régulièrement productif en 1976. Quoique temporaire, il est également alimenté par l'eau de résurgence, comme les gîtes permanents en bordure de l'étang A (fig. 6). Les gîtes larvaires inondés pendant tout l'hiver ou pendant toute l'année se situent dans une cariçaie à roseaux à Portalban, et dans le lit d'un ancien canal aux Grangettes. La densité larvaire relativement élevée de ce dernier gîte (50 L/l le 17 avril 1978) provient du niveau de l'eau exceptionnellement bas, concentrant l'effectif larvaire dans une masse vaseuse très légère. A Dorénaz (450 m), le gîte est situé dans le lit d'un ancien canal, inondé pendant toute l'année. L'espèce préfère l'eau à une température entre 12 et 20 °C pour l'oviposition (CLEMENTS, 1963), ce qui explique sa préférence pour les eaux de résurgence, notamment à Pramgnon, et sa population larvo-nymphale rare (gîte G3) ou absente (gîtes E1, E4, H12, K1, K11) dans les eaux temporaires plus rapidement réchauffées. Les larves peuvent être observées toute l'année, comme l'indiquent OZENDA & PAUTOU (1971). L'espèce est associée de manière occasionnelle à *Cu. morsitans, A. rusticus, A. cantans, A. annulipes, C. territans, C. p. pipiens, Cu. annuta, Cu. alaskaensis, An. maculipennis s.l.,* rarement à *C. torrentium, C. martinii* et *A. vexans.*

Culex pipiens

L'espèce se rencontre dans deux biotypes, identiques au stade larvaire. Leurs larves respectives colonisent aussi bien les eaux claires que putrides et riches en matière organique, mais dans des biotopes différents. Le biotype *C. p. pipiens* se rencontre de préférence dans les phragmitaies typiques, avec une eau naturelle riche en matière organique au Bois de Finges (densité larvo-nymphale entre 50 et 300 L/1 en 1976) et à Pramagnon (densité larvo-nymphale entre 15 et 90 L/1 en 1976 dans le gîte A2), dans lesquelles sont parfois déversées des déchets organiques provenant de jardins annexes (densité larvo-nymphale entre 50 et 300 L/1 en 1977 dans le gîte E6). Ce biotype colonise également les phragmitaies en bordure des plans d'eau ou d'ancien cours d'eau à Visp et à Agarn, les plans d'eau temporaires à Pramagnon, tels le *Phalaridetum* (densité larvo-nymphale entre 1 et 5 L/1 dans les meilleures conditions), la phragmitaie à laîches et la cariçaie à roseaux (population larvo-nymphale faible à rare), les dépressions à forte litière végétale à l'ombre d'aulnaies (populations fortes à faibles) ou à l'ombre de grands arbres comme à Vionnaz. *C. pipiens* colonise les creux, les ornières et les plans d'eau anthropogènes de profondeur variable (10 à 100 cm) situés dans un pâturage à Niedergesteln, dans des terrains graveleux ou limoneux aux Iles de Sion, à

Pramagnon et à Chalais, où les populations larvo-nymphales sont très denses. La larve du biotype *C. p. pipiens* a été observée de fin avril à début novembre, lorsque la glace commence à recouvrir les plans d'eau. Elle est associée de manière fréquente à *C. territans, Cu. annulata, Cu. alaskaensis, An. maculipennis s. l.,* de manière occasionnelle à *An. claviger, A. vexans, A. cinereus,* rarement à *C. martinii.* Le deuxième biotype, *C. p. autogenicus,* est lié à la civilisation humaine. Ses gîtes larvaires sont de toute nature. A Monthey, les larves prolifèrent dans des récipients de ménage (casseroles, cuvettes, bidons), dans des arrosoires, baquets, tonneaux, sacs d'eau pluviale et auges à cochons. A Sion, elles ont été trouvées dans un baquet métallique. Ces récipients sont délaissés ou utilisés occasionnellement pour la récolte des eaux de pluie ou pour l'arrosage des jardins. A Champéry, les larves se trouvaient dans une bâche à silo vide (fig. 30). Ce biotype doit cependant se rencontrer plus fréquemment aux alentours et à l'intérieur des agglomérations. La larve a été observée de fin mai à fin octobre. Elle est associée de manière occasionnelle à *Cu. annulata* et *An. maculipennis s. l.*

Culex torrentium

L'espèce a souvent été confondue avec *C. pipiens,* dont les stades larvaires et imaginal femelle sont très similaires (Möhrig, 1969). Elle a été découverte à Dorénaz le 5 juillet 1978, dans le lit d'un ancien canal, associée à *Cu. annulata, C. hortensis* et *An. claviger.*

Culex territans

Fréquente en plaine, l'espèce a été trouvée jusqu'à 1280 m à Nax. Gilot (1969) l'a également recensée à 1000 m dans le Dauphiné du nord. Les gîtes larvaires de l'espèce se situent dans les eaux riches en matière organique ou avec une forte litière végétale, aussi bien dans les formations herbacées à hélophytes à Pramagnon, au bois de Finges, à Dorénaz, à Visp, à Vionnaz (populations larvo-nymphales moyennes) que dans les dépressions des formations arborescentes à Pramagnon (population larvo-nymphale entre 18 et 128 L/1), à Nax et aux Grangettes. Un même gîte peut être productif (gîtes A2 et K1 en 1976, H12, E1 et C1 en 1976 et 1977, E4 en 1977, G3 en 1977 et 1978) ou improductif (gîtes K1, K11, H12, E7 en 1978) suivant l'hydrodynamique qui détermine l'activité microbiologique de l'eau. La larve se rencontre de mi-mai à fin octobre. Elle est associée de manière fréquente à *C. p. pipiens, Cu. annulata, Cu. alaskaensis* et *C. martinii,* de manière occasionnelle à *A. cantans, A. annulipes, An. maculipennis s. l., An. m. messeae, An. claviger* et *C. hortensis.*

Culex martinii

L'espèce est semblable à *C. territans* au stade larvaire. Sa biologie est inconnue (Möhrig, 1969; Gutsevich et al., 1974). Elle a été déterminée avec sûreté uniquement à Pramagnon où ses gîtes larvaires recoupent ceux de *C. territans.* Pour cette raison, l'effectif larvo-nymphal a été considéré en commun; toutefois, *C. martinii* semble préférer les formations exposées aux formations ombragées, mais cette observation doit être vérifiée. La larve se rencontre de mi-mai à début octobre. Elle a été trouvée associée à *C. territans, C. p. pipiens, Cu. annulata, Cu. alaskaensis, An. m. messeae* et *An. claviger.*

Culex hortensis

Cette espèce méditerranéenne, considérée comme rare en Tchécoslovaquie (TRPIŠ, 1962), en Allemagne (MÖHRIG, 1969) et en Suisse (BRIEGEL, 1973), est très fréquente en Valais, où elle se rencontre jusqu' à 1370 m à Ovronnaz. Présente en France dans le Dauphiné du nord, elle y occupe tous les étages de végétation, de la plaine jusqu'à 2320 m (GILOT, 1969). En Valais, ses gîtes larvaires sont principalement des plans d'eau temporaires sans végétation sur terrain graveleux ou limoneux à Sion (entre 27 et 143 L/1), à Pramagnon (entre 14 et 80 L/1) et à Gampinen, ou avec une faible végétation de *Juncus sp.* à Pramagnon, à Nax et à Chalais. Elle colonise un délaissé de cours d'eau à Vionnaz, des ornières sur un chemin caillouteux à Ovronnaz (fig. 31), des tonneaux ou baquets pour la récolte des eaux de pluie à Monthey, à Troistorrents et à Sion (7 L/1). Elle colonise occasionnellement les formations herbacées, exposées au soleil à Pramagnon, à Nax et à Visp. Elle n'a pas été recensée dans les formations arborescentes. La larve a été observée de mi-mai à début août, ce qui correspond partiellement à OZENDA & PAUTOU (1971) qui l'ont observée de mi-mai à fin août. Elle est associée de manière fréquente à *C. pipiens,* de manière occasionnelle à *A. vexans, A. geminus, Cu. annulata, Cu. alaskaensis, C. territans,* plus rarement à *An. maculipennis s. l., An. m. messeae, C. torrentium* et *C. martinii.*

Culiseta annulata et *Cu. alaskaensis*

Ces deux espèces sont morphologiquement très semblabes au stade larvaire. Dans maints endroits leurs gîtes larvaires se recoupent, que ce soit à Visp, à Pramagnon ou aux Grangettes, et se situent aussi bien dans les eaux permanentes que temporaires, dans les formations aussi bien exposées qu'abritées. Ces gîtes se trouvent dans les phragmitaies de bords de plan d'eau aux Grangettes, à Vionnaz, à Dorénaz, à Charrat, à Pramagnon, au Bois de Finges et à Visp, dans les phragmitaies à laîches et les cariçaies à roseaux aux Grangettes, à Pramagnon, à Lens et à Visp, dans les dépressions des formations arborescentes aux Grangettes, à Pramagnon et à Nax. Les collections d'eau anthropogènes à Sion et probablement à Monthey constituent aussi des gîtes larvaires à *Cu. annulata.* Les larves des deux espèces se rencontrent à partir de fin avril à mi-novembre, parfois sous quelques cm de glace. Elles sont associées de manière fréquente à *C. p. pipiens, C. territans,* de manière occasionnelle à *A. vexans, A. cinereus, A. cantans, A. annulipes* et *C. hortensis,* de manière rare à *A. communis.* Elles ont été trouvées associées une seule fois à *C. martinii* et *C. torrentium.*

Culiseta morsitans

L'espèce hiberne aux stades d'œuf et larvaire (MÖHRIG, 1969). Les larves ont été trouvées dans une fossé situé dans une aulnaie sur terrain marécageux à Vernayaz (21 février 1979: 3 L1, 29 L2, 1 L3, 1 L4/1), dans une cariçaie à roseaux à Portalban et dans une phragmitaie à *Typha* aux Grangettes. Les stades larvaires sont présents depuis l'automne jusqu'au début mai. Dans la plaine du Rhône en France, OZENDA & PAUTOU (1971) les ont observés de début janvier à fin avril. L'espèce est associée à *A. rusticus, A. cantans, A. annulipes, An. claviger* et *M. richiardii.*

Mansonia richiardii

L'espèce hiberne à l'état larvaire (MÖHRIG, 1969) dans les phragmitaies permanentes aux Grangettes (faciès à *Typha*) et au Bois de Finges (faciès type).

Aucune larve n'a été recensée à Pramagnon, mais elle doit y être présente. La larve se rencontre de mi-septembre jusqu'au printemps. Elle est associée à *Cu.morsitans, An.claviger, C.p.pipiens, Cu.annulata* et *C.territans.*

3.4 Dynamique des populations imaginales

3.4.1 Matériel et méthodes

L'émergence des adultes a été mesurée en 1977 et 1978 à l'aide de pièges à émergence de forme conique (fig. 32) couvrant 0,16 m^2 de surface d'eau et recouverte de tissu organdi (200 mailles/cm^2). Les captures sont rapportées à 1 m^2 de surface (tabl. 8). Les relevés ont eu lieu en général tous les 2 à 3 jours.

Des captures sur appât humain (par exposition d'un avant-bras et des mains) ont permis de définir les espèces culicidiennes vulnérantes anthropophiles ainsi que leur incidence relative. Afin de connaître l'activité piqueuse saisonnière, ces captures ont été organisées à la station H6 en 1976, S1 en 1977 et 1978, une fois par semaine, en général pendant 2 h au crépuscule. Pour connaître l'activité piqueuse nycthémérale, il a suffi de deux captures, de 24 h chacune, les 19–20 juillet 1977 et les 13–14 septembre 1977. Chaque moustique était capturé à l'aide d'une éprouvette dont le fond était pourvu d'un coton imbibé d'un mélange d'acide acétique et de chloroforme (5:1); les captures ont été sériées en tranches de 10 min.

Des échantillonnages à l'aide d'un aspirateur à dos ont permis de définir les gîtes de repos des imagos. Cette méthode a l'avantage d'échantillonner aussi bien les mâles qui se nourissent de nectar, que les femelles hématophages qui s'attaquent aussi bien aux animaux à sang chaud qu'à sang froid. Elle donne une image ponctuelle très proche de la réalité. Ces échantillonnages ont été effectués une fois par semaine entre 09'30 et 15'00 pendant 1 min par station. Les stations échantillonnées sont les suivantes: H12' et H17' (aulnaies), E1 et E7 (phragmitaies à laîches), G3 (formation à roseaux et à laîches dans les anciens jardins de Pramagnon), E8 (phragmitaie de bord de canal, avec présence d'*Urtica dioeca* et de *Typhoides arundinacea*), H12 en 1977 seulement (phragmitaie à laîches, puis talus de la digue du Rhône), E7' (saules chétifs parmi la phragmitaie à laîches ≠ formation arbustive), E5 (petite saussaie), S1 (plantation de poiriers), S2 (haie de tuyas, de 1 à 1,5 m de hauteur) et S6 (haie de tuyas serrés, de 2 m de hauteur). Les moustiques capturés à l'aide de l'aspirateur ont été endormis dans une boîte en verre contenant un coton imbibé d'acide acétique et de chloroforme (5:1).

Pour déterminer l'oogénèse qui correspond à la durée de digestion du repas sanguin jusqu'à la ponte, les femelles ont été nourries dans la nature sur le bras de l'auteur puis capturées; elles ont ensuite été conservées individuellement dans des tubes en polystyrol (3,3 cm de diamètre et 7 cm de hauteur) fermés par un couvercle en tissu organdi. Un papier buvard, posé sur un coton imbibé d'eau, tapissait le fond et une partie des parois du tube. Certains tubes ont été transportés en laboratoire (conditions artificielles), certains placés dans un abri météorologique situé dans la réserve (conditions subnaturelles). Sur plus d'une centaine de femelles nourries et conservées, seules quelques-unes ont réussi à pondre. Outre les femelles nourries sur le bras, des femelles gravides ont été prélevées dans la réserve par aspirateur à dos, puis disséquées pour le dénombrement des œufs (fécondité). La longévité des imagos d'*A. vexans* et d'*A. cinereus* a été déterminée

Tabl. 8: Captures des imagos par 0,32 m² de surface d'eau à l'aide de pièges à émergence et productivité par m² (P/m²).

		Gîtes											
		E1			E7			C1	K11	G3			H12
Dates de capture		*A. vexans*	*A. cinereus*	*A. annulipes*	*A. vexans*	*A. cinereus*	*A. annulipes*	*A. cinereus*	*A. cinereus*	*A. vexans*	*A. cinereus*	*A. annulipes*	*A. vexans*
20.5.77	♂	-	-	-	-	-	-	-	-				
	♀	-	-	-	-	-	-	-	-				
23.5.77	♂	4	2	-	-	-	1	-	-				
	♀	1	2	-	-	-	-	-	-				
24.5.77	♂	-	-	-	1	12	-	-	-				
	♀	1	2	-	-	11	-	-	-				
25.5.77	♂	-	-	3	-	-	-	-	-				
	♀	-	-	2	1	5	-	-	-				
26.5.77	♂	-	-	1	-	-	6	-	-				
	♀	-	-	-	-	-	-	-	-				
27.5.77	♂	-	-	-	-	-	-	-	-				
	♀	-	-	-	-	1	1	1	-				
28.5.77	♂	-	-	-	-	-	-	-	-				
	♀	-	-	-	-	-	1	-	-				
30.5.77	♂	-	-	-	-	-	-	1	2				
	♀	-	-	-	-	-	-	1	1				
1.6.77	♂	-	-	-	-	-	-	5	13				
	♀	-	-	-	-	-	-	3	-				
3.6.77	♂							2	5	-	-	-	-
	♀							1	3	-	-	-	-
6.6.77	♂							-	-	143	-	-	36
	♀							-	5	24	-	-	22
8.6.77	♂							-	1	205	-	-	78
	♀							-	1	344	1	-	55
10.6.77	♂							-		25	-	-	117
	♀							-		234	-	-	110
13.6.77	♂									-	-	-	-
	♀									15	-	1	8
17.6.77	♂									-	-	-	-
	♀									-	-	-	-
P/m²		18.7	18.7	18.7	6.2	90.6	28.1	43.7	96.8	3093.7	3.1	3.1	1331.2

en 1977 sur la base des échantillonnages larvo-nymphaux, de l'activité piqueuse et des échantillonnages avec aspirateur à dos.

Le déplacement des moustiques entre la réserve et le village a été étudié en utilisant la technique du marquage. Les moustiques ont été prélevés au stade larvaire (L4) ou nymphal dans les gîtes larvaires productifs (G3 et H12). Ils ont été élevés dans des cages, en laboratoire, jusqu'au stade imaginal. Le marquage a été effectué avec une peinture à dispersion fluorescente Krylon®. Les sprays, de couleur jaune soufre, orange, rouge et bleu, ont été vaporisés sur les imagos en cage, à travers le tissu organdi, à 1 m de distance, et dans un endroit bien aéré. Pour reconnaître un moustique marqué, il a été nécessaire d'exposer à l'ultraviolet tous les moustiques capturés (lampe à vapeur de mercure Philips, HPW 120 W).

3.4.2 Résultats et discussion

Emergence

En 1977, l'émergence imaginale d'*A. vexans* a été environ 165 fois plus élevée dans le gîte G3 (3093 moustiques/m^2) et 71 fois plus élevée dans le gîte H12 (1331 moustiques/m^2) que dans le gîte E1 (18 moustiques/m^2) (tabl. 8). L'émergence dans le gîte E7 (6 moustiques/m^2) était 3 fois inférieure à celle du gîte E1. Ces résultats confirment la tendance des densités larvo-nymphales dans ces gîtes (fig. 11, 12, 17, 18). L'émergence d'*A. cinereus* a été plus élevée dans le gîte E7 (90 moustiques/m^2) que dans les gîtes C1 (43 moustiques/m^2) et E1 (18 moustiques/m^2). Elle a été faible dans le gîte G3 (3 moustiques/m^2) à nulle dans le gîte H12. Là également, la tendance des densités larvo-nymphales est confirmée, à l'exception du gîte K11 où l'émergence d'*A. cinereus* (96 moustiques/m^2) a été faible en comparaison de la densité larvo-nymphale élevée de ce gîte (fig. 11): la submersion partielle des pièges a asphyxié une partie des nymphes, entraînant une émergence réduite.

Activité piqueuse nycthémérale

L'activité piqueuse nycthémérale (fig. 33) présente une forte intensité à partir du crépuscule. Elle est plus faible le jour que la nuit; elle peut disparaître lorsque l'insolation est trop forte et l'humidité de l'air trop faible. Lors de la capture journalière du 19 juillet au 20 juillet 1977 (beau temps), le 64,6% des *A. vexans* et le 65,5% des *A. cinereus* ont piqué entre 20'00 et 23'00; lors de la capture journalière du 13 au 14 septembre 1977 (beau temps, à l'exception d'une perturbation orageuse dans les environs avant le coucher du soleil), le 67,6% des *A. vexans* et le 68,6% des *A. cinereus* ont piqué entre 17'00 et 20'00 (fig. 33). Si *A. vexans* est considérée comme une espèce crépusculaire (Möhrig, 1969), *A. cinereus* l'est également. Sur la base des captures hebdomadaires, le maximum d'activité piqueuse d'*A. vexans* se déplace par rapport au coucher du soleil astronomique en cours de saison. Le rempart septentrional valaisan cache le soleil en été 1 h avant son coucher astronomique. En juillet, le maximum d'activité se situe 30 à 40 min (activité très marquée 20 à 50 min) après le coucher du soleil astronomique, en août 20 à 30 min, en septembre 10 à 20 min (tabl. 9). A cette dernière période, le maximum d'activité est moins distinct, car l'activité piqueuse est déjà soutenue avant le coucher du soleil (fig. 34). L'activité piqueuse d'*A. vexans* est donc réglée en grande partie par l'intensité lumineuse (Wright & Knight, 1966). Ces auteurs ont également remarqué une activité piqueuse plus précoce en automne qu'en été

Tabl. 9: Distribution de l'activité piqueuse d'*Aedes vexans* au crépuscule pendant de belles journées sans nuages (A) et pendant des journées très nuageuses (couverture nuageuse totale) (B). Les captures pendant les belles journées ont été groupées suivant le mois. Le trait vertical continu représente le coucher du soleil astronomique, le trait horizontal la période de principale activité. Les chiffres représentent les captures groupées en tranche de 10 min.

	15.7.76			2	1	2	7	8	11	12	6	7
	11.7.77			3	5	19	44	45	49	50	34	39
	19.7.77			1	2	7	17	44	38	23	8	10
	17.7.78			0	0	3	8	42	64	37	19	20
	Σ			6	8	31	76	140	162	122	67	76
	1.8.77			5	4	2	5	12	15	11	4	5
A	15.8.77			1	0	6	14	58	39	35	24	21
	14.8.78			10	7	7	32	40	12	13	7	6
	Σ			16	11	15	51	110	66	59	35	32
	12.9.77	32	29	16	22	19	35	28	9	5	3	4
	11.9.78	13	14	8	13	29	31	27	19	8	6	9
	13.9.78	10	23	16	12	20	23	12	7	12	4	1
	Σ	55	66	40	47	68	89	67	35	24	13	14
	1.9.76				4	2	1	1	0	0		
B	29.8.77				9	22	25	24	16	13		
	7.8.78				9	6	6	5	3	3		
	Σ				22	30	32	30	19	16		

par rapport au coucher du soleil. A Pramagnon, lorsque le ciel est couvert, l'activité est plus précoce et son maximum moins marqué (tabl. 9).

Activité piqueuse saisonnière

L'activité piqueuse saisonnière (fig. 35), qui commence quelques jours après l'émergence, soit vers la 3e décade de mai en général, a été la plus faible en 1976, malgré deux générations larvaires. En 1977 et 1978, c'est moins le nombre de générations que la superficie et la productivité des gîtes qui ont déterminé la quantité des adultes. Les fluctuations saisonnières sont en grande partie dues à la température régnant pendant les captures. Pour BÜTTIKER (1948), *A. vexans* vole à partir de 12 °C et son activité imaginale «normale» se situe à 19 °C. THOMPSON & DICKE (1965) indiquent justement que les différences dans les captures reflètent probablement des changements dans l'activité plutôt que des différences dans le nombre de moustiques présents. Sans entrer plus profondément dans l'explication du phénomène, l'activité cyclique d'*A. vexans,* observée par ces auteurs, dépendrait de la durée du cycle trophogonique. Il est possible que certains maxima dans l'activité saisonnière d'*A. vexans* à Pramagnon ne soient pas sous la seule influence des facteurs météorologiques, mais coïncident avec un moment propice du cycle trophogonique. Cependant, en 1976, la reprise de l'activité piqueuse, jugée sur la base des captures du 13 août, est à mettre au compte de la seconde génération larvaire. Le début progressif de l'activité piqueuse provient de l'étalement des éclosions imaginales, consécutif à une mise en eau asynchrone des gîtes (fig. 13). En 1978, une partie des gîtes larvaires ayant été traités, l'activité piqueuse en a été ainsi retardée. L'activité piqueuse d'*A. vexans* commence vers la 3e décade de mai et dure jusqu'à mi-octobre, mais ne se fait nettement sentir que jusqu'à mi-septembre. Cette période d'activité d'*A. vexans* correspond en général à celle observée dans la plaine du Danube en Tchécoslovaquie (TRPIŠ, 1962) et dans la plaine du Rhône en France (OZENDA & PAUTOU, 1971); elle peut différer d'un mois suivant les années, suite à l'hydrodynamique responsable de la mise en eau des gîtes (HENKEL, 1936).

A Pramagnon, *A. cinereus* pique de mi-mai à fin octobre, mais décline fortement en nombre depuis la mi-septembre. Ce moustique pique pendant toute la saison, mais avec un maximum prononcé vers fin août (fig. 35). Il ne faut pas en déduire que l'espèce pique peu entre-temps car, lorsqu'elle se fait déranger dans ses gîtes de repos (*Phalaridetum arundinaceae* et phragmitaie à laîches colonisée par les saules), elle est très vulnérante et pique l'intrus dans ses parties basses. Ce phénomène exprime moins une activité piqueuse plus marquée vers fin août qu'une activité de vol et de recherche d'hôte plus marquée, pour des raisons encore non définies.

M. richardii, espèce univoltine sous notre latitude (MÖHRIG, 1969), pique de manière régulière entre mi-juin et mi-septembre. SERVICE (1968a) enregistre une activité piqueuse de fin juin à début septembre en Angleterre. A Pramagnon, l'activité piqueuse, plus élevée en 1978 qu'en 1976 et 1977, est à mettre sur le compte de l'hydrodynamique hivernale. Le niveau moyen des eaux, plus élevé en hiver 1977/78 que les hivers précédents, a empêché l'exondation des gîtes susceptibles d'abriter des larves, au profit de la génération imaginale de 1978.

Parmi les espèces vulnérantes autres qu'*A. vexans, A. cinereus* et *M. richardii,* se trouvent *An. m. messeae, An. claviger* et *Cu. alaskaensis,* espèces présentes en faible quantité, *A. cataphylla, A. annulipes, A. cantans, A. geniculatus* et *An. plum-*

beus, espèces insignifiantes du fait de leurs faibles populations larvaires, et *Cu. annulata,* espèce insignifiante du fait de sa faible anthropophilie à Pramagnon. Cette dernière espèce, bien répresentée au stade larvaire (fig. 18), pique très peu (5 piqûres en 3 ans), contrairement à ce qui se passe dans d'autres régions (MÖHRIG, 1969), comme par exemple en Grande-Bretagne, où elle pique l'homme toute l'année, excepté pendant le mois de décembre (SERVICE, 1968a). Elle s'attaque également aux bovins et aux oiseaux (SERVICE, 1971). *Cu. alaskaensis,* aussi bien représentée au stade larvaire à Pramagnon, a un comportement anthropophile particulier; elle pique en début de saison seulement (fin mai–début juin). C'est un des premiers moustiques qui piquent au village (jusqu'à 11 piqûres en 30 min). Il s'agit peut-être de femelles sortant d'hibernation, car on sait que les femelles quittent très tôt leur quartier d'hiver et peuvent piquer dès fin mars (MÖHRIG, 1969). L'activité piqueuse d'*An. m. messeae* était comparativement moyenne en 1976, faible en 1977, et pratiquement nulle en 1978 (1 piqûre pendant la saison). Cette activité est en accord avec les observations effectuées sur les populations larvo-nymphales. Si aucune larve n'a été échantillonnée en 1978, cela ne signifie pas que l'espèce n'y était pas présente.

L'intense activité piqueuse permet de qualifier l'endroit d'infesté (fig. 35). Pour la région d'Hildesheim au nord de l'Allemagne HENKEL (1936) avait fixé le seuil de tolérance à 1 piqûre en 5 min. A Pramagnon certains jours on a compté jusqu'à 45 captures en 5 min, ce qui correspond au maximum observé par GJULLIN *et al.* (1950) près de gîtes à *A. vexans* en bordure de la rivière Columbia. Dans les prairies inondées du Wisconsin, THOMPSON & DICKE (1965) ont observé un maximum de 482 piqûres en 10 min, alors que la moitié des observations faites comprenaient 30 piqûres en 10 min. A Pramagnon, *A. vexans,* espèce nettement prédominante, porte la responsabilité de la nuisance (tabl. 10, fig. 35). De toutes les captures effectuées en 1976 dans la zone de la réserve, 78,8% appartenait à l'espèce *A. vexans,* 8,3% à *A. cinereus,* 6,6% à *An. m. messeae,* le reste était partagé entre 4 autres espèces. En 1977, le 76,5% appartenait à l'espèce *A. vexans,* 21,4% à *A. cinereus,* le reste était partagé entre 10 autres espèces. En 1978, 85% appartenait à l'espèce *A. vexans,* 11% à *A. cinereus,* 3% à *M. richiardii,* le reste était partagé entre 5 autres espèces. De toutes les captures effectuées au village en 1976, 90,3% appartenait à l'espèce *A. vexans,* 1% à *An. m. messeae.* Cela signifie que la distance séparant le village des gîtes larvaires (de 200 à 1200 m) élimine certaines espèces, en particulier *A. cinereus.* Cette dernière n'atteint pas le village, au contraire d'*A. vexans,* reconnu comme un excellent voilier (HORSFALL, 1972). Si, pendant le jour, *A. vexans* pique dans les formations boisées ou dans les formations similaires offrant une couverture végétale propice pour le repos (vergers, haies, etc.) lorsqu'un intrus la dérange, elle pique plus volontiers le soir dans les formations prairiales (THOMPSON & DICKE, 1965): c'est là qu'elle est la plus active (BIDLINGMAYER, 1971).

A. vexans est l'espèce la plus vulnérante dans les plaines alluviales (HENKEL, 1936; STAGE *et al.,* 1937; ROMAN, 1938; MATHESON, 1944; GJULLIN *et al.,* 1950; TRPIŠ, 1962; MÖHRIG, 1969; OZENDA & PAUTOU, 1971; PEUS, 1975). Elle porte la responsabilité du problème de Pramagnon. Elle participe au problème des Grangettes. Au Bouveret et à Gampinen, elle importune les habitants aux environs de ses gîtes larvaires. Dans d'autres régions, quoique présente, elle pique occasionnellement sans poser de problèmes comme à Monthey, au Bois de Finges et à Visp. C'est une espèce anthropophile qui ne dédaigne pas le bétail: sur 906 femelles *A. vexans,* 82% s'étaient nourries sur des bovins (EDMAN & BIDLINGMAYER, 1969), ce

Tabl. 10: Nombre total (N) de captures effectuées sur appât humain, dans la réserve et au village, de 1976 à 1979 suivant les espèces, ainsi que leur pourcentage respectif.

	Zone de la réserve			Zone du village		
	Espèces	Captures N	Captures %	Espèces	Captures N	Captures %
1976	*A. vexans*	960	78,82	*A. vexans*	140	90,32
	A. cinereus	101	8,29	*M. richiardii*	10	6,45
	An. m. messeae	81	6,65	*An. m. messeae*	4	2,58
	M. richiardii	48	3,94	*An. claviger*	1	0,65
	An. claviger	24	1,97			
	Cu. annulata	3	0,25			
	A. annulipes	1	0,08			
1977	*A. vexans*	4992	76,55	*A. vexans*	361	97,30
	A. cinereus	1399	21,45	*An. m. messeae*	4	1,08
	Cu. alaskaensis	36	0,55	*M. richiardii*	3	0,81
	M. richiardii	23	0,35	*Cu. alaskaensis*	2	0,54
	A. annulipes	16	0,25	*A. cataphylla*	1	0,27
	An. claviger	15	0,23			
	A. cataphylla	14	0,21			
	An. m. messeae	13	0,20			
	A. cantans	8	0,12			
	An. plumbeus	3	0,05			
	Cu. annulata	1	0,02			
	A. geniculatus	1	0,02			
1978	*A. vexans*	1712	85,00			
	A. cinereus	222	11,01			
	M. richiardii	62	3,07			
	An. claviger	10	0,49			
	A. cataphylla	4	0,19			
	Cu. alaskaensis	3	0,14			
	Cu. annulata	1	0,05			
	An. m. messeae	1	0,05			

qui explique qu'elle se nourrit sur les hôtes disponibles comme le bétail, le gibier, la volaille, mais avec une manifeste préférence pour l'homme (HORSFALL, 1972). *A. cinereus* est une espèce très vulnérante dans ses gîtes larvaires aux Grangettes et à Pramagnon, mais elle est insignifiante du fait de la distance entre gîtes et habitations. Sur 155 femelles, 3,2% s'était nourries sur l'homme, 4,5% sur le lapin, 6,4% sur les bovins, 3,2% sur les oiseaux (SERVICE, 1971); là également, le pourcentage indique plus une disponibilité d'hôtes qu'une préférence trophique. *A. sticticus* est une espèce vulnérante des plaines alluviales, très souvent associée à *A. vexans* (cf. Dynamique des populations larvo-nymphales), mais proportionnellement toujours en minorité. Peu fréquente au stade larvaire, elle est insignifiante au stade imaginal (1 mâle à Pramagnon, le 13 juin 1976) et pique par conséquent peu, comme aux Grangettes et au Bois de Finges. TRPIŠ (1962) et OZENDA & PAUTOU (1971) observent l'adulte entre début mai et fin septembre. *A. excrucians* n'a été observé qu'une fois le 15 juin 1978 en train de piquer aux Grangettes. *A. cantans* et *A. an-*

nulipes piquent aux Grangettes, à Pramagnon et au Bois de Finges. Etant donné leur faible population larvaire, ces espèces ne posent pas de problèmes. A la même conclusion arrive TRPIŠ (1962) pour *A. annulipes* dans la plaine du Danube en Tchécoslovaquie. MÖHRIG (1969) note qu'*A. annulipes* et *A. cantans* sont des espèces très répandues en Allemagne, mais que la première est rarement nombreuse et que la seconde pique uniquement dans les formations forestières. Sur la base des rares observations faites dans la plaine du Rhône, les adultes ont été observés de fin mai à mi-août, alors qu'OZENDA & PAUTOU (1971) les ont observés de début avril à fin juillet. *A. cataphylla* pique peu en plaine, à l'exemple de Pramagnon (fig. 35, tabl. 10), mais elle est en partie responsable de nuisances localisées dans l'étage montagnard supérieur et l'étage subalpin comme à Nax, aux Mayens de la Dzou et dans les mayens de Haute-Nendaz. Elle a été observée de mai à début août, mais l'état de ses gîtes larvaires à cette époque laisse supposer que les adultes continuent leur activité piqueuse en septembre. *A. communis* pique dans l'étage montagnard supérieur et l'étage subalpin, dans la vallée du Trient (Les Marécottes, Le Trétien, Finhaut), dans les mayens de Haute-Nendaz, aux Mayens de la Dzou (jusqu'à 100 piqûres/10 min, le 5 juillet 1977 vers 19'00), à Nax et dans la forêt d'Aletsch. L'imago a été observé de fin mai à fin août, mais on doit l'observer aussi plus tard si l'on considère les échantillonnages larvaires positifs de fin août, alors que TRPIŠ (1960b) le mentionne de début juillet à début août et MÖHRIG (1969) d'avril à juillet seulement. *A. pullatus* pique dans l'étage montagnard supérieur à Nax et à Morgins, mais peut piquer jusque dans l'étage alpin à Haute-Nendaz, à Grimentz, aux Mayens de Réchy et à Arolla. L'adulte a été observé entre début juillet et la mi-août, mais ces observations peu nombreuses sont restrictives, car TRPIŠ (1960b) l'observe de début juillet jusqu'à début septembre. Si la faible population larvaire de certaines espèces les empêche d'atteindre un seuil de nuisance, leur polyvalence alimentaire en est également la raison. SERVICE (1968b, 1971) a étudié les sources de repas sanguin de différentes espèces de moustiques; il note que *M. richiardii* s'était nourrie sur l'homme, les bovins et les oiseaux, *An. plumbeus* sur l'homme, le lapin et les oiseaux, *Cu. annulata, A. cinereus* et *A. cantans* sur l'homme, le lapin, les bovins et les oiseaux. Cependant, la proportion des hôtes comme source de sang varie d'une étude à l'autre; cela indique d'une part une polyvalence alimentaire des espèces, d'autre part une disponibilité d'hôtes différents. L'auteur note aussi la proportion très élevée des oiseaux comme source de sang chez *C. pipiens* (90% environ), *C. torrentium* (90 à 100%) et *Cu. morsitans* (95%), ce qui indique une préférence ornithophile plus qu'une disponibilité d'hôtes. De même, *C. territans* a une préférence pour les animaux à sang froid (95%) comme les amphibiens et les reptiles (CRANS, 1970), tandis que *C. p. autogenicus* est préférablement anthropophile (ROUBAUD, 1933, 1944). Cette dernière espèce est à l'origine de nuisances très localisées dans les agglomérations, comme à Monthey, où elle est particulièrement active la nuit à partir de la mi-été, avec un maximum en septembre et octobre. Les dernières femelles ont piqué au début novembre.

Gîtes de repos des imagos

Les résultats des échantillonnages, pour *A. vexans,* sont reportés à la fig. 36 à une échelle différente des autres espèces culicidiennes, du fait que ses effectifs imaginaux sont plus élevés. Deux stations ont été bouleversées, soit G3 (fig. 37) le 30 août 1978, et E8 le 10 septembre 1978, la première par creusage, la seconde par curage du canal. En 1978, une partie des gîtes larvaires ont été traités, ce qui

explique l'effectif imaginal très diminué d'*A. vexans* dans les gîtes échantillonnés. Les gîtes de repos hébergeant le plus grand nombre d'*A. vexans,* soir H12' et H17', se situent dans les formations arborescentes (aulnaie) avec une strate herbacée riche en ronces *(Rubus caesius)*; les formations arbustives naturelles (E5) et anthropogènes (S1, S2 et S6) abritent proportionnellement beaucoup moins d'individus que les formations arborescentes, mais plus que les formations herbacées (E1, E7, E7', E8, H12 et G3). Le gîte S6 recèle plus d'individus que le gîte S2, car les tuyas plus denses et plus grands offrent un meilleur abri. Dans les stations H12 et G3, la forte population du 8 juin 1977 provient de l'émergence qui a duré 8 jours (tabl. 5); il n'a pas été déterminé s'il s'agissait de la population émergente de plusieurs jours ou du jour même. Après l'émergence, les individus recherchent les gîtes de repos naturels (aulnaie) ou artificiels (arbres fruitiers, haies de tuyas), qui sont adjacents (H12', H17', S1) ou éloignés (S2, S6) des gîtes préimaginaux. Les *A. vexans* nés dans la forêt riveraine y restent, tandis que ceux nés dans les formations herbacées recherchent l'abri de la forêt (PEUS, 1975). HENKEL (1936) est d'avis que les formations arbustives et arborescentes attirent les moustiques qui les utilisent comme itinéraires de vol. PLATT *et al.* (1958) ont toutefois démontré 100% de corrélation positive, dans la nature, entre l'humidité relative et l'abondance d'*A. vexans,* indifféremment de l'élévation (1, 8/6/12 m), du moment de la nuit et de l'habitat (prairie ou forêt). Cela explique que, le soir, l'espèce pique volontiers dans les formations prairiales (THOMPSON & DICKE, 1965; BIDLINGMAYER, 1971), lorsque l'humidité est optimale (ou entre 60 et 90%) (PLATT *et al.*, 1968). Dans les formations arborescentes de la réserve de Pouta Fontana (H12', H17'), la décroissance de la population imaginale est plus rapide que dans le gîte S6, situé au village. Dans ce dernier gîte, la population serait constituée d'individus régulièrement immigrants, attirés par la présence d'hôtes pour leur repas sanguin. En 1978, la population du gîte H17' provient de gîtes larvaires voisins non traités.

Les gîtes de repos hébergeant le plus grand nombre d'*A. cinereus* se situent dans une petite saussaie (E5), une phragmitaie de bord de canal (E8), puis dans des phragmitaies à laîches (E7, E1, G3). L'espèce colonise également la plantation de poiriers (S1), principalement en début de saison et, de manière sporadique, l'aulnaie (H12'), mais non les formations anthropogènes du village. A l'instar de son comportement piqueur très sédentaire, *A. cinereus* s'éloigne peu ou pas de ses gîtes larvaires, situés essentiellement dans les formations herbacées. De même, *C. martinii* est une espèce sédentaire, qui reste dans ses gîtes larvaires (E1, E7) ou à proximité (E5, E7'), parmi les touffes de laîches ou au pied des saules. Les imagos apparaissent entre fin juin et les premiers gels nocturnes (mi-octobre). Les mâles et les femelles abondent de mi-août à fin septembre, ce qui est logique pour les espèces qui se reproduisent sans interruption du printemps à l'automne. *C. territans* est peu fréquente dans ses gîtes larvaires, où abondent ses hôtes (les amphibiens). Par contre, elle est fréquente au village (S6). Ce comportement montre que l'espèce se déplace volontiers, ce qui peut expliquer sa localisation à Nax, situé 700 m plus haut, dans une forêt hygrophile. *C. p. pipiens*, espèce abondante au stade larvaire dans certains gîtes (E6 p. ex.) se déplace jusqu'au village (S2, S6). L'augmentation du nombre d'imagos dans les gîtes S1, S2 et S6, à partir de septembre 1978, provient du gîte larvaire G3 (fig. 11). Ce dernier, normalement exondé à cette époque, a fonctionné jusqu'aux premiers gels, car 60 cm d'humus et de limon ont été enlevés, formant ainsi de nouvelles gouilles. *C. p. pipiens* se rencontre jusqu'à fin octobre, date à laquelle elle rejoint ses quartiers d'hiver. En

Angleterre, SERVICE (1968a) note les premières femelles hibernantes déjà à partir de fin août.

Cu. alaskaensis et *Cu. annulata*, bien représentées au stade larvaire, ne se rencontrent que sporadiquement dans les gîtes échantillonnés; ces espèces doivent préférer d'autres gîtes de repos. La seconde espèce se rencontre de mai à mi-octobre; c'est à cette date qu'en Angleterre les femelles rejoignent leurs quartiers d'hiver (SERVICE, 1968a). Les quelques individus des espèces *C. hortensis* (S2), *A. cantans* (H12'), *A. annulipes* (S1), *M. richiardii* (E5), *An. claviger* (E1) échantillonnés à Pramagnon reflètent partiellement leur faible effectif larvo-nymphal. *An. m. messeae* a choisi une haie de tuyas (S6) au village comme gîte de repos, en dehors duquel l'espèce n'a été que rarement capturée. De plus, sa rare présence en 1978 confirme la tendance observée dans les populations larvo-nymphales et dans l'activité piqueuse des adultes. L'effectif imaginal culicidien, observé dans deux haies de tuyas, a été plus fort dans le gîte S6 que dans S2. La haie du premier gîte est plus attractive, probablement parce qu'elle est mieux protégée du vent et du soleil, partant, parce qu'elle offre des conditions d'humidité plus favorables.

Gîtes de ponte

La productivité d'un gîte n'est pas seulement fonction des variations du niveau d'eau (hydrodynamique), mais aussi de sa végétation. A Pramagnon, les gîtes de ponte préférentiels d'*A. vexans* se situent dans les dépressions (principalement consécutives à une activité humaine) des formations arborescentes *(Alnetum incanae, Salici-Populetum)* et arbustives étroites (saussaie) situées entre une

niveau à *Alnus incana, Alnus glutinosa* et *Salix alba* appartenant à l'*Alnetum incanae.*

Cycle trophogonique, fécondité et longévité des femelles

On appelle cycle trophogonique l'ensemble des phases suivantes: recherche d'un hôte, digestion du sang et oogénèse, recherche d'un gîte de ponte et oviposition. Seule la durée de digestion du sang et de l'oogénèse a été déterminée, car la recherche d'un hôte et d'un gîte de ponte est difficilement analysable. La durée de l'oogénèse dépend de la température à laquelle les femelles digèrent le sang (HÁJKOVÁ, 1966). En laboratoire, entre 20 et 24 °C, elle s'élève à 6,3 jours en moyenne chez *A. vexans,* en conditions subnaturelles à Pramagnon, à 18 °C de moyenne, elle s'élève à 9,5 jours (tabl. 11). GJULLIN *et al.* (1950) ont observé une durée de 5 à

Tabl. 11: Durée du cycle trophogonique chez *Aedes vexans* et *A. cinereus* depuis le repas sanguin jusqu' à la ponte, ainsi que la fécondité dans des conditions de laboratoire et subnaturelles.

A. vexans

	Date du repas sanguin	Date de ponte	Durée en jour	Fécondité	Température moyenne de l'air (°C)
Laboratoire	6.8.76	11.8.76	5	106	20-24
	6.8.76	11.8.76	5	69	
	6.8.76	12.8.76	6	147	
	9.8.76	15.8.76	6	112	
	13.8.76	18.8.76	5	58	
	16.8.76	23.8.76	7	115	
	16.8.76	24.8.76	8	64	
	6.9.76	13.9.76	7	55	
	8.9.76	14.9.76	6	104	
	8.9.76	15.9.76	7	83	
	27.9.76	4.10.76	7	111	
	Fécondité: $\bar{x}$ = 93,09; s = 29,26; n = 11				
Conditions subnaturelles	22.9.76	3.10.76	11	96	14,18
	22.9.76	3.10.76	11	93	14,18
	22.9.76	3.10.76	11	83	14,18
	4.8.77	13.8.77	9	83	18,12
	17.8.77	30.8.77	13	96	15,94
	26.6.78	7.7.78	11	100	15,17
	13.7.78	23.7.78	10	88	17,80
	13.7.78	23.7.78	10	103	17,80
	13.7.78	23.7.78	10	101	17,80
	Fécondité: $\bar{x}$ = 93,67; s = 7,52; n = 9				

A. cinereus

	Date du repas sanguin	Date de ponte	Durée en jour	Fécondité	Température moyenne de l'air (°C)
Laboratoire	2.8.76	9.8.76	7	49	20-24
	2.8.76	9.8.76	7	94	
	2.8.76	9.8.76	7	52	
	6.8.76	16.8.76	10	109	
	6.8.76	16.8.76	10	68	
	9.8.76	14.8.76	5	75	
	16.8.76	23.8.76	7	106	
	16.8.76	23.8.76	7	94	
	20.8.76	26.8.76	6	103	
	20.8.76	26.8.76	6	112	
	30.8.76	6.9.76	7	109	
	30.8.76	8.9.76	9	105	
	30.8.76	9.9.76	10	130	
	30.8.76	12.9.76	13	96	
	6.9.76	13.9.76	7	70	
	20.9.76	27.9.76	7	71	
	20.9.76	27.9.76	7	63	
	21.9.76	28.9.76	7	115	
	27.9.76	4.10.76	7	73	
	27.9.76	5.10.76	8	95	
	1.10.76	6.10.76	5	76	
	1.10.76	11.10.76	10	102	
	Fécondité: $\bar{x}$ = 89,41; s = 21,95; n = 22				
Conditions subnaturelles	22.9.76	1.10.76	9	73	13,72
	22.9.76	3.10.76	11	106	14,18
	22.9.76	3.10.76	11	89	14,18
	22.9.76	3.10.76	11	74	14,18
	30.9.76	14.10.76	14	102	12,48
	3.7.78	13.7.78	10	125	15,18
	Fécondité: $\bar{x}$ = 94,83; s = 20,15; n = 6				

10 jours chez les femelles *A. vexans* en cage à 22 °C, BREELAND & PICKARD (1963) une durée de 5 à 19 jours en laboratoire, sans en préciser la température. Entre 20 et 24 °C en laboratoire, la durée de l'oogénèse chez *A. cinereus* s'élève à 7,7 jours en moyenne; en conditions subnaturelles à Pramagnon, à 15 °C de moyenne, elle s'élève à 10 jours, à 14 °C à 11jours et à 12,5 °C à 14 jours. Ces moyennes représentent une tendance, cachant une grande variabilité entre les femelles, du moins chez *A. cinereus.* Dans des conditions identiques de température, une femelle a pondu 7 jours après le repas sanguin, une deuxième 9 jours après, une troisième 10 jours après et une quatrième 13 jours après; toutes s'étaient nourries le 30 août 1976. Cette durée différente pourrait provenir de l'âge différent des femelles qui ont un cycle trophogonique propre et non forcément concordant. En déterminant chez *A. cinereus* le temps compris entre le repas de sang et l'apparition des femelles gravides prêtes à pondre, SERVICE (1968a) trouve une durée de 6 jours en juin et 7,6 jours en juillet. A Pramagnon, cette durée est de 6 à 14 jours ou plus chez *A. vexans* et *A. cinereus*, suivant la température de l'air en conditions naturelles, car des moyennes de 22 °C pendant 6 jours sont possibles en été, quoique rarement. Cela signifie que, pendant 6 à 14 jours, la population piqueuse sera chaque jour ou chaque soir différente. Mais la durée du cycle trophogonique est bien plus longue que la durée de l'oogénèse. En effet, l'opportunité pour les femelles d'*A. vexans* de trouver du sang affecte cette durée (HÁJKOVÁ, 1966) et peut être plus longue que la durée de la digestion du repas de sang et de la ponte, comme l'indique SERVICE (1977) pour *A. cantans.* Cette difficulté explique que, pendant leur vie, les femelles d'*A. vexans* pondent en moyenne 2 fois, avec un maximum de 3 fois (HÁJKOVÁ, 1966), voire 4 fois (GJULLIN *et al.*, 1950). En laboratoire SOMMERMAN (1969) aurait même noté une moyenne de 4,5 repas (intervalle compris entre 1 et 10) pour *A. cinereus,* mais en conditions naturelles DETINOVA (1962) n'a observé qu'une faible proportion de femelles d'*A. cinereus* ayant effectué 4 cycles trophogoniques.

Les quelques femelles d'*A. vexans,* qui ont survécu aux essais en conditons subnaturelles, ont pondu en moyenne 93,67 ± 7,52 œufs (intervalle: 83-103). Cette moyenne ne diffère pas de celle obtenue par les femelles qui ont vécu en laboratoire après le repas sanguin, soit 93,09 ± 29,26 œufs (intervalle: 58–147), mais diffère de celle des 55 femelles prélevées par aspirateur dans la réserve et disséquées, avec 161,25 œufs développés (intervalle: 70–232). Cette différence peut provenir d'une part des conditions d'expérience subnaturelles néfastes aux femelles, d'autre part des œufs retenus dans les ovaires (THOMPSON & DICKE, 1965). A Pramagnon, en conditions subnaturelles de 1976 à 1978, les femelles d'*A. cinereus* ont pondu en moyenne 94,83 ± 20,15 œufs (intervalle: 73–125). En laboratoire, elles ont pondu en moyenne 89,96 ± 21,61 œufs (intervalle: 49–130), moyenne un peu supérieure à celle que signale SERVICE (1968a) avec 67,5 ± 22,0 œufs. Par contre SOMMERMAN (1969) note une moyenne de 110 œufs avec un maximum de 242 œufs, moyenne qui se rapproche des 120,75 œufs (intervalle: 103–135) dénombrés chez 4 femelles gravides échantillonnées à Pramagnon par aspirateur. Là également, la remarque faite pour *A. vexans* est valable pour *A. cinereus.*

En considérant les dernières émergences d'*A. vexans* et d'*A. cinereus* au 10 juin 1977 (tabl. 8), en se basant sur les échantillonnages avec apirateur encore positifs en octobre 1977 (fig. 36) et sur l'activité piqueuse saisonnière présente à fin septembre et début octobre 1977 (fig. 35), les mâles d'*A. vexans* vécurent jusqu'à 6 semaines, les femelles jusqu'à 11 semaines, mais peu vécurent plus de 3 mois. Ces

résultats se situent entre ceux de GJULLIN *et al.* (1950) qui a observé une durée de vie maximale de 90 jours pour les mâles et environ 100 jours pour les femelles, et ceux de PEUS (1975), indiquant une durée de vie de 4 à 6 semaines, voire 8 semaines pour les femelles. A Pramagnon, les mâles d'*A. cinereus* ne vécurent guère plus d'un mois, les femelles 3 mois, mais très peu piquèrent 4 mois après l'émergence, durée de vie qui correspond aux 110 jours vécus par 5 femelles d'*A. cinereus* observées par SOMMERMAN (1969).

Déplacement des moustiques

L'étude de la distribution spatiale des moustiques a été entreprise à l'aide d'échantillonnages itinérants sur appât humain. Les résultats sont reportés au tabl. 12. Ils révèlent que la région de la réserve de Pouta Fontana et du village de Pramagnon sont infestés par *A. vexans,* avec une densité de 45 piqûres en 10 min pour les stations H12 et S1, pouvant atteindre 96 piqûres en 10 min dans la station H12 le 4 juillet 1977, 29 piqûres en 10 min pour la station S6; cette dernière station n'a été échantillonnée que plus tard dans la saison (28 juillet 1977), lorsque l'activité n'était plus à son maximum. Le tabl. 12 montre que l'activité des moustiques a été la plus forte dans les stations 2, 4, 15 (de 7 à 16 piqûres en l'espace de 3 à 5 min) et dans les stations 17, 18, 19, 20 situés le long du Rhône en face des gîtes larvaires d'*A. vexans* (de 3 à 24 piqûres en 1 et 5 min). Dans les autres stations, soit 3, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 24, 25, 28, 31, 32, 33 et 41, l'activité piqueuse d'*A. vexans* était faible (de 1 à 2 piqûres en 5 à 10 min). Les zones de plus grande activité se situent sur l'axe partant des gîtes larvaires jusqu'au vallon où coule la Dérotchia, en passant à travers le village de Pramagnon d'une part, sur la rive droite du Rhône en face des gîtes larvaires d'autre part (fig. 38). Le 4 août 1977 à Nax (Plan Pra), 8 femelles *A. vexans,* 2 *A. cataphylla* et 1 *An. claviger* ont piqué entre 20'00 et 20'30. Quoiqu'une larve (L3 ♂) d'*A. vexans* y a été recensée dans une gouille temporaire exposée, les gîtes larvaires de cet endroit recèlent essentiellement de fortes populations d'*A. communis, A. pullatus* et *A. cataphylla.* La larve d'*A. vexans* pourrait provenir de parents nés à Pramagnon, qui ont migré jusqu'à Nax. Les femelles gravides auraient pondu dans un gîte disponible, extrême pour l'espèce, à défaut de gîtes plus favorables. Si *A. vexans* pullule en plaine et se rencontre de manière sporadique à Nax, *A. cataphylla* pullule à Nax et se rencontre de manière sporadique en plaine. *An. claviger, C. hortensis, C. territans* et *Cu. annulata* ont été trouvées au stade larvaire à Nax le 4 août 1977. Les deux dernières espèces proviendraient également de parents venus de la plaine, où leurs gîtes larvaires repectifs sont productifs. Ces observations permettent, sinon de prouver, du moins de constater une dispersion ou une migration de certaines espèces culicidiennes de la plaine à la montagne et inversément suivant les espèces. Le vallon de la Dérotchia semble jouer le rôle de corridor par lequel transitent les imagos. *A. vexans* a donc migré sur une distance de 2 km à vol d'oiseau et sur une dénivellation de 700 m (de 500 à 1200 m). Ces performances ne sont pas exceptionnelles pour l'espèce. Certains auteurs ont observé des déplacements d'*A. vexans* de 1,5 à 1,7 km (ROMAN, 1938), 7 km (HENKEL, 1936), 10 km (MIHALYI *et al.,* 1954) et 24 à 48 km (STAGE *et al.,* 1937) séparant les gîtes larvaires des zones d'aggressivité. Les femelles engorgées peuvent parcourir 1,6 km en moins de 24 h (EDMAN & BIDLINGMAYER, 1969). GLICK (1939) trouva aux Etats-Unis 1 individu d'*A. vexans* à 150 m de hauteur, un à 300 m et deux femelles à 1500 m, de nuit. A la limite, HORSFALL (1954) relate une migration passive d'*A. vexans* dans l'Illinois sur une

Tabl. 12: Echantillonnages itinérants sur appât humain (emplacement voir fig. 38).

Station	Altitude	Date	Heure	Espèces culicidiennes
H12	500 m	4.7.77	20'40-20'50	28 *A. vexans*, 1 *A. cataphylla*
1	560 m	6.7.77	19'50-19'53	4 *A. vexans*
2	580 m	6.7.77	19'55-19'58	12 *A. vexans*
3	780 m	6.7.77	20'10-20'11	3 *A. vexans*, 2 *Cu. annulata*
4	880 m	6.7.77	20'35-20'40	16 *A. vexans*
5	1060 m	6.7.77	20'50-20'58	1 *A. vexans*
6	1140 m	7.7.77	19'40-19'45	1 *A. vexans*
7	1200 m	7.7.77	19'55-20'05	1 *A. vexans*, 1 *Cu. alaskaensis*, 1 *An. claviger* 1 *A. cataphylla*, 1 *A. communis*
8	1440 m	7.7.77	20'20-20'25	1 *A. communis*
9	1260 m	7.7.77	20'30-20'35	-
10	1048 m	7.7.77	20'45-21'00	-
S1	500 m	11.7.77	20'30-20'40	45 *A. vexans*, 5 *A. cinereus*
11	880 m	12.7.77	20'00-20'05	2 *A. vexans*, 1 *A. cataphylla*
12	1000 m	12.7.77	20'15-20'25	1 *A. vexans*, 1 *A. cataphylla*, 2 *A. geniculatus*
13	1100 m	12.7.77	20'40-20'42	-
14	1120 m	12.7.77	20'45-20'50	1 *A. vexans*
15	1100 m	12.7.77	21'05-21'20	7 *A. vexans*
16	500 m	13.7.77	19'50-20'00	-
17	500 m	13.7.77	20'00-20'05	3 *A. vexans*, 2 *A. cinereus*
18	500 m	13.7.77	20'10-20'13	24 *A. vexans*
19	500 m	13.7.77	20'17-20'18	10 *A. vexans*
20	500 m	13.7.77	20'21-20'25	3 *A. vexans*
21	500 m	13.7.77	20'28-20'32	-
22	500 m	13.7.77	20'34-20'37	-
23	500 m	13.7.77	20'38-20'44	2 *A. vexans*
24	500 m	13.7.77	20'45-20'50	1 *A. vexans*, 1 *An. maculipennis s.l.*
25	500 m	13.7.77	20'55-21'02	1 *A. vexans*
26	500 m	13.7.77	21'05-21'10	-
27	500 m	13.7.77	21'15-21'20	6 *A. vexans*
H12	500 m	15.7.77	20'00-20'10	30 *A. vexans*, 1 *A. cinereus*
28	500 m	17.7.77	19'54	1 *A. vexans*
29	500 m	17.7.77	19'56-20'05	1 *A. vexans*
30	500 m	17.7.77	20'10-20'15	-
31	500 m	17.7.77	20'20-20'30	1 *A. vexans*
32	500 m	17.7.77	20'33-20'38	2 *A. vexans*
33	510 m	17.7.77	20'45-20'50	1 *A. vexans*
34	520 m	17.7.77	20'55-21'00	-
35	520 m	17.7.77	21'01-21'06	1 *A. vexans*
36	520 m	17.7.77	21'10	1 *A. vexans*
37	520 m	18.7.77	20'00-20'10	11 *A. vexans*, 13 *A. cinereus*
S6	520 m	22.7.77	20'50-21'00	8 *A. vexans*
S6	520 m	28.7.77	20'50-21'00	22 *A. vexans*
38	1280 m	4.8.77	20'00-20'30	8 *A. vexans*, 2 *A. cataphylla*, 1 *An. claviger*
39	1580 m	4.8.77	20'50-21'00	1 *A. vexans*
40	520 m	5.8.77	19'40-19'50	4 *A. vexans*
41	500 m	5.8.77	20'30-20'40	5 *A. vexans*

distance de 135 à 368 km, en l'espace de 24 à 48 h, probablement au front d'une vague de froid. A Monthey également, *A. vexans* parcourt une distance de 700 m entre son gîte larvaire et les premières habitations, tandis qu'*A. cinereus* reste à proximité de son gîte; cela confirme la capacité de vol de la lère espèce et le comportement sédentaire de la seconde.

Pour l'étude du déplacement des moustiques entre la réserve et le village de Pramagnon, deux essais ont été organisés. Um premier essai préliminaire de marquage-lâcher a été effectué le 25 mai 1977 entre 12'00 et 12'15 à la station H12 et G3. A la station H12, le lâcher comprenait 131 ♂♀ *A. annulipes,* 391 ♂♀ *A. cine-*

reus et 499 ♂♀ *A. vexans* marqués en bleu; à la station E8, il comprenait 135 ♂♀ *A. annulipes,* 418 ♂♀ *A. cinereus* et 520 ♂♀ *A. vexans* marqués en orange. Un second essai de marquage-lâcher a été effectué le 8 juin 1977 entre 12'00 et 12'15 à la station H12 et G3. A la station H12, le lâcher comprenait 2995 ♂♀ *A. vexans* marqués en rouge, à la station G3, 4149 ♂♀ marqués en jaune. Les moustiques marqués retrouvés ont été recapturés sur appât humain.

Les résultats obtenus ne permettent pas de tirer tous les renseignements attendus, car l'appât humain n'a pas été régulièrement disponible et n'a pas permis de ce fait l'étude de la distributrion spatiale des moustiques anthropophiles au moment voulu.

Au cours du premier essai, seule 1 ♀ *A. annulipes* marquée en bleu a été capturée le 8 juin 1977 à la station H12, soit environ 15 jours après son lâcher au village. La femelle a parcouru une distance de 700 m à vol d'oiseau. Les échantillonnages par aspirateur à dos n'ont pas révélé la présence d'autres moustiques marqués. Au cours du 2e essai, trois femelles *A. vexans* marquées en rouge ont été capturées à l'endroit du lâcher, soit la station H12, les deux premières le 17 juin 1977 et la 3e le 1 juillet 1977, 10 jours resp. 3 semaines après le lâcher. Aucun moustique marqué en jaune n'a été retrouvé. Cela peut venir du fait qu'en H12 les moustiques marqués se trouvaient pratiquement dans leur gîte de repos préférentiel, soit H12' (fig. 36); à la station G3, par contre, les moustiques ne disposent que d'un succédané de gîte de repos, soit la station S1, et auraient de ce fait eu tendance à rechercher des gîtes de repos plus convenables.

3.5 Agents pathogènes et prédateurs

Le seul agent pathogène observé est *Coelomomyces psorophorae* Couch *(Blastocladiales, Coelomomycetaceae).* Ce champignon a été découvert aux Grangettes en 1976 dans les larves d'*A. cinereus.* Curieusement, aucune larve d'*A. vexans,* en association avec *A. cinereus,* n'a été trouvée infectée, malgré sa susceptibilité observée en Urss par Golberg *et al.* (1975) et aux Etats-Unis par Roberts & Strand (1977).

Parmi les prédateurs de larves de moustiques il faut citer les larves des *Dytiscidae* (coléoptères aquatiques), observées à Pramagnon, à Portalban et en France, à St Martin-de-Bavel dans l'Ain. A Pramagnon, les jeunes larves apparaissent lorsque les *Aedes* atteignent le 3e ou 4e stade; lorsqu'elles commencent à grandir, l'émergence des moustiques est terminée, ce qui les rend peu utiles comme régulateurs des populations larvaires aedines. La rapidité du développement larvo-nymphal des *Aedes* les soustrait à maints prédateurs (Martini, 1931). D'autre part, après l'émergence des *Aedes,* la disponibilité des proies est réduite et les larves de dytiques montre un comportement cannibalistique qui porte préjudice à leur valeur régulatrice. A St Martin-de-Bavel, des larves traitées et non traitées de *Cu. morsitans* ont été placées dans une même unité de flottaison (cf. Lutte chimique) dans une parcelle non traitée. Après 6 jours, les jeunes larves de dytiques, s'étant infiltrées à travers les mailles des gobelets, avaient dévoré 10 L4 traitées et 2 L4 non traitées: cela, en confirmant d'autres observations similaires, indique que les larves traitées sont plus facilement capturées par les prédateurs, et qu'un tel traitement peut favoriser la population prédatrice, si cette dernière n'est pas elle-même négativement influencée par le traitement. Parmi d'autres prédateurs de larves de moustiques il faut citer les larves de libellules *(Odonata)* (une

observation sur *A. vexans)* à Pramagnon. Parmi les prédateurs d'adultes observés se trouvent les *Gerris* et les araignées de la famille des *Tetragnathidae,* tisseuses de toile et fréquentes à Pramagnon parmi les phragmitaies à laîches. D'autres araignées (non identifiées) à la surface de l'eau capturent aussi les moustiques qui émergent.

Les quelques observations effectuées pendant la période 1976–1978 sur les antagonistes, qui n'arrivent pas à contrôler les pullulations culicidiennes ou arrivent trop tard, permettent d'expliquer les explosions démographiques de moustiques observées à travers la plaine du Rhône.

4 LUTTE CONTRE LES MOUSTIQUES

4.1 Problématique

Le choix d'une méthode de lutte anticulicidienne doit être conforme à la préservation de l'équilibre naturel de la réserve ou de sa vocation. Sur la base de la biologie et de l'éthologie d'*A. vexans,* principal moustique incriminé, il ressort que la lutte anti-larvaire doit être prioritaire. Les gîtes larvaires peuvent être facilement repérés, cartographiés, contrôlés et traités; leur superficie est réduite par rapport à l'aire de répartition des imagos, aire qui peut être 10 fois supérieure à celle des gîtes larvaires et même plus. Cette disparité se répercutera sur les traitements dans le cas d'une lutte adulticide: la quantité et la dose de produit insecticide à utiliser seront largement supérieures à celles à utiliser dans le cas d'une lutte larvicide, de même que le coût d'une telle opération (Rioux *et al.,* 1964b). La lutte adulticide plus ponctuelle est soumise à des interventions réitérées (1 par semaine, 6 à 10 pendant la saison) Beckman & Moyses, 1975), car la population piqueuse n'est pas la même d'un soir à l'autre (cf. Cycle trophogonique). De plus, l'application d'une telle méthode est rendue difficile par la toxicité du produit envers les abeilles, importantes dans l'arboriculture du village, et par les conditions météorologiques défavorables (Beckman & Moyses, 1975). Ces difficultés ont été rencontrées par Rioux *et al.* (1964b): ils remarquèrent que la période d'intervention possible était réduite à 2 h par jour le matin et que l'insecticide était employé à une dose létale pour la faune épigée. Ces auteurs (1964a) considèrent la lutte adulticide comme un pis-aller et donnent la priorité à la lutte anti-larvaire.

4.2 Analyse des possibilités de lutte

Les méthodes de lutte anticulicidienne peuvent être physiques, biologiques et chimiques. La lutte dite génétique est en fait soit une lutte physique à l'exemple des lésions ou translocations chromosomiques provoquées par les radiations ionisantes (Laven, 1969), soit une lutte chimique à l'exemple des mâles rendus stériles par utilisation de chimiostérilisants (Anonyme, 1973), soit une lutte biologique à l'exemple de l'incompatibilité cytoplasmique entre des populations géographiquement isolées (Laven, 1967). Cette lutte génétique n'est pas considérée à cause du type d'organisation que nécessite l'élevage en masse des insectes, leurs traitements et leurs lâchers.

4.2.1. Lutte physique par modification du milieu

Le comblement, le drainage, le déboisement, l'assainissement, l'endiguement sont des méthodes préconisées de manière partielle par ROMAN (1938), MATHESON (1944), GJULLIN *et al.* (1950), MIHALYI *et al.* (1955) et OZENDA & PAUTOU (1971) pour lutter contre les *Aedes* fluviatiles. Elles ont été employées dans la plaine du Rhône en Valais, moins pour éliminer les gîtes larvaires que pour gagner des terrains agricoles sur les marais. En Allemagne dans la plaine du Rhin, PEUS (1975) propose de créer des canaux de vidange pour les dépressions des forêts riveraines ou de combler ces dépressions. A Pramagnon, le comblement de certains gîtes larvaires anthropogènes, situés en dehors de la réserve, serait une solution possible, voire souhaitable. Il s'agit de dépressions situées dans des formations boisées, de topograhie accidentée. Ces gîtes sont représentés à la fig. 9.

La régulation du niveau d'eau pour lutter contre *A. vexans* et *Culex tarsalis* COQUILLET a été utilisée avec succès par EDMAN (1964) dans un lac artificiel au sud Dakota. Cette méthode est applicable dans des zones d'eau pourvues de barrages ou dans des zones ayant un étroit exutoire qui permet l'édification d'un barrage ou d'une écluse, conditions requises à Pramagnon. Cette méthode nécessiterait la construction d'une écluse en aval de la réserve (fig. 45), le choix d'une cote d'inondation (soit 498,60 m) qui correspond à la cote atteinte en une année normale (cf. Hydrodynamique) et d'une période de mise en eau de quelques semaines à partir de fin avril-début mai, date qui correspond à la montée naturelle des eaux. Les opérations de régulation seraient les suivantes:

- fermeture de l'écluse à la date indiquée, soit la fin avril-début mai, pour faire monter le niveau des eaux à la cote fixée, soit 498, 60 m;
- mise en eau des gîtes larvaires et éclosion consécutive des larves;
- traitement larvicide dans les gîtes positifs, au plus tard 8 jours après la mise en eau des gîtes; un seul traitement devrait suffir;
- maintien du niveau d'eau à la cote fixée pendant quelques jours;
- rétablissement de l'hydrodynamique naturelle.

Le feu offre aussi une possibilité de destruction des populations de moustiques. D'après SHUMKOV (1969), le feu allumé en automne dans les marais du delta du Don causerait la destruction de 99,3% à 99,5% des œufs d'*Aedes caspius* PALLAS, d'*A. vexans,* d'*Aedes flavescens* MÜLLER et d'*A. cinereus.* L'auteur note également que les populations larvaires, faibles en avril-mai, se rétablissent toutefois en juillet-août après plusieurs inondations. A Pramagnon, l'effet du feu sur les populations larvaires d'*A. vexans* et d'*A. cinereus* n'a pas été étudié spécifiquement; cependant, les échantillonnages larvaires effectués en mai dans les gîtes brûlés par l'incendie du 30 mars 1976, ont révélé une population larvo-nymphale plus dense qu'en 1977 et 1978, années sans feu (cf. Dynamique des populations larvo-nymphales). Cette différence d'efficacité de feu doit provenir d'une profondeur différente de la nappe aquifère sous-jacente aux gîtes. Le feu est une méthode de lutte à proscrire de par ses effets néfastes et radicaux sur la biocénose en général, sur la faune en particulier. De plus, l'élévation constatée de la nappe phréatique (cf. hydrodynamique et végétation) diminue progressivement son efficacité.

On a souvent écrit que le fauchage éliminerait une couverture végétale recherchée par les moustiques pour y pondre. D'après OZENDA & PAUTOU (1971), le fauchage des cariçaies crée des conditions favorables à l'installation des *Aedes*

fluviatiles, ce qui semble être le cas dans le secteur E de la réserve de Pouta Fontana, régulièrement fauché.

4.2.2 Lutte biologique

Une synthèse des possibilités de lutte biologique contre les larves de moustiques a été réalisée par CHAPMAN (1974). L'auteur passe en revue les prédateurs, les parasitoïdes et les agents pathogènes, ainsi que leur efficacité de régulation.

Parmi les prédateurs de larves de moustiques qui donnent satisfaction, il faut citer les poissons du genre *Gambusia*, introduits dans les étangs ou mares permanentes dans les pays tropicaux et subtropicaux pour lutter contre les espèces du genre *Culex* et *Anopheles* (ANONYME, 1973) qui sont vecteurs de filarioses, d'encéphalites et de malaria (GUTSEVICH *et al.*, 1974). Dans la vallée de la rivière Columbia, les *Gambusia* sont d'un certain intérêt pour lutter contre les *Anopheles, Culex* et *Culiseta,* mais d'aucun intérêt contre les *Aedes* (GJULLIN *et al.*, 1950). La grande partie des gîtes larvaires productifs d'*A. vexans* ne constituent pas des biotopes favorables pour ces poissons. En Tchécoslovaquie, l'élevage de carpes *(Cyprinus carpio)* ou de canards dans les rizières est un bon facteur de régulation des populations larvaires de *C. pipiens, C. modestus* et *An. maculipennis s. l.* (TRPIŠ, 1960a). Ces méthodes s'appliquent d'une part dans les pays à climat tropical et subtropical, d'autre part dans des collections d'eau de préférence permanentes, conditions qui ne sont pas remplies à Pramagnon.

Dans l'étude de la signification des moustiques dans la nourriture des amphibiens, effectuée par TRPIŠ (1960a), il ressort que *Bombina bombina* est le plus grand ravageur de moustiques, mais que les autres grenouilles, en particulier *Rana esculenta* (espèce abondante à Pramagnon) n'ont aucune signification pratique. Les larves de coléoptères aquatiques de la famille des *Dytiscidae* et celles des libellules *(Odonata)* sont prédatrices de larves de moustiques à Pramagnon (cf. Prédateurs et parasitoïdes). Leur apparition trop tardive les empêche de jouer un rôle régulateur chez les *Aedes* qui apparaissent et se développent de manière plus soudaine que les *Anopheles, Culex* et *Culiseta.* Ce manque d'adaptation des prédateurs à la vie de leurs proies ne permet pas d'envisager leur utilisation dans la lutte biologique.

Parmi les parasitoïdes et agents pathogènes de moustiques, il faut citer les nématodes, les champignons, les protozoaires, les bactéries et les virus. L'utilisation de ces organismes et virus comme agents potentiels de lutte biologique est encore au stade d'investigation pour la plupart d'entre eux (ARATA, 1977). Les plus prometteurs sont les nématodes et les bactéries. Parmi les nématodes, il faut citer *Romanomermis culicivorax* (syn. *Reesimermis nielseni* TSAI & GRUNDMANN). Là également, les essais de lutte ont été effectués dans des conditions subtropicales où la température de l'eau descend rarement au-dessous de 15 °C, température seuil de l'activité du nématode d'après PETERSEN & WILLIS (1971). Ces auteurs notent que ce nématode est efficace principalement contre les espèces culicidiennes des eaux permanentes *(Anopheles, Urotaenia,* quelques *Culex).* D'autre part, lors d'essais de traitement, le taux de parasitisme de 5% chez *A. vexans* comparé à 52% chez *Aedes atlanticus* DYAR & KNAB, 59% chez *Aedes tormentor* DYAR & KNAB, 38% chez *Psorophora columbiae* DYAR & KNAB et 51% chez *Psorophora howardii* COQUILLET indique que *A. vexans* est quelque peu résistant (PETERSEN & WILLIS, 1976). La possibilité de son utilisation à Pramagnon est donc à écarter. Parmi les bactéries, *Bacillus sphaericus* est une espèce qui présente une

forte virulence contre différentes espèces de moustiques, mais son mode d'action n'est pas encore élucidé (SMIRNOFF, 1974). D'après CHAPMAN (1974), les chercheurs ont été incapables de provoquer des épizooties dans les essais sur le terrain et ne considèrent pas *B. sphaericus* comme un agent efficace de lutte biologique. Cependant ARATA (1977) le considère comme l'un des agents pathogènes de vecteurs les plus prometteurs isolés jusqu'ici: l'auteur se base sur des essais ayant produit une mortalité larvaire de 90% chez *Anopheles albimanus* WIEDEMANN. Récemment, *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis,* nouvelle variété de l'espèce employée en lutte biologique principalement contre les lépidoptères ravageurs des forêts et des cultures, apparaît comme un pathogène puissant des larves de moustiques. Son absence d'action sur d'autres insectes et sur des crustacés, ainsi que son inocuité sur les mammifères, lui réservent un avenir prometteur proche (de BARJAC, 1978).

4.2.3 Lutte chimique

La lutte chimique conventionnelle, qui reste actuellement la seule méthode opérationnelle dans les programmes de lutte anticulicidienne, a évolué sous les pressions exercées par les problèmes de pollution (CARSON, 1963; EDWARDS, 1973) et surtout de résistance (MOUCHET & QUIROGA, 1976). Cette évolution s'est manifestée dans le choix de produits moins rémanents et surtout envers une méthode de lutte plus judicieuse par une meilleure compréhension de la biologie du ravageur ou du vecteur, et par l'application de quantités de produits plus faibles, mais à des moments plus opportuns.

La lutte chimique anticulicidienne se faisait par l'emploi de pétrole, d'huile ou de goudron soluble dispersés sur l'eau (ROMAN, 1938; MATHESON, 1944) et d'arseniates (SOPER, 1966). Puis les organochlorés, à forte rémanence, à l'exemple du DDT et de l'HCH, ont été utilisés (MIHALYI *et al.,* 1955); leurs effets toxiques sur la faune annexe et sur les animaux à sang froid en particulier ont été des raisons pour lesquelles leur emploi a été réduit au minimum. Les organophosphorés, comme par exemple l'Abate® et le Fénitrothion®, de toxicité plus aigüe mais de rémanence plus faible, ont l'avantage d'une marge de sécurité plus importante entre la dose toxique pour l'insecte et la dose toxique pour la faune annexe comme le poisson (SINEGRE, 1967); c'est pourquoi ils sont préférés dans les campagnes de démoustication en France, notamment dans la plaine du Rhône (OZENDA & PAUTOU, 1971).

A côté de ces produits chimiques conventionnels sont apparus des produits de type nouveau: les régulateurs de croissance. Ces produits, à l'exemple de l'Altoside® (methoprene), sont rapidement biodégradables (SCHAEFER & DUPRAS, 1973) et très spécifiques, non seulement en regard de la faune annexe (MIURA & TAKAHASHI, 1973), mais également en regard du stade larvaire auquel ils sont appliqués (SCHAEFER & WILDER, 1972). La courte durée d'action du produit et sa spécificité au 4e stade larvaire font de l'Altoside® un produit trop délicat à l'emploi, en l'absence de spécialistes. MULLA & DARWAZEH (1975), en étudiant l'efficacité et la longévité de diverses formulations de 10 inhibiteurs de croissance, ainsi que DAME *et al.* (1975), en testant 65 inhibiteurs de croissance, ont remarqué que les deux produits les plus prometteurs étaient l'Altoside® et le Dimilin®. Le Dimilin® (diflubenzuron), quoique généralement traité comme un analogue de l'hormone juvénile, en diffère surtout de par son mode d'action (QURAISHI, 1977). C'est un nouveau produit de type urée (Van DAALEN *et al.,* 1972; WELLINGA *et al.,* 1973) qui montre des propriétés de régulateur de croissance en inhibant la forma-

tion de la chitine (POST & VINCENT, 1973; HUNTER & VINCENT, 1974). Le choix du Dimilin® dans la lutte anti-larvaire à Pramagnon s'est basé sur son efficacité à tous les stades larvaires (MULLA *et al.*, 1974; SCHAEFER *et al.*, 1975) sa dose létale plus faible que les autres inhibiteurs de croissance (HSIEH & STEELMAN, 1974), sa spécificité en regard de la faune annexe (MIURA & TAKAHASHI, 1973, 1974, 1975; MULLA *et al.*, 1975) et sa dégradation rapide dans la chaîne alimentaire (BOOTH & FERELL, 1977).

4.3 Essais de traitements anti-larvaires avec le Dimilin®

A l'instar des essais entrepris avec les nématodes (cf. Lutte biologique), les essais d'efficacité du Dimilin® ont été effectués dans des régions à climat subtropical (SCHAEFER *et al.*, 1975; MULLA & DARWAZEH, 1975, 1976; MULLA *et al.*, 1975; RATHBURN & BOIKE, 1975). Pour cette raison, des essais préliminaires de traitements ont été entrepris pour définir le dosage, l'efficacité et l'activité résiduelle du produit sur des espèces culicidiennes indigènes et précoces, et en conditions naturelles qui prévalent sous nos latitudes.

4.3.1 Matériel et méthodes

Le Dimilin® a été utilisé en formation poudre mouillable 25% à l'aide d'un pulvérisateur à dos Birchmeier «Senior» 35, à raison de 300 l de bouillie par ha dans les essais de surface réduite; il a été pulvérisé à l'aide d'une motopompe munie d'une lance au bout de 100 m de tuyau (30 atm, 1000 l bouillie/ha) dans les gîtes de grandes dimensions. Les essais ont été effectués à Portalban (FR) au bord du lac de Neuchâtel, à St Martin-de-Bavel, à Virieu-le-Grand, à Pugieu (Ain/France) et à Pramagnon (VS). La température de l'eau a été mesurée à l'aide de thermomètres à maxima et minima (cf. Température de l'eau). L'efficacité du produit a été évaluée d'après la mortalité des larves et l'émergence des adultes; la mortalité a été corrigée suivant la formule d'Abbott.

Dans chaque parcelle, témoin et traitée, 50 larves (L3 ou L4) ont été prélevées et ensuite placées dans des unités de flottaison à raison de 10 larves par gobelet, le lendemain du traitement, puis à intervalles réguliers (tous les 2 ou 6 jours). Une unité de flottaison est constituée d'un support en sagex (50 x 13 cm sur 2,5 cm d'épaisseur), percé de 5 trous de 7 cm de diamètre. Dans chaque trou s'insère un gobelet de yogourt coiffé d'un second gobelet, fixé au premier par une bande adhésive (fig. 39 et 40). Les fonds des gobelets ont été supprimés et remplacés par du tissu organdi (50 mailles/cm^2). La taille de ces unités leur permet de suivre les variations de niveau d'eau entre les touffes de *Carex* et les empêche d'être renversées par les grenouilles. Les individus morts et émergés sont retirés du gobelet à chaque contrôle. L'activité résiduelle du produit dans l'eau a été mesurée d'après la même méthode, mais en prélevant 10 larves (L4) non traitées et en les plaçant dans les parcelles traitées. Le temps d'action du produit dans l'eau a été mesuré en prélevant 10 larves (L4) traitées et en les plaçant dans les parcelles non traitées.

Essai de Portalban

L'essai a été réalisé pour évaluer l'efficacité du diflubenzuron à différentes doses sur les larves de *Cu. morsitans* et d'*A. rusticus*. Les parcelles utilisées sont situées dans des formations herbacées à laîches et à roseaux, parsemées de buis-

sons (saules). Les doses employées furent de 10g m.a./ha dans la parcelle A (800m^2), 50g m.a./ha dans la parcelle B (600m^2) avec la parcelle E comme témoin, 25g m.a./ha dans la parcelle C (400m^2) avec la parcelle D comme témoin. Le traitement a eu lieu le 18 mars 1978. A partir du lendemain, 9 contrôles à intervalle de 6 jours ont été effectués.

Essais de St Martin-de-Bavel, de Virieu-le-Grand et de Pugieu

L'essai a été réalisé pour évaluer l'efficacité du diflubenzuron à différentes doses sur *Cu. morsitans, A. rusticus* et *A. annulipes,* ainsi que son activité résiduelle. Les parcelles utilisées à Virieu-le-Grand (2 parcelles de 2500m^2 chacune) étaient situées dans un ancien vivier qui a évolué en cariçaie, bordée par une saussaie à *Salix cinerea.* A Pugieu, les deux parcelles (800m^{2}chacune) étaient situées dans une cariçaie colonisée par des saules et dans une aulnaie. A St Martin-de-Bavel, les parcelles (parcelle traitée: 200m^2; parcelle témoin: 1000m^2) étaient situées dans un fossé abrité à l'ombre de grands chênes et dans une cariçaie adjacente. Les doses employées furent de 10g m.a./ha à Virieu-le-Grand, 25g à Pugieu et 50g à St Martin-de-Bavel. Le traitement a eu lieu le 3 avril 1978. A partir du lendemain, 7 contrôles à 6 jours d'intervalle ont été effectués. Un piège à émergence a été utilisé dans chaque parcelle à Pugieu et à St Martin-de-Bavel.

Essai de Pramagnon

L'essai a été réalisé pour évaluer l'efficacité du diflubenzuron à la dose de 50g m.a./ha sur *A. vexans,* son activité résiduelle et son temps d'action. Les parcelles utilisées étaient situées dans les anciens jardins de Pramagnon, avec une végétation à laîches et à roseaux non typique (cf. Végétation) (parcelle traitée de 6000m^2) et dans une cariçaie à roseaux (parcelle témoin 1ha). Le traitement a eu lieu le 14 juin 1978. A partir du lendemain, 5 contrôles à 2 jours d'intervalle ont été effectués.

Entre le 17 mai 1978 et le 14 juin 1978, plusieurs gîtes larvaires ont été traités, à l'aide d'une motopompe, dans la zone humide de Pramagnon (fig. 45).

4.3.2 Résultats

Les essais entrepris ont été sujets à des impondérables. Par suite d'assèchement des gîtes, les essais ont dû être interrompus à Virieu-le-Grand et à Pugieu. A Portalban, certains gobelets ont été sujets à un développement d'algues filamenteuses; ils n'ont pas été écartés dans le calcul de la mortalité, car le phénomène se rencontrait aussi bien dans les parcelles traitées et non traitées. A St Martin-de-Bavel et à Portalban, de jeunes larves de dytiques ont pénétré à travers les mailles des gobelets et se sont nourries des larves de moustiques. Les températures minimales et maximales sont reportées au tabl. 13.

Essai de Portalban

Les résultats sont reportés au tabl. 14 et à la fig. 41. A la dose de 10g m.a./ha la mortalité varie entre 12,5 et 82,7%, à dose de 25g m.a./ha entre 64,5 et 83,8%, à la dose de 50g m.a./ha entre 82,7 et 100%, suivant les prélèvements. Les échantillonnages larvo-nymphaux, effectués en début (18 mars 1978), en milieu (18 avril 1978) et en fin d'essai (6 mai 1978) montrent la même tendance, à l'exception d'*A. cantans* et d'*A. annulipes* (tabl. 15). La faible population larvo-nymphale des parcelles témoins au 6 mai 1978 provient de l'émergence partielle des imagos, en particulier d'*A. rusticus,* d'*A. cantans* et d'*A. annulipes,* qui émergent avant *Cu. mor-*

Tabl. 13: Températures minimales et maximales de l'eau pendant les essais larvicides à Portalban, à St Martin-de-Bavel et à Pramagnon. A Portalban, la parcelle C est plus exposée au soleil que la parcelle A, car la végétation est moins recouvrante.

Portalban	A min	A max	C min	C max
18.3.78	7		9	
18.3.-19.3.78	0,5	8,5	1,5	11,5
19.3.-22.3.78	1,5	7	1	10,5
22.3.-25.3.78	2	8,5	1,5	10,5
25.3.-28.3.78	3,5	7	3,5	13
28.3.-31.3.78	3	14	4,5	19
31.3.- 6.4.78	4,5	15	7	18,5
6.4.-12.4.78	2	16	3	19,5
12.4.-18.4.78	1	15	2	19
18.4.-24.4.78	2,5	17,5	5	21,5
24.4.-30.4.78	4,5	18,5	8	22
30.4.- 6.5.78	3,5	20,5		
$\bar{x}$	2,6	11,0	3,7	16,5

St.Martin-de-Bavel	min	max
3.4.- 4.4.78	7,5	12
4.4.-10.4.78	5	18,5
10.4.-16.4.78	3	17,5
16.4.-22.4.78	2	14
22.4.-28.4.78	6,5	20
28.4.- 4.5.78	6,5	20
4.5.-10.5.78	9	21
$\bar{x}$	5,6	17,4

Pramagnon	min	max
12.6.-16.6.78	14,5	23,5
16.6.-19.6.78	11	21,5
19.6.-23.6.78	11	24
$\bar{x}$	12,2	23,0

sitans; celle des parcelles traitées provient en partie de la mortalité due au traitement, en partie de l'émergence. Dans ces essais, la dose supérieure de 50g m.a./ha a été la plus efficace, et la mortalité la plus élevée a été enregistrée 46 jours après l'application du produit.

Essai de St Martin-de-Bavel

Les résultats sont reportés au tabl. 16 et à la fig. 42. A la seule dose de 50g m.a./ha, la mortalité varie entre 93,4 et 100% chez *A. rusticus,* entre 85,3 et 97,5% chez *Cu. morsitans.* Les larves et les nymphes survivantes sont déformées; les larves présentent des caractéristiques morphologiques nymphales (présence de rames caudales) et les nymphes ont les ébauches alaires déformées (fig. 43). Seul, un individu *A. rusticus* a émergé dans le premier prélèvement. La mortalité est de 12 jours environ plus précoce chez *A. rusticus* que chez *Cu. morsitans:* elle a été observée 25 jours après application du produit chez la première, 37 jours après chez la seconde. Les prélèvements larvo-nymphaux, effectués pendant l'essai, reflètent également la même courbe de mortalité. Dans la parcelle témoin, *A. rusticus* émerge en premier (le 22 avril 1978), suivi d'*A. annulipes* (le 4 mai 1978) et de *Cu. morsitans* (le 10 mai 1978). Au total, 22 ♂ et 23 ♀ *A. rusticus,* 7 ♂ et 9 ♀ *A. annulipes,* 3 ♂ et 1 ♀ *Cu. morsitans* ont émergé de la parcelle témoin; aucune émergence n'a eu lieu dans la parcelle traitée. Au 10 mai 1978 l'émergence de *Cu. morsitans* n'était pas encore terminée. La mortalité est nulle chez les larves non traitées et placées dans la parcelle traitée 6 jours après application du produit.

corrigée par rapport au témoin (3).

	E			A			B			D			C		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Prélèvement 19.3.78	50 L3			50 L3			25 L3			50 L3 et L4			50 L3 et L4		
Contrôle 25.3.78	50 L3	0	0	49 L3, 1 L4	0	0	25 L3	0	0	50 L3 et L4	0	0	46 L3 et L4	8	8
31.3.78	45 L3, 5 L4	0	0	48 L3, 1 L4	2	2	22 L3	12	12	31 L3, 19 L4	0	0	21 L3, 19 L4	20	20
6.4.78	43 L3, 6 L4	2	0	43 L3, 2 L4	10	8,16	19 L3	24	22,45	1 L3, 45 L4	8	0	6 L3, 19 L4	50	45,65
12.4.78	31 L3, 14 L4	10	0	37 L3, 3 L4	20	11,11	14 L3, 4 L4	28	20	1 L3, 37 L4	24	0	21 L4	58	44,74
18.4.78	26 L3, 12 L4	24	0	30 L3, 2 L4	36	15,79	8 L3, 1 L4	64	52,63	1 L3, 27 L4	44	0	17 L4, 1 N	64	35,71
24.4.78	24 L3, 10 L4	32	0	26 L3, 1 L4	46	20,59	4 L3, 1 L4	80	70,59	1 L3, 19 L4	60	0	11 L4, 1 N	76	40
30.4.78	19 L3, 10 L4	42	0	22 L3, 1 L4	54	20,69	4 L3, 1 L4	80	65,52	1 L3, 14 L4	70	0	4 L4, 2 N	88	60
6.5.78	14 L3, 10 L4	52	0	20 L3, 1 L4	58	12,50	1 L3, 1 L4	92	83,33	10 L4	80	0	2 L4	96	80
Prélèvement 25.3.78	50 L3			50 L3			50 L3			50 L3			50 L3		
Contrôle 31.3.78	50 L3	0	0	42 L3	16	16	48 L3	4	4	44 L3, 5 L4	2	0	44 L3	12	10,20
6.4.78	38 L3, 10 L4	4	0	31 L3, 2 L4	34	31,25	39 L3, 1 L4	20	16,67	44 L4	12	0	9 L3, 17 L4	48	40,91
12.4.78	24 L3, 24 L4	4	0	12 L3, 14 L4	48	45,83	23 L3, 5 L4	44	41,67	35 L4	30	0	4 L3, 15 L4	60	42,86
18.4.78	9 L3, 33 L4	16	0	4 L3, 12 L4	68	61,90	3 L3, 16 L4	62	54,76	29 L4	42	0	1 L3, 9 L4	80	65,52
24.4.78	4 L3, 29 L4	34	0	2 L3, 8 L4	80	69,70	1 L3, 10 L4	78	66,67	24 L4	52	0	6 L4	88	75
30.4.78	3 L3, 28 L4	38	0	1 L3, 7 L4	84	74,19	8 L4	84	74,19	20 L4	60	0	6 L4	88	70
6.5.78	2 L3, 27 L4	42	0	5 L4	90	82,76	5 L4	90	82,76	16 L4	68	0	5 L4	90	68,75
Prélèvement 31.3.78	50 L3			50 L3			50 L3			50 L4			40 L3, 10 L4		
Contrôle 6.4.78	38 L3, 11 L4	2	0	45 L3, 4 L4	2	0	40 L3	20	18,37	48 L4	4	0	10 L3, 28 L4	24	20,83
12.4.78	14 L3, 33 L4	6	0	23 L3, 22 L4	10	4,26	15 L3, 14 L4	42	38,30	45 L4	10	0	1 L3, 19 L4	60	55,56
18.4.78	3 L3, 33 L4	28	0	11 L3, 25 L4	28	0	8 L3, 10 L4	64	50	44 L4	12	0	1 L3, 16 L4, 2N	62	56,82
24.4.78	2 L3, 29 L4	38	0	6 L3, 18 L4	52	22,58	1 L3, 6 L4	86	77,42	35 L4, 3 N	24	0	8 L4, 1 N	82	76,32
30.4.78	2 L3, 28 L4	40	0	6 L3, 17 L4	54	23,33	1 L3, 4 L4	90	83,33	21 L4, 10 N	38	0	6 L4, 1 N	86	77,42
6.5.78	30 L4	40	0	4 L3, 13 L4	66	43,33	3 L4	94	90	13 L4, 11 N, 4♂	46	0	3 L4, 1 N, 1♀	90	82,14
Prélèvement 6.4.78	50 L4			50 L4			45 L3, 5 L4			50 L4			50 L4		
Contrôle 12.4.78	50 L4	0	0	50 L4	0	0	20 L3, 21 L4	18	18	47 L4	6	0	37 L4	26	21,28
18.4.78	49 L4	2	0	46 L4	8	6,12	9 L3, 16 L4	50	48,98	45 L4	10	0	24 L4	52	46,67
24.4.78	44 L4	12	0	29 L4	42	34,09	2 L3, 8 L4	80	77,27	43 L4, 2 N	10	0	15 L4, 2 N	66	62,22
30.4.78	39 L4	22	0	21 L4	58	46,15	3 L4	94	92,31	33 L4, 6 N	22	0	7 L4, 1 N	84	79,49
6.5.78	36 L4	28	0	16 L4, 1 N	66	52,78	–	100	100	20 L4, 7 N, 4♂	38	0	4 L4, 1♀	90	83,87
Prélèvement 12.4.78	50 L4			50 L4			50 L4			50 L4			50 L4		
Contrôle 18.4.78	49 L4	2	0	50 L4	0	-2,04	35 L4	30	28,57	45 L4	10	0	41 L4	18	8,89
24.4.78	48 L4	4	0	46 L4	8	4,17	8 L4	84	83,33	41 L4	18	0	25 L4, 1 N	48	36,59
30.4.78	39 L4	22	0	37 L4	26	5,13	3 L4	94	92,31	33 L4, 1 N	32	0	13 L4, 3 N	68	52,94
6.5.78	34 L4, 1 N	30	0	26 L4	48	25,71	1 L4	98	97,14	28 L4, 3 N	38	0	9 L4, 1 N, 1♀	78	64,52

Tabl. 15: Effectifs larvo-nymphaux à Portalban et à St Martin-de-Bavel, dans les parcelles témoins et traitées, avant (18 mars 1978 pour Portalban, 3 avril 1978 pour St. Martin-de-Bavel) et après les traitements. Emergence (E) à St Martin-de-Bavel (A, B, C, D, E: dénomination des parcelles).

	E	A	B	D	C
Portalban	témoin	10 g m.a./ha	50 g m.a./ha	témoin	25 g m.a./ha
18.3.78					
A. cantans et *A. annulipes*	24 L1	12 L1	5 L1	3 L1, 2 L2	4 L1
A. rusticus	4 L3	2 L3	5 L3	4 L4	4 L3, 2 L4
Cu. morsitans	2 L2, 21 L3	4 L2, 9 L3	5 L2, 9 L3	20 L3, 4 L4	17 L3, 3 L4
18.4.78					
A. cantans et *A. annulipes*	5 L2, 39 L3, 6 L4	10 L2, 9 L3	1 L2	5 L3, 37 L4	5 L2
A. rusticus	5 L4	-	3 L4	3 N	1 L4
Cu. morsitans	1 L3, 29 L4	8 L4	1 L3, 2 L4	34 L4, 2 N	8 L4
6.5.78					
A. cantans et *A. annulipes*	15 L4, 6 N	2 L4	1 L3, 2 L4	1 N	1 L4
A. rusticus	-*	-	-	-*	-
Cu. morsitans	9 L4, 2 N	12 L4	1 L3, 1 L4	3 L4	5 L4

St.Martin-de-Bavel	témoin	50 g m.a./ha
3.4.78		
A. rusticus	6 L4	32 L4
A. annulipes	2 L4	
Cu. morsitans	7 L4	91 L4
16.4.78		
A. rusticus	3 L4, 6 N	15 L4, 1 N
A. annulipes	2 L4, 3 N	
Cu. morsitans	9 L4	111 L4
22.4.78		
A. rusticus (E)	2 ♂	-
4.5.78		
A. rusticus	-	-
A. annulipes	-	
Cu. morsitans	5 L4, 7 N	6 L4, 6 N**
A. rusticus (E)	1 ♂, 15 ♀	-
A. annulipes	7 ♂, 7 ♀	
10.5.78		
A. rusticus (E)	1 ♂, 2 ♀	-
A. annulipes (E)	2 ♀	
Cu. morsitans (E)	3 ♂, 1 ♀	-
A. rusticus (E totale)	4 ♂, 17 ♀	-
A. annulipes (E totale)	7 ♂, 9 ♀	
Cu. morsitans (E totale)	3 ♂, 1 ♀	-

* : L'émergence a en partie eu lieu.
**: Toutes les larves et les nymphes sont déformées.

Essai de Pramagnon

Les résultats sont reportés au tabl. 17 et à la fig. 44. A la dose unique de 50g m.a./ha, la mortalité se situe entre 97,6 et 100% suivant les prélèvements. Elle est maximale entre 7 et 9 jours après le traitement. L'activité résiduelle est de 87,5% 1 jour après application du produit, de 43,5% 3 jours après. L'essai a ensuite été interrompu, par suite de conditions défavorables. Les larves traitées et placées dans la parcelle non traitée 1 et 3 jours après application du produit ont subi une mortalité de 93,7 et de 100% respectivement. Dans la parcelle traitée, soit le gîte G3,

5 ♂ et 1♀ *A. vexans* ont émergé, dans la parcelle E1, 2 ♂; l'émergence a été nulle dans les gîtes C1, E7 et H12.

4.3.3 Discussion

La mortalité due au produit apparaît entre 2 et 9 jours après le traitement chez *A. vexans* à Pramagnon (températures de l'eau comprises en moyenne entre 12,7 et 23 °C), entre 6 et 36 jours chez *A. rusticus* et *Cu. morsitans* à St Martin-de-Bavel (températures entre 5,6 et 17,4 °C), entre 6 et 48 jours chez *Cu. morsitans* à Portalban (températures de l'eau comprises entre 2,6 et 11 °C) (tabl. 13, 14, 16 et 17). Elle apparaît entre 1 et 4 jours après traitement chez *A. taeniorhynchus,* avec une température de l'eau constante à 29 °C (RATHBURN & BOIKE, 1975), entre 2 et 3 jours chez *Psorophora confinis* LYNCH-ARRIBALZAGA, avec une température de l'eau variant entre 26 et 40 °C (MULLA & DARZAWEH, 1976). A première vue, et abstraction faite des espèces, l'apparition, plus ou moins rapide de la mortalité semble être la conséquence de la température plus ou moins élevée de l'eau. Cependant, l'analyse des résultats de St Martin-de-Bavel révèle qu'*A. rusticus* meurt 12 jours avant *Cu. morsitans.* Or *A. rusticus* commence à émerger peu après la mi-avril, soit 12 jours avant *Cu. morsitans,* et la période d'émergence coincide avec la mortalité maximale. D'après le mode d'action du produit, la mortalité apparaît à la mue (MULLA *et al.,* 1974); ainsi, plus la durée du stade larvaire est longue, plus la mortalité est différée. Donc, l'apparition de la mortalité dépend directement, non pas de la température, mais de la rapidité de développement larvo-nymphal, plus exactement de la durée de chaque stade larvaire. *A. rusticus* et *Cu. morsitans* ont une durée de développement larvo-nymphal de plusieurs mois, *A. vexans* de 18 jours en moyenne à Pramagnon, *Culex tarsalis* COQUILLET de 6 à 8 jours d'après les données de MULLA & DARZAWEH (1975). C'est pourquoi ces derniers, à l'instar des autres auteurs, enregistrent la mortalité maximale 2 jours après l'application du produit, au plus tard 5 jours après; cela contraste avec les 48 jours observés à Portalban. L'unique émergence d'*A. rusticus* (dans la 1ère isolation) de la parcelle traitée à St Martin-de-Bavel, et les faibles émergences dans les secteurs traités à Pramagnon (à l'exemple des pièges à émergence des gîtes G3 et E1) proviennent d'individus déjà nymphosés lors des traitements; ce stade est en effet plus résistant au produit (MULLA *et al.,* 1974). Les larves et les nymphes déformées, encore vivantes à la fin des essais dans la parcelle traitée de St Martin-de-Bavel, sont condamnées et meurent au cours de la mue nymphale, respectivement imaginale. ABID *et al.* (1978) ont également remarqué des anomalies dans les parties buccales, dans la région thoracique et abdominale d'*Earias insulana* BOISD. *(Lep.: Phalaenidae)* lorsque le Dimilin® était appliqué contre les L3. A St Martin-de-Bavel, l'activité résiduelle est nulle 6 jours après application du produit. A Pramagnon, elle est réduite à 87,5% 1 jours après, et à 43,5% 3 jours après application. C'est pour cette raison que, dans le gîte H12, après une première application le 18 mai 1978, une seconde application le 26 mai 1978 a été nécessaire pour éliminer la nouvelle population larvaire qui a éclos le 22 mai 1978 après l'inondation des niveaux supérieurs, soit 4 jours après la première application. Cela signifie que le produit agit au maximum pendant 4 jours. L'inactivation du produit est due, d'après SCHAEFER & DUPRAS (1976), en partie à son hydrolyse et en partie à l'adsorption par la matière organique. Ces auteurs indiquent également que la persistance du produit dans l'eau n'est pas grandement affectée par le soleil et les microrganismes. La faible mortalité d'*A. cantans* et *A. annulipes* dans les parcelles

Tabl. 16: Efficacité, activité résiduelle et temps d'action du diflubenzuron à la dose de 50 g m.a./ha sur *Aedes rusticus* et *Culiseta morsitans* à St Martin-de-Bavel (Ain/France). Etat des larves prélevées, lors des différentes dates de contrôle (1), mortalité absolue (2) et mortalité corrigée par rapport au témoin (3).

	A. rusticus											
	Témoin						50 g m.a./ha					
	Larves non traitées			Larves traitées			Larves traitées			Larves non traitées		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Prélèvement 4.4.78	50 L4						50 L4					
Contrôle 10.4.78	40 L4, 8 N	4	0				43 L4, 1 N	12	8,33			
16.4.78	7 L4, 40 N	6	0				31 L4, 6 N	26	21,28			
22.4.78	1 L4, 36 N, 9♂, 1♀	6	0				11 L4, 8 N	62	59,57			
28.4.78	10 N, 14♂, 12♀	8	0				1 L4, 5 N	88	86,96			
4.5.78	9♀	8	0				3 N	94	93,48			
10.5.78							2 N*, 1♀	94	93,48			
Prélèvement 10.4.78	50 L4			10 L4			50 L4			10 L4		
Contrôle 16.4.78	10 L4, 37 N	6	0	5 L4	50	46,81	30 L4	40	36,17	8 L4, 2 N	0	-6,38**
22.4.78	1 L4, 36 N, 7♂, 1♀	10	0	2 L4	80	77,78	14 L4	72	68,89	4 L4, 5 N	10	-11,11
28.4.78	3 N, 16♂, 16♀	14	0	-	100	100	-	100	100	8 N	20	6,98
4.5.78	3♀	14	0							3 N, 4♀	30	18,60
10.5.78										2♂, 1♀	30	18,60
Prélèvement 16.4.78	10 L4, 40 N			10 L4			50 L4			10 L4		
Contrôle 22.4.78	3 L4, 45 N, 1♀	2	0	2 L4	80	79,59	15 L4	70	69,39	7 L4, 2 N	10	8,16
28.4.78	14 N, 13♂, 19♀	6	0	-	100	100	-	100	100	1 L4, 7 N	20	14,89
4.5.78	14♀	6	0							3 N, 1♂, 3♀	30	25,53
10.5.78										3♀	30	25,53
Prélèvement 22.4.78	50 N						10 L4					
Contrôle 28.4.78	14 N, 27♂, 9♀	0	0				-	100	100			
4.5.78	3♂, 10♀	2	0									

	Cu. morsitans											
	Témoin						50 g m.a./ha					
	Larves non traitées			Larves traitées			Larves traitées			Larves non traitées		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Prélèvement 4.4.78	50 L4						50 L4					
Contrôle 10.4.78	50 L4	0	0				50 L4	0	0			
16.4.78	47 L4, 2 N	2	0				48 L4	4	2,40			
22.4.78	44 L4, 4 N	4	0				40 L4	20	16,66			
28.4.78	30 L4, 14 N, 2♂	8	0				19 L4	62	58,68			
4.5.78	19 L4, 15 N, 5♂,2♀	14	0				10 L4, 2 N	76	72			
10.5.78	8 L4, 12 N, 10♂,7♀	18	0				2 L4, 4 N*	88	85,36			
Prélèvement 10.4.78	50 L4			10 L4			50 L4			10 L4		
Contrôle 16.4.78	46 L4, 3 N	2	0	9 L4	10	8,16	47 L4	6	4,08	10 L4	0	-2,04
22.4.78	44 L4, 5 N	2	0	8 L4	20	18,37	44 L4	12	10,20	10 L4	0	-2,04
28.4.78	29 L4, 15 N, 3♂	6	0	3 L4	70	68,08	29 L4	42	38,30	6 L4, 3 N	10	4,26
4.5.78	17 L4, 14 N, 6♂,1♀	18	0	-	100	100	9 L4, 2 N	78	73,17	2 L4, 7 N	10	-9,76
10.5.78	4 L4, 15 N, 7♂, 5♀	18	0				1 N*	98	97,56	6 N, 2♂, 1♀	10	-9,76
Prélèvement 16.4.78	50 L4			10 L4			50 L4			10 L4		
Contrôle 22.4.78	45 L4, 4 N	2	0	8 L4	20	18,37	50 L4	0	-2,04	10 L4	0	-2,04
28.4.78	34 L4, 10 N	12	0	3 L4	70	65,91	26 L4, 1 N	46	38,64	7 L4, 3 N	0	-13,64
4.5.78	17 L4, 18 N, 4♂,2♀	18	0	1 N	90	87,80	10 L4	80	75,61	5 L4, 3 N	20	2,44
10.5.78	6 L4, 13 N, 7♂, 4♀	28	0	1 N*	90	86,11	5 N*	90	86,11	3 N, 3♂, 3♀	30	2,78
Prélèvement 22.4.78	50 L4			10 L4			50 L4			10 L4		
Contrôle 28.4.78	36 L4, 13 N	2	0	6 L4	40	38,78	30 L4	40	38,78	9 L4, 1 N	0	-2,04
4.5.78	19 L4, 17 N, 5♂,6♀	6	0	2 N	80	78,72	11 L4, 4 N	70	68,09	8 L4, 2 N	0	-6,38
10.5.78	8 L4, 19 N, 5♂, 4♀	6	0	-	100	100	5 N*	90	86,36	5 L4, 4 N,1♂	0	-6,38

*: Toutes les nymphes sont déformées.

**: La mortalité corrigée négative est due à la mortalité relativement plus élevée du témoin, pour des raisons fortuites.

Tabl. 17: Efficacité, activité résiduelle et temps d'action du diflubenzuron à la dose de 50 g m.a./ha sur *Aedes vexans* à Pramagnon (VS). Etat des L4 prélevées, lors des différentes dates de contrôle (1), mortalité absolue (2) et mortalité corrigée par rapport au témoin (3).

	A. vexans											
	Témoin						50 g m.a./ha					
	Larves non traitées			Larves traitées			Larves traitées			Larves non traitées		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Prélèvement 15.6.78	50 L4			20 L4			50 L4			20 L4		
Contrôle 17.6.78	48 L4	4	0	13 L4, 1 N	30	27,08	38 L4	24	20,83	19 L4	5	1,04
19.6.78	34 L4, 13 N	6	0	2 L4, 1 N	85	84,04	12 L4	76	74,47	15 L4	25	20,21
21.6.78	14 L4, 29 N	14	0	1 L4, 1 N	90	88,37	1 L4	98	97,67	3 L4	85	82,56
23.6.78	26 N, 12♂, 2♀	20	0	1♂	95	93,75	-	100	100	2 N	90	87,50
26.6.78	2♂, 8♀	24	0							2♂		
Prélèvement 17.6.78	50 L4			20 L4			50 L4			20 L4		
Contrôle 19.6.78	47 L4, 2 N	2	0	5 L4	75	74,49	10 L4	80	79,59	18 L4	10	8,16
21.6.78	26 L4, 15 N	18	0	1 L4	95	93,90	1 L4	98	97,56	14 L4	30	14,63
23.6.78	2 L4, 29 N	38	0	-	100	100	-	100	100	2 L4, 5 N	65	43,55
26.6.78	8 N, 14♂, 5♀	46[1]	0									
Prélèvement 19.6.78	50 L4			10 L4			40 L4, 10 N			20 L4		
Contrôle 21.6.78	43 L4	14	0	-	100	100	1♂	98	97,67	*		

[1]: La mortalité relativement forte du témoin provient de la conservation des larves à 4°C avant leur utilisation pour les différentes expériences, afin d'empêcher une mise en nymphose trop rapide et, par conséquent, un manque de larves.

*: Unité de flottaison à sec.

traitées à Portalban est consécutive à l'éclosion différée de cette espèce. SERVICE (1977) note qu'en Angleterre *A. cantans* commence à éclore la lère semaine de janvier, et que les 95% ont fini d'éclore à la mi-avril, lorsque le gîte était continuellement inondé depuis la fin octobre. Lors du traitement, le 18 mars 1978, *A. cantans* et *A. annulipes* se trouvaient au premier stade larvaire dans les parcelles A, B et E. Le 18 avril 1978, soit 1 mois plus tard, la parcelle témoin recelait 5 L2, 39 L3 et 6 L4, la parcelle A 10 L2 et 9 L3, la parcelle B 1 L2. L'absence du stade L4 le 18 avril 1978 et du stade nymphal le 6 mai 1978 dans les parcelles traitées, comparées à la parcelle témoin, indique que les L1 ont péri lors des traitements. Etant donné la faible activité résiduelle du produit, inférieure à 6 jours, les larves qui ont éclos après cette période ont pu parfaire leur développement. Cela est également valable pour les parcelles C et D.

L'effet du Dimilin® sur la faune annexe a été étudié par MIURA & TAKAHASHI (1974, 1975) et MULLA *et al.* (1975), à une concentration opérationnelle moyenne de 1 ppm. Ces auteurs n'ont observé aucun effet délétère sur les algues, les turbellaires, les rotifères, les aranéides et les coléoptères aquatiques adultes. Les larves de ces derniers et de libellules, les corixidés et les notonectidés peuvent être affectés, mais leur population n'est pas altérée. Les insectes les plus sensibles, à part les larves de moustiques visées sont les nymphes de chironomes et d'éphémères. Parmi les crustacés, les copépodes sont susceptibles, alors que les ostracodes ne le sont pas. D'après MULLA *et al.* (1975) les populations des organismes affectés se reconstituent entre 11 et 15 jours après le traitement, à partir des individus rescapés pour les populations faiblement affectées, et vraisemblablement par immigration pour les populations fortement affectées.

Puisqu'il s'agit de traitements ponctuels dans le temps et dans l'espace, tout effet sur les populations touchées est rapidement compensé par l'immigration de la faune des secteurs non traités. La colonisation d'un secteur par l'entomofaune est rapide après un incendie ou un assèchement: elle sera d'autant plus rapide après un traitement qui agit comme un facteur relativement spécifique et de courte durée.

4.4 Programme et lutte

Sur la base de l'étude biologique et écologique des moustiques de Pramagnon, la lutte anticulicidienne doit être une lutte larvicide dirigée principalement contre *A. vexans.* L'hydrodynamique est le facteur principal qui détermine le moment et l'endroit des proliférations des populations larvaires; elle déterminera donc le moment et l'endroit des traitements larvicides. Ces derniers peuvent être divisés en 5 étapes, basées sur les niveaux ou isohypses des gîtes larvaires potentiels (fig. 44). En pratique, si la montée des eaux est progressive et lente, l'intervention larvicide se fera en 5 étapes pour couvrir toute la superficie des gîtes larvaires. Un gîte pourra donc être traité plusieurs fois suivant sa topographie, par exemple 4 fois dans le cas des gîtes représentés par H12 (fig. 12 et 44): la première étape débute lorsque le niveau de l'eau atteint la cote 498,00, la deuxième étape la cote 498,20, la troisième étape la cote 498,40 et la quatrième étape la cote 498,60. Si la montée des eaux est rapide, l'intervention larvicide comprendra une ou plusieurs étapes à la fois, puisque plusieurs niveaux fonctionnels seront submergés en une seule fois.

Le programme de lutte à Pramagnon comprend les phases suivantes:
- relevés bi-hebdomadaires (entre avril et septembre) des niveaux de la nappe phréatique à l'aide des piézomètres Ea et Ka (fig. 5);
- constatation des aires inondées au moyen des cartes de la végétation et des isohypses lors de la montée des eaux;
- prospection larvaire dans les gîtes larvaires potentiels submergés;
- intervention larvicide dans les gîtes positifs, au maximum 8 jours après leur mise en eau.

Le nombre d'interventions dépendra de l'hydrodynamique, c'est-à-dire du nombre de mises en eau des gîtes larvaires pendant la période propice à *A. vexans,* soit entre début mai et septembre.

5 CONCLUSION

L'étude écologique des espèces culicidiennes de la réserve de Pouta Fontana et de la région environnante en vue de la démoustication s'est révélée nécessaire pour la compréhension des différents agents de la prolifération des moustiques et pour l'élaboration d'une lutte anticulicidienne efficace et sélective, afin de ménager les équilibres biologiques naturels, comme le font également remarquer PAUTOU *et al.* (1973).

La localisation des espèces culicidiennes dans le temps et dans l'espace ainsi que leur détermination ont mis en évidence le rôle prépondérant joué par l'hydrodynamique de la réserve dans l'apparition des moustiques et la responsabilité de l'espèce *A. vexans* dans la nuisance occasionnée.

Pour répondre aux exigences écologiques (maintien des équilibres biologiques naturels) et économiques (méthodes de lutte opérationnelles), la lutte anticulicidienne, qui est principalement dirigée contre *A. vexans,* doit être une lutte anti-larvaire (préventive). Ce type de lutte, comparée à la lutte anti-adultes (curative), minimise les effets indésirables possibles des traitements insecticides par le nombre réduit d'interventions, par la superficie beaucoup plus faible à contrôler, et par l'emploi de produits larvicides d'une application plus simple et moins toxiques pour la faune annexe que les produits adulticides.

La lutte anti-larvaire, à l'aide d'un régulateur de croissance, le Dimilin® (diflubenzuron), doit avoir lieu à chaque submersion des gîtes larvaires fonctionnels, ce qui exige une surveillance du niveau des eaux et une prospection larvaire régulières. La manipulation du niveau des eaux au moyen d'une écluse doit faciliter les interventions larvicides, en prévoyant leur date et en en réduisant le nombre.

Dans le souci constant d'améliorer les méthodes d'intervention pour diminuer les perturbations du milieu, des essais récents de lutte larvicide biologique avec l'utilisation de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* DE BARJAC ont donné entière satisfaction, tant au point de vue efficacité que sélectivité (LÜTHY *et al.* 1980).

Le problème posé par les moustiques dans le village de Pramagnon est un problème relique pour la plaine du Rhône en Valais, mais typique des plaines alluviales naturelles.

Parmi les nombreuses espèces culicidiennes recensées dans les genres *Aedes, Anopheles, Culex, Culiseta* et *Mansonia,* l'espèce *A. vexans* est responsable à plus de 90% de la nuisance causée par les moustiques à Pramagnon. La pullulation de cette espèce, qui pond sur le sol humide, est fondamentalement liée à l'hydrodynamique; les variations du niveau des eaux déterminent les endroits et les périodes de prolifération des moustiques. Les gîtes larvaires d'*A. vexans* se situent dans les zones humides périodiquement inondées lors de la remontée de la nappe phréatique pendant la période verno-estivale, suite à la fonte des neiges. A Pramagnon, les gîtes larvaires sont localisés dans la réserve de Pouta Fontana et dans les terrains annexes encore marqués par l'influence anthropogène.

Les échantillonnages effectués en Valais, aux Grangettes (VD) et à Portalban (FR) ont permis de dénombrer 24 espèces culicidiennes (4 nouvelles pour la Suisse), de définir leur répartition altitudinale et leur occurrence saisonnière, et d'effectuer des corrélations entre les espèces culicidiennes, la végétation et les types de collecteurs d'eau. Les espèces vulnérantes de l'étage collinéen ou de la plaine alluviale sont principalement représentées par *A. vexans, A. cinereus, A. cantans* et *A. annulipes,* tandis que celles des étages montagnard et subalpin par *A. cataphylla, A. communis* et *A. pullatus.*

A Pramagnon, les larves d'*A. vexans* et d'*A. cinereus* apparaissent en général entre fin avril et début juin, mais peuvent se rencontrer jusqu'en septembre, dans les formations herbacées et les dépressions des formations arbustives et arborescentes; elles complètent leur développement aquatique en l'espace de 10 à 21 jours suivant la température. Après l'émergence, les mâles vivent jusqu'à 1 mois, les femelles jusqu'à 3 mois. Ces dernières passent leur temps entre la recherche d'un hôte, le repas sanguin, l'oogénèse, la recherche d'un gîte de ponte et l'oviposition: ces activités constituent le cycle trophogonique qui, en théorie, dure de 6 à 14 jours suivant la température, mais, en pratique, doit durer plus longtemps. L'activité piqueuse nycthémérale d'*A. vexans* et d'*A. cinereus* peut être décrite comme crépusculaire: en effet, le 65% des piqûres d'une journée se concentre dans une période de 3 heures au crépuscule, déterminé par le coucher de soleil astronomique. L'activité piqueuse saisonnière s'étale de fin mai à octobre, avec une activité marquée de fin juin à mi-septembre pour *A. vexans* (150 piqûres en 2 heures en moyenne) et de fin août à début septembre pour *A. cinereus.* Les femelles d'*A. vexans* se déplacent volontiers: elles sont abondantes au village de Pramagnon et atteignent même le plateau de Nax situé 700 m plus haut, tandis qu'*A. cinereus* est une espèce sédentaire qui n'atteint pas le village de Pramagnon. Les gîtes de repos d'*A. vexans* se situent de préférence dans les formations arborescentes naturelles et ses succédanés anthropogènes comme l'arboriculture ou les haies d'ornement, mais peu ou pas dans les formations herbacées des gîtes larvaires. Les gîtes de repos d'*A. cinereus* se situent à proximité ou dans leur gîtes larvaires, soit les formations herbacées colonisées par les saules et les roseaux d'un bord de canal. A l'exemple d'*A. cinereus, C. martinii* a un comportement très sédentaire et reste dans ses gîtes larvaires.

Pour des raisons d'efficacité (protection des habitants contre les moustiques) et de sélectivité (protection de la flore et de la faune), le choix d'une lutte anticuli-

cidienne s'est porté sur une lutte chimique antilarvaire. Pour le présent, il s'agit d'une lutte chimique non conventionnelle avec l'utilisation d'un régulateur de croissance, le Dimilin® (diflubenzuron). Des essais de traitement ont été conduits sur des espèces culicidiennes habitant les eaux froides, comme *A. rusticus, Cu. morsitans,* à Portalban (FR) et à St Martin-de-Bavel dans l'Ain en France, et sur des espèces printanières comme *A. vexans* et *A. cinereus* à Pramagnon, habitant des eaux plus tempérées. Le produit est efficace pratiquement à 100% lorsqu'appliqué à la dose de 50 g m.a./ha. La mortalité, qui apparaît lors d'une mue préimaginale, est totale entre 5 et 45 jours après application du produit et se manifeste en relation avec la durée des stades larvaires du moustique, eux-mêmes dépendant de la température. La température, comprise entre 1 et 22 °C dans les conditions d'essais, n'influence toutefois pas l'efficacité du produit, mais le moment auquel la mort intervient. L'activité résiduelle du produit est inférieure à 6 jours.

Le programme de lutte des moustiques de Pramagnon comprend la surveillance de la nappe phréatique, la constatation des mises en eau des gîtes larvaires potentiels à l'aide des cartes de la végétation et des isohypses, la prospection larvaire et l'intervention larvicide 8 jours au maximum après la mise en eau des gîtes larvaires fonctionnels d'*A. vexans.*

7 REMERCIEMENTS

Ma reconnaissance s'adresse à M. J. Granges, ancien président de la Ligue Valaisanne pour la Protection de la Nature, qui a reconnu la nécessité d'accomplir une étude écologique sur la réserve en vue d'une démoustication et qui en a proposé l'exécution à l'Institut d'Entomologie de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich, et à M. G. Huber, chef du service de la Protection et de l'Environnement du canton du Valais, qui en a défendu la nécessité et qui en a permis la réalisation.

Ma profonde gratitude s'adresse à M. le Professeur Dr. V. Delucchi, directeur de thèse, pour m'avoir confié ce travail et pour m'avoir fait profiter de son expérience et de ses critiques amicales et constructives et à M. le Professeur Dr. W. Matthey, corapporteur, pour la compétence de ses remarques et suggestions.

Mes chaleureux remerciements s'adressent à M. le Dr. G. Perraudin, sous-directeur de la Station Fédérale de Recherches Agronomiques de Changins et chef du Centre d'arboriculture et d'horticulture des Fougères à Conthey, pour son intérêt soutenu et pour la mise à disposition d'un laboratoire et d'un bureau. Je remercie également ses collaborateurs qui m'ont fait profiter de leur connaissance et de leur aide.

Je remercie M. G. Debons, employé au Service de la Protection et de l'Environnement, qui m'a aidé à résoudre de nombreux problèmes techniques; M. R. Gruffaz, directeur de l'Entente Interdépartementale Ain-Isère-Rhône-Savoie pour la Démoustication, pour m'avoir mis à disposition des gîtes larvaires en vue d'essais larvicides, pour son hospitalité et pour le partage amical de ses expériences; MM. A. Kars et E. Schmid, de la maison Philips-Duphar, pour m'avoir gracieusement mis à disposition le Dimilin; MM. W. Yucker et H.-J. Egli, collaborateurs chez Dr. R. Maag SA, pour m'avoir mis à disposition du matériel et pour m'avoir partagé leurs expériences concernant l'appréciation des essais larvicides; M. Ch. Rey pour son aimable collaboration concernant

certaines photographies, et M. B. BRESSOUD pour son aide concernant certains relevés phytosociologiques; MM. les Prof. J.N. COUCH (University of North Carolina, USA) et M. LAIRD (Memorial University of Newfoundland, Canada) pour la détermination de l'entomopathogène *Coelomomyces psorophorae;* M. G. THEODOLOZ, président de la commune de Grône, pour son intérêt et ses services durant cette étude; Mlle Isabelle RABOUD pour son travail de dactylographie.

8 BIBLIOGRAPHIE

ABID, M.K., GHOBRIAL, A., ELHAIDERI, H.S. & ABBS, S.A. 1978. *Dimilin (TH-6040): effects on the spiny bollworm, Earias insulana Boisd. (Lepid.: Phalaenidae).* Z. ang. Ent. *85:* 321-324.

ANONYME. 1973. *Mosquito Control. Some perspectives for the developing countries.* National Acad. Sci., Washington D.C., 63 pp.

ARATA, A.A. 1977. *The developing role of microbiological agents in vector control.* Experientia *33:* 125-130.

BARTON, W.J. 1977. *A special study to show larval densities in relation to water depth.* Mosq. News *37:* 130.

BECKMAN, K. & MOYSES, E.W. 1975. *Lutte contre les moustiques de Pramagnon (Grône/VS) en 1974.* Rapport Ciba-Geigy, Dépt. biotechnique, 51 pp.

BIDLINGMAYER, W.L. 1971. *Mosquito flight path in relation to their environment. I. Illumination levels, orientation and resting areas.* Ann. ent. Soc. Am. *64:* 1121-1131.

BOOTH, G.M. & FERRELL, D. 1977. *Degradation of Dimilin by aquatic foodwebs.* In: KHAN, M.A.Q. *Pesticides in aquatic environments.* Plenum Press, New York and London: 221-243.

BORG, A.F. & HORSFALL, W.R. 1953. *Eggs of floodwater mosquitoes.* II. Hatching stimulus. Ann. ent. Soc. Am. *46:* 472-478.

BOUËT, M. 1972. *Climat et météorologie de la Suisse romande.* Ed. Payot, Lausanne, 171 pp.

BREELAND, S.G. & PICKARD, E. 1963. *Life history studies on artificially produced broods of floodwater mosquitoes in the Tennessee Valley.* Mosq. News *23:* 75-85.

BREELAND, S.G. & PICKARD, E. 1967. *Field observations on 28 broods of floodwater mosquitoes resulting from controlled floodings of a natural habitat in the Tennessee Valley.* Mosq. News *27:* 343-358.

BRESSOUD, B., OGGIER, P.-A. & CATZEFLIS, F. 1977. *Etude botanique de la réserve de Pouta-Fontana, Grône (VS).* Bull. Murithienne *94:* 85-117.

BRIEGEL, H. 1973. *Zur Verbreitung der Culicidae (Diptera, Nematocera) in der Schweiz.* Revue Suisse Zool. *80:* 447-472.

BRUST, R.A. 1967. *Weight and development time of different stadia of mosquitoes reared at various constant temperatures.* Can. Ent. *99:* 986-993.

BRUST, R.A. & COSTELLO, R.A. 1969. *Mosquitoes of Manitoba. II. The effect of storage temperature and relative humidity on hatching of eggs of Aedes vexans and Aedes abserratus (Diptera: Culicidae).* Can. Ent. *101:* 1285-1291.

BÜTTIKER, W. 1948. *Beitrag zur Kenntnis der Biologie und Verbreitung einiger Stechmückenarten in der Schweiz.* Mitt. Schweiz. Ent. Ges. *21:* 1-148.

CARSON, R. 1963. *Printemps silencieux («Silent spring»).* Ed. Plon, Paris, 284 pp.

CHAPMAN, H.C. 1974. *Biological control of mosquito larvae.* Ann. Rev. ent. *19:* 33-59.

CLARKE, J.L. JR. & WRAY, F.C. 1967. *Predicting influxes of Aedes vexans into urban areas.* Mosq. News *27:* 156-163.

CLEMENTS, A.N. 1963. *The physiology of mosquitoes.* Pergamon Press, Oxford, 393 pp.

COUSSERANS, J., GABINAUD, A., SIMONNEAU, P. & SINÈGRE, G. 1969. *Les bases phyto-écologiques de la démoustication. Méthodes de réalisation et d'utilisation de la carte phyto-écologique.* Vie et Milieu, sér. C: Biologie terrestre *20:* 1-20.

DAME, D.A., LOWE, R.E., WICHTERMAN, G.J., CAMERON, A.L., BALDWIN, K.F. & MILLER, T.W. 1976. *Laboratory and field assessment of insect growth regulators for mosquito control.* Mosq. News *36:* 462-472.

DE BARJAC, H. 1978. *Des bactéries contre les moustiques.* La Recherche *9:* 911-913.

DETINOVA, T.S. 1962. *Age-grouping methods in Diptera of medical importance with special reference to some vectors of malaria.* Monogr. Ser. WHO 47, 216 pp.

EDMAN, J.D. 1964. *Control of Culex tarsalis (Coquillett) and Aedes vexans (Meigen) on Lewis and Clarke Lake (Gavins Point Reservoir) by water level management.* Mosq. News *24:* 173-185.

EDMAN, J.D. & BIDLINGMAYER, W.L. 1969. *Flight capacity of blood-engorged mosquitoes.* Mosq. News *29:* 386-392.

EDWARDS, C.A. 1973. *Environmental pollution by pesticides.* Plenum Press, London, New York, 542 pp.

FELLAY, R. 1975. *Réintroduction des castors en Valais (Castor fiber L.).* Bull. Murithienne *92:* 51-59.

GEIGY, R. 1945. *Malaria in der Schweiz.* Acta tropica, Basel *2:* 1-16.

GILLETT, J.D. 1955. *Variation in the hatching-response of Aedes eggs (Diptera: Culicidae).* Bull. ent. Res. *46:* 241-254.

GILLETT, J.D. 1971. *Mosquitos.* Weidenfeld and Nicolson, London, 274 pp.

GILLETT, J.D., ROMAN, E.A. & PHILLIPS, V. 1977. *Erratic hatching in Aedes eggs: a new interpretation.* Proc. R. Soc. Lond. B *196:* 223-232.

GILOT, B., 1969. *Répartition altitudinale des moustiques (Dipt. Culicidae): Exemple du Dauphiné du Nord (Alpes françaises).* Cah. ORSTOM, Sér. Ent. Méd. Parasitol. *7:* 213-233.

GJULLIN, C.M., HEGARTY, C.P. & BOLLEN, W.B. 1941. *The necessity of a low oxygen concentration for the hatching of Aedes mosquito eggs.* J. cell. comp. Physiol. *17:* 193-202.

GJULLIN, C.M., YATES, W.W. & STAGE, H.H. 1950. *Studies on Aedes vexans (Meig.) and Aedes sticticus (Meig.), flood-water mosquitoes, in the lower Columbia River Valley.* Ann. ent. Soc. Am. *43:* 262-275.

GLICK, P.A. 1939. *The distribution of insects, spiders, and mites in the air.* Tech. Bull. U.S. Dept. Agric. *673:* 100 pp.

GOLBERG, A.M., MARKOVICH, N.Y. & PROSKURYAKOVA, A.M. 1975. *A case of detection of Coelomomyces psorophorae Couch (Phycomycetes, Blastocladiales) in a larva of Aedes vexans in the Tuva ASSR.* Med. Parazitol. Parazitar. Bolezni *44:* 103-104 [Réf.: Rev. appl. ent. B *64* (1976): 122].

GUTSEVICH, A.V., MONCHADSKII, A.S. & SHTAKEL'BERG, A.A. 1974. *Fauna of the USSR. Diptera.* Mosquitoes, family *Culicidae 3:* 408 pp. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, Israel.

HÁJKOVÁ, Z. 1966. *A study on gonotrophic cycles of the mosquito Aedes vexans Meig. in South Moravia.* Folia Parasit. (Praha) *13:* 361-370.

HENKEL, H. 1936. *Studien zur Entstehung und zum Verlauf einer Aedes-Plage.* Z. hyg. Zool. Schädlingsbekämpfung *28:* 17-30.

HESS, H.E., LANDOLT, E. & HIRZEL, R. 1967, 1970, 1972. *Flora der Schweiz.* Birkhäuser Verlag, Basel, Bd. 1, 858 pp.; Bd. 2, 956 pp.; Bd. 3, 876 pp.

HORSFALL, W.R. 1954. *A migration of Aedes vexans Meigen.* J. econ. Ent. *47:* 544.

HORSFALL, W.R. 1956. *Eggs of floodwater mosquitoes. III. Conditioning and hatching of Aedes vexans.* Ann. ent. Soc. Am. *49:* 66-71.

HORSFALL, W.R. 1963. *Eggs of floodwater mosquitoes (Diptera: Culicidae). IX. Local distribution.* Ann. ent. Soc. Am. *56:* 426-441.

HORSFALL, W.R. 1972. *Mosquitoes, their bionomics and relation to disease.* Hafner Publishing Company, New York, USA, 723 pp.

HORSFALL, W.R., NOVAK, R.J. & JOHNSON, F.L. 1975. *Aedes vexans as a flood-plain mosquito.* Environ. Entomol. *4:* 675-681.

HSIEH, M.-Y. & STEELMAN, C.D. 1974. *Susceptibility of selected mosquito species to five chemicals which inhibit insect development.* Mosq. News *34:* 278-282.

HUNTER, E. & VINCENT, J.F. 1974. *The effects of a novel insecticide on insect cuticle.* Experientia *30:* 1432-1433.

LAVEN, H. 1967. *Eradication of Culex pipiens fatigans through cytoplasmic incompatibility.* Nature *216:* 383-384.

LAVEN, H. 1969. *Genetische Schädlingsbekämpfung: Produktion von Semisterilität bei der Stechmücke Culex pipiens und Aussichten für die Bekämpfung mit diesem System.* Anz. Schädl. kd. Pfl.schutz *42:* 17-19.

LÜTHY, P., RABOUD, G., DELUCCHI, V. & KÜENZI, M. 1980. *Field efficacy of Bacillus thuringiensis var. israelensis.* Bull. Soc. Ent. Suisse *53:* 3-9.

MAIRE, A., GILOT, B., PAUTOU, G. & AÏN, G. 1972. *Ecologie des biotopes larvaires à Aedes (Ochlerotatus) rusticus (Rossi, 1790) dans la région Rhône-Alpes.* Bull. Soc. Ecol. *3:* 421-434.

MARTINI, E. 1931. *Culicidae.* In: LINDNER, E. *Die Fliegen der palaearktischen Regionen.* Stuttgart, 398 pp.

MATHESON, R. 1944. *Handbook of the mosquitoes of North America.* 2nd ed. Ithaca, 314 pp.

MATTINGLY, P.F. 1965. *The systematics of the Culex pipiens complex.* WHO/Vector Control/141.65 et WHO/Vector Control/125.65.

MCHAFFEY, D.G. 1972. *Photoperiod and temperature influences on diapause in eggs of the floodwater mosquito Aedes vexans (Meigen) (Diptera: Culicidae).* J. Med. Ent. *9:* 564-571.

MIHÁLYI, F., SOOS, A., SZTANKAY-GULYAS, M. & ZOLTAI, N. 1954. *L'envahissement des moustiques dans les zones d'inondations du Danube.* Acta Zoologica, Budapest *1:* 105-128.

MIHÁLYI, F., SOOS, A., SZTANKAY-GULYAS, M. & ZOLTAI, N. 1955. *Recherches informatives sur l'envahissement de moustiques des hautes régions de la Hongrie. Modes de protection.* Ann. Hist. Mus. Nat. Hung. *6:* 347-366.

MIURA, T. & TAKAHASHI, R.M. 1973. *Insect developmental inhibitors. 4. Persistence of ZR-515 in water.* J. econ. Ent. *66:* 917-922.

MIURA, T. & TAKAHASHI, R.M. 1974. *Insect developmental inhibitors. Effects of candidate mosquito control agents on nontarget aquatic organisms.* Environ. Entomol. *3:* 631-636.

MIURA, T. & TAKAHASHI, R.M. 1975. *Effects of the IGR, TH 6040, on nontarget organisms when utilized as a mosquito control agent.* Mosq. News *35:* 154-159.

MÖHRIG, W. 1969. *Die Culiciden Deutschlands. Untersuchungen zur Taxonomie, Biologie und Oekologie der einheimischen Stechmücken.* Parasitologische Schriftenreihe 18, Gustav Fischer, Jena, 260 pp.

MOUCHET, J. & QUIROGA, M. 1976. *La résistance aux insecticides chez les Culicinés.* Cah. ORSTOM, Sér. Ent. Méd. Parasitol. *14:* 111-123.

MULLA, M.S. & DARWAZEH, H.A. 1975. *Activity and longevity of insect growth regulators against mosquitoes.* J. econ. Ent. *68:* 791-794.

MULLA, M.S. & DARWAZEH, H.A. 1976. *The IGR Dimilin® and its formulation against mosquitoes.* J. econ. Ent. *69:* 309-312.

MULLA, M.S., DARWAZEH, H.A. & NORLAND, R.L. 1974. *Insect growth regulators: evaluation procedures and activity against mosquitoes.* J. econ. Ent. *67:* 329-332.

MULLA, M.S., MAJORI, G. & DARWAZEH, H.A. 1975. *Effects of the insect growth regulator Dimilin® or TH-6040 on mosquitoes and some nontarget organisms.* Mosq. News *35:* 211-216.

OZENDA, P. 1973. *Cartographie écologique appliquée à la démoustication.* Univ. Sci. Méd. Grenoble, Lab. Biol. Vég., Doc. Cart. Ecol. *11:* 16 pp.

OZENDA, P. & PAUTOU, G. 1971. *Un essai d'écologie appliquée: la démoustication de la région Rhône-Alpes.* Univ. Sci. Méd. Grenoble, Lab. Biol. Vég., 63 pp.

PAUTOU, G., GILOT, B. & AÏN, G. 1973. *Recherche écologique, démoustication et protection de la nature.* Naturalistes Belges *54:* 105-115.

PETERSEN, J.J. & WILLIS, O.R. 1971. *A two-year survey to determine the incidence of a mermithid nematode in mosquitoes in Louisiana.* Mosq. News *31:* 558-566.

PETERSEN, J.J. & WILLIS, O.R. 1976. *Experimental release of a mermithid nematode to control floodwater mosquitoes (Dipt., Culicidae) in Louisiana (USA).* Mosq. News *36:* 339-342.

PEUS, F. 1970. *Bemerkenswerte Mücken am Tegeler Fliess.* Berliner Naturschutzblätter, Sonderheft Mai 1970, 18-26.

PEUS, F. 1972. *Über das Subgenus Aedes sensu stricto in Deutschland (Diptera, Culicidae).* Z. ang. Ent. *72:* 177-194.

PEUS, F. 1975. *Die «Rheinschnaken» (Diptera, Culicidae). Arten, Lebensweise, Oekologie, Massenentfaltung, Gegenwehr.* Z. ang. Zool. *62:* 231-242.

PLATT, R.B., LOVE, G.J. & WILLIAMS, E.L. 1958. *A positive correlation between relative humidity and the distribution and abundance of Aedes vexans.* Ecology *39:* 167-169.

POST, L.C. & VINCENT, W.R. 1973. *A new insecticide inhibits chitin synthesis.* Naturwissenschaften *60:* 431-432.

PRAZ, J.-C. 1970. *Aperçu de la faune des marais de Grône, en Valais.* Nos oiseaux *30:* 201-214.

PRIMAULT B. & CATZEFLIS, J. 1966. *Du climat valaisan. La recherche agronomique en Suisse 5:* 248-267.

QURAISHI, M.S. 1977. *Biochemical insect control. Its impact on economy, environment, and natural selection.* John Wiley & sons, New-York, 280 pp.

RATHBURN, C.B. JR. & BOIKE, A.H. JR. 1975. *Laboratory and small plot field tests of Altosid® and Dimilin® for the control of Aedes taeniorhynchus and Culex nigripalpus larvae.* Mosq. News *35:* 540-546.

RIOUX, J.-A., CROSET, H., CORRE, J.-J., SIMONNEAU, P. & GRAS, G. 1967. *Les bases phyto-écologiques de la lutte anticulicidienne. Cartographie des biotopes larvaires. Ses applications opérationnelles dans le «Midi» méditerranéen.* Ann. Par. Hum. et Comp. *42:* 665-680.

RIOUX, J.-A., CROSET, H., GRAS, G. & JUMINER, B. 1964a. *Priorité aux méthodes anti-larvaires dans la lutte contre les Aedes halophiles en Languedoc-Roussillon (Principes logistiques généraux et application pratique).* Arch. Inst. Pasteur Tunis *41:* 386-395.

RIOUX, J.-A., GRAS, G., CROSET, H. & JUMINER, B. 1964b. *Essais de lutte anti-culicidienne imagocide par épandage aérien (hélicoptère) de Lindane en aérosols thermiques.* Arch. Inst. Pasteur Tunis *41:* 158-171.

RIOUX, J.-A. & PECH, J.-M. 1959. *Le biotype autogène de Culex pipiens L. ne doit pas être nommé Culex molestus Forskal (Diptera, Culicidae).* Cah. Naturalistes, Bull. N.P., n.s. *15:* 115-117.

ROBERTS, D.W. & STRAND, M.A. 1977. *Pathogens of medically important arthropods.* Bull. WHO, Suppl. no 1, *55:* 1-419.

ROMAN, E. *Sur la biologie des moustiques fluviatiles. Considérations sur les méthodes de lutte à leur opposer.* Avenir médical *7:* 211-216.

ROUBAUD, E. 1933. *Essai synthétique sur la vie du moustique commun (Culex pipiens).* Ann. Sci. nat. (Zool.) *16:* 5-168.

ROUBAUD, E. 1944. *Sur la fécondité du moustique commun Culex pipiens L.* Bull. Soc. Path. exot. *37:* 51-56.

SCHAEFER, C.H. & DUPRAS, E.F. JR. 1973. *Insect developmental inhibitors. 4. Persistence of ZR-515 in water.* J. econ. Ent. *66:* 923-925.

SCHAEFER, C.H. & DUPRAS, E.F. JR. 1976. *Factors affecting the stability of Dimilin in water and the persistence of Dimilin in field water.* J. Agric. Food Chem. *24:* 733-739.

SCHAEFER, C.H. & WILDER, W.H. 1972. *Insect developmental inhibitors: a practical evaluation as mosquito control agents.* J. econ. Ent. *65:* 1066-1071.

SCHAEFER, C.H., WILDER, W.H. & MULLIGAN III, F.S. 1975. *Practical evaluation of TH 6040 as a mosquito control agent in California.* J. econ. Ent. *68:* 183-185.

SERVICE, M.W. 1968a. *Observations on the ecology of some British mosquitoes.* Bull. ent. Res. *59:* 161-194.

SERVICE, M.W. 1968b. *Observations on feeding and oviposition in some British mosquitoes.* Ent. exp. & appl. *11:* 277-285.

SERVICE, M.W. 1971. *Feeding behaviour and host preferences of British mosquitoes.* Bull. ent. Res. *60:* 653-661.

SERVICE, M.W. 1977. *Ecological and biological studies on Aedes cantans (Meig.) (Diptera: Culicidae) in Southern England.* J. appl. Ecol. *14:* 159-196.

SHUMKOV, M.A. 1969. *The effect of burning of the vegetation on the destruction of eggs of mosquitoes of the genus Aedes in the Don delta. Med. Parazitol.* Parazitar. Bolezni *38:* 102-105. (Réf.: Rev. appl. ent. B, *60* [1972]: 58).

SINÈGRE, G. 1967. *Toxicité de quatre insecticides sur quelques espèces de Culicidés et sur la faune des gîtes larvaires.* E.I.D. du littoral méd., doc. no 8, 83 pp.

SMIRNOFF, W.M. 1974. *Bacillus thuringiensis et son utilisation possible dans un programme de lutte contre les moustiques. In:* AUBIN, A., BELLONCIK, S., BOURASSA, J.P., LACOURSIEVE, E. & PELISSIER, M. 1974. Le contrôle des moustiques/Mosquito control. Les presses de l'Université du Québec, 137-142.

SOMMERMAN, K.M. 1969. *Blood meals and egg production of four species of Alaskan Aedes in captivity (Diptera: Culicidae).* Mosq. News *29:* 654-662.

SOPER, F.L. 1966. *Paris Green in the eradication of Anopheles gambiae in Brazil, 1940; Egypt, 1945.* Mosq. News *26:* 470-476.

STAGE, H.H., GJULLIN, C.M. & YATES, W.W. 1937. *Flight range and longevity of floodwater mosquitoes in the lower Columbia River Valley.* J. econ. Ent. *30:* 940-945.

THOMPSON, P.H. & DICKE, R.J. 1965. *Sampling studies with Aedes vexans and some other Wisconsin Aedes (Diptera: Culicidae).* Ann. ent. Soc. Am. *58:* 927-930.

TRPIŠ, M. 1960a. *Stechmücken der Reisfelder und Möglichkeiten ihrer Bekämpfung.* Biologické práce *6:* 136 pp.

TRPIŠ, M. 1960b. *Stechmücken des Tatra-Nationalparks.* Biologické práce *6:* 56 pp.

TRPIŠ, M. 1962. *Oekologische Analyse der Stechmückenpopulationen in der Donautiefebene in der Tschechoslowakei.* Biologické práce *8:* 129 pp.

TRPIŠ, M. & SHEMANCHUK, J. 1970. *Effect of constant temperature on the larval development of Aedes vexans (Diptera: Culicidae).* Can. Ent. *102:* 1048-1051.

VAN DAALEN, J.J., MELTZER, J., MULDER, R. & WELLINGA, K. 1972. *A selective insecticide with a novel mode of action.* Naturwissenschaften *59:* 312-313.

WELLINGA, K., MULDER, R. & VAN DAALEN, J.J. 1973. *Synthesis and laboratory evaluation of 1-(2,6-disubstituted benzoyl)-3- phenylureas, a new class of insecticides.* 1. 1-(2,6- dichlorobenzoyl)-3-phenyl-ureas. J. Agr. Food Chem. *21:* 1432-1433.

WILSON, G.R. & HORSFALL, W.R. 1970. *Eggs of floodwater mosquitoes. XII. Installment hatching of Aedes vexans (Diptera: Culicidae).* Ann. ent. Soc. Am. *63:* 1644-1647.

WRIGHT, R.E. & KNIGHT, K.L. 1966. *Effect of environmental factors on biting activity of Aedes vexans (Meigen) and Aedes trivittatus (Coquillett).* Mosq. News *26:* 565-578.

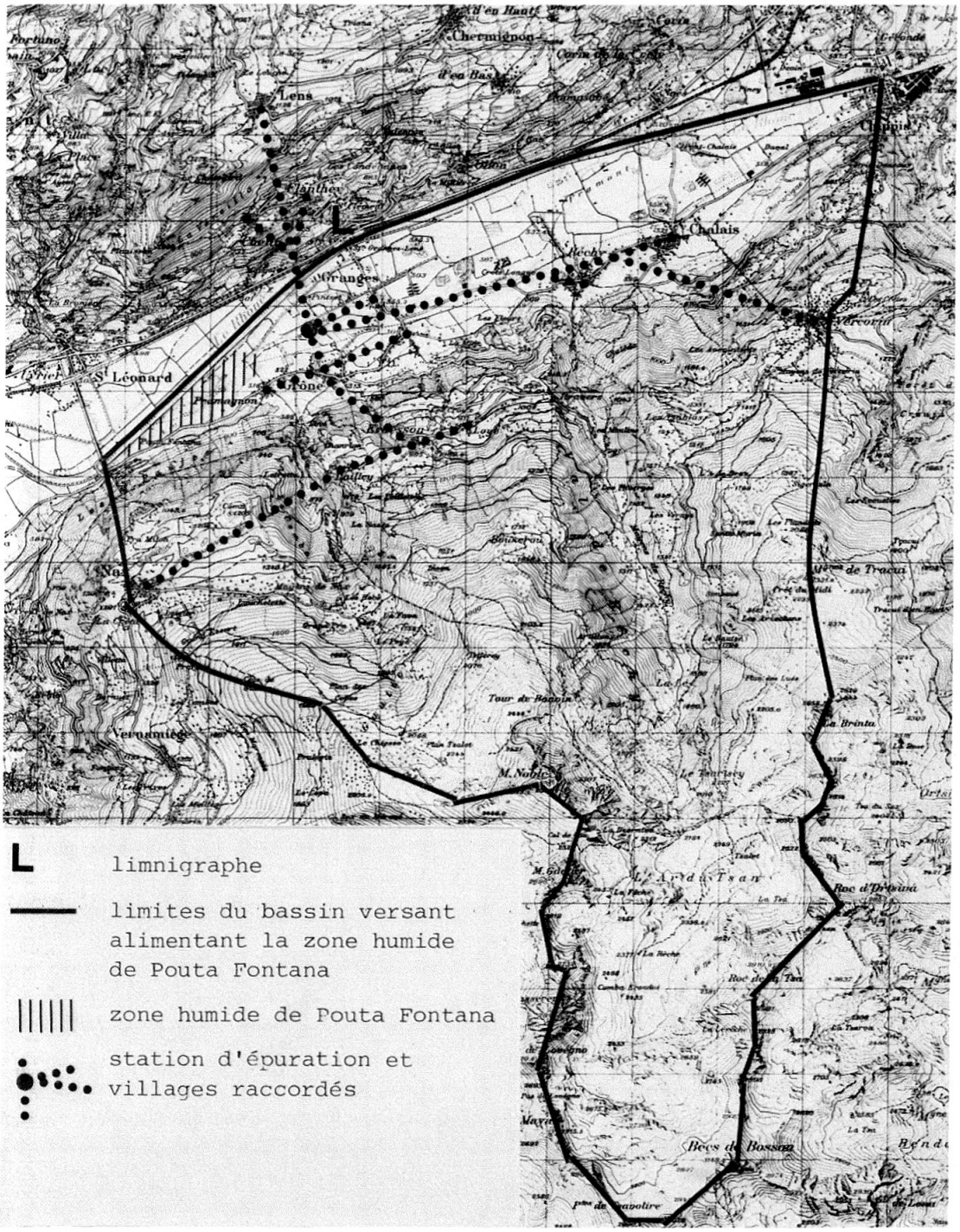


Fig. 1: Plan général de la région de Grône avec la délimitation du bassin versant alimentant les nappes aquifères de la zone humide de Pouta Fontana. Extrait de la CN 1:50000, feuille 273, Montana. Reproduit avec l'autorisation du Service topographique fédéral du 30.4.79.

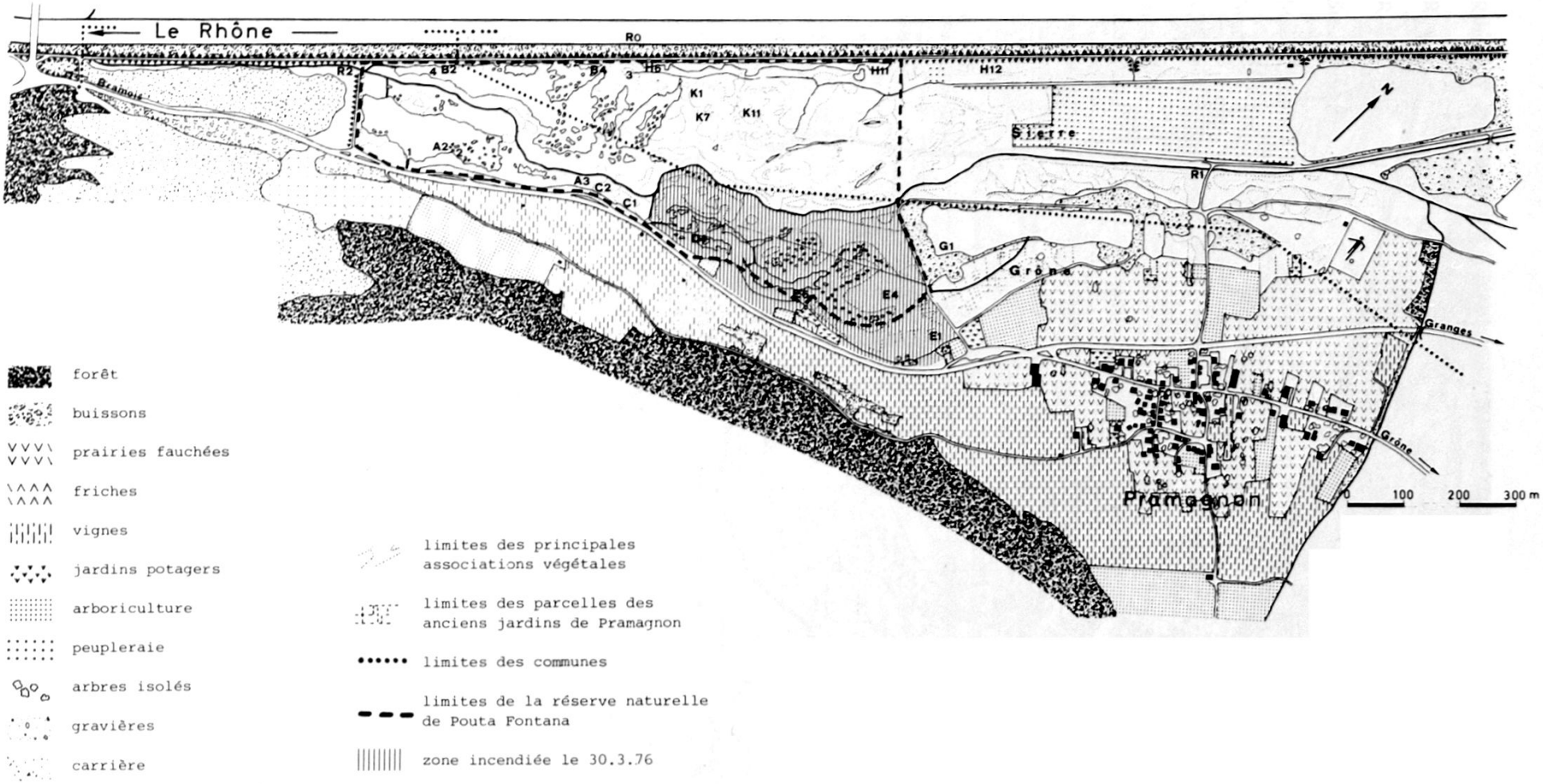


Fig. 2: Plan de situation de la zone humide de Pouta Fontana. Emplacement des prélèvements d'eau (1, 2, 3, 4) du 13 novembre 1977 pour l'analyse physico-chimique; stations de mesure de la conductibilité de l'eau (Xn).

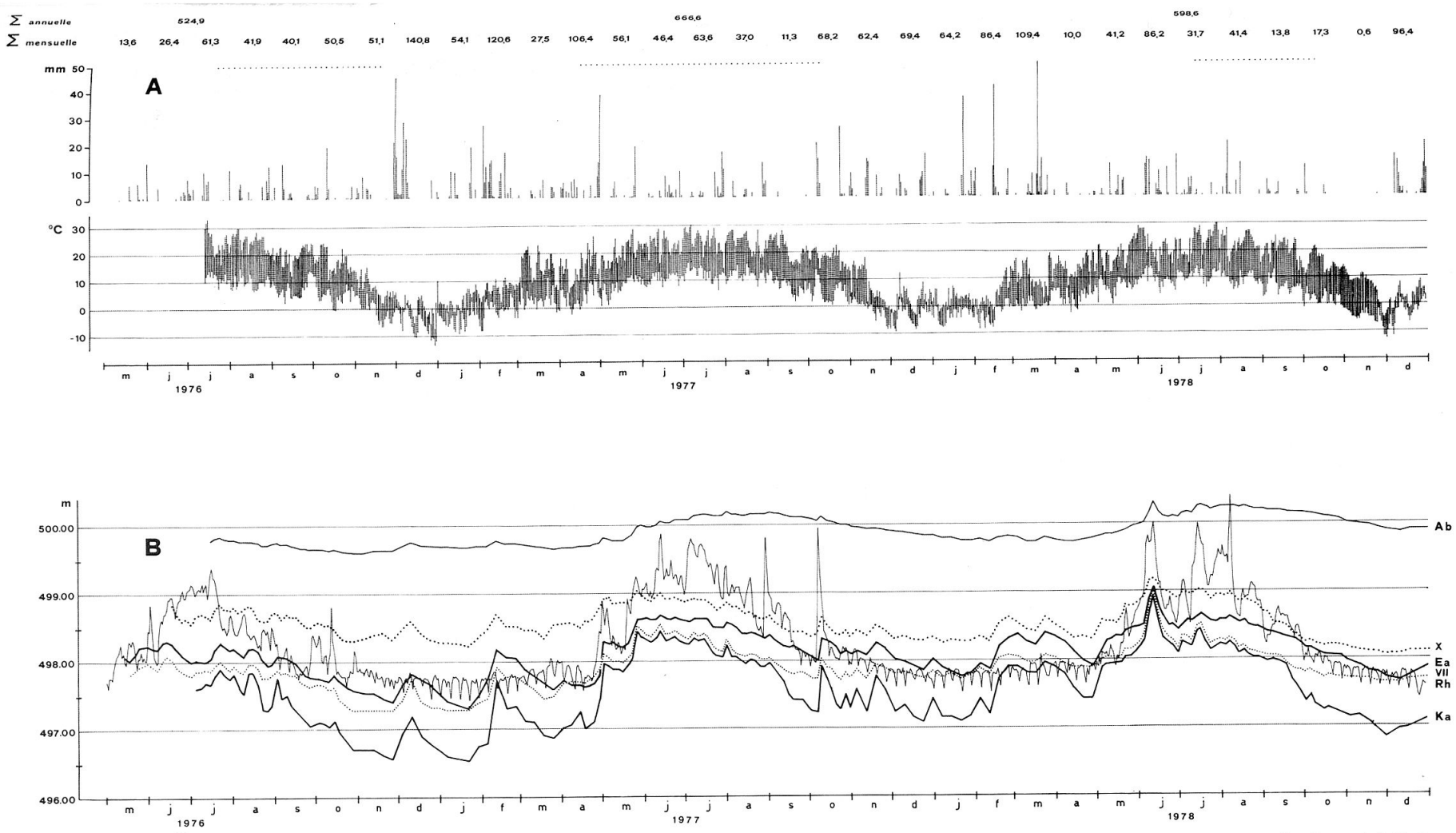
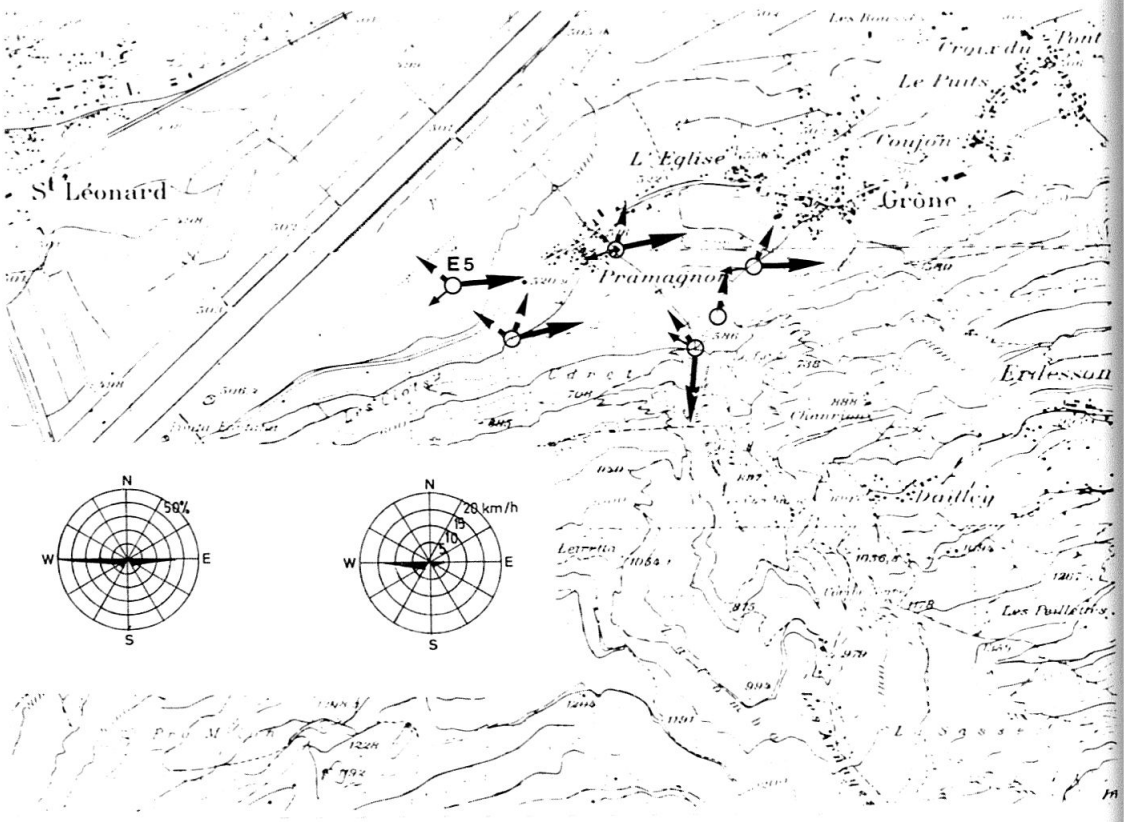


Fig. 3: Facteurs climatiques et hydrodynamiques de la réserve de Pouta Fontana. A: somme journalière (histogramme), mensuelle et annuelle des précipitations, amplitude journalière de la température. La somme des précipitations a été empruntée à la station météorologique de Sion, à l'exception des précipitations journalières des périodes estivales (trait pointillé horizontal). B: variations des niveaux d'eau de surface (VII, X) et des nappes aquifères (Ab, Ea, Ka). Les variations du niveau du Rhône (Rh) ont été empruntées au limnigraphe de Granges, situé à environ 3 km en amont de la réserve, et adaptées à la hauteur de la réserve; les variations du niveau d'eau du canal, mesurées en amont de la réserve, ont été adaptées à la hauteur du piézomètre Ea.



Directions du vent:

15˙30-17˙00, le 3.8.77

21˙15-21˙50, le 3.8.77

08˙45-09˙00, le 4.8.77

Fig. 4: Directions du vent lors d'une belle journée (du 3 au 4 août 1977) à Pramagnon. Les flèches indiquent la direction du vent. Les roses des vents sont représentatives d'une belle journée (soit du 19 juillet à 1900 h au 20 juillet à 1900 h) et indiquent la direction des vents (en pourcentage) ainsi que leur vitesse; l'emplacement de l'anémographe se situe à la station E5. Reproduit avec l'autorisation du Service topographique fédéral du 30.4.79.

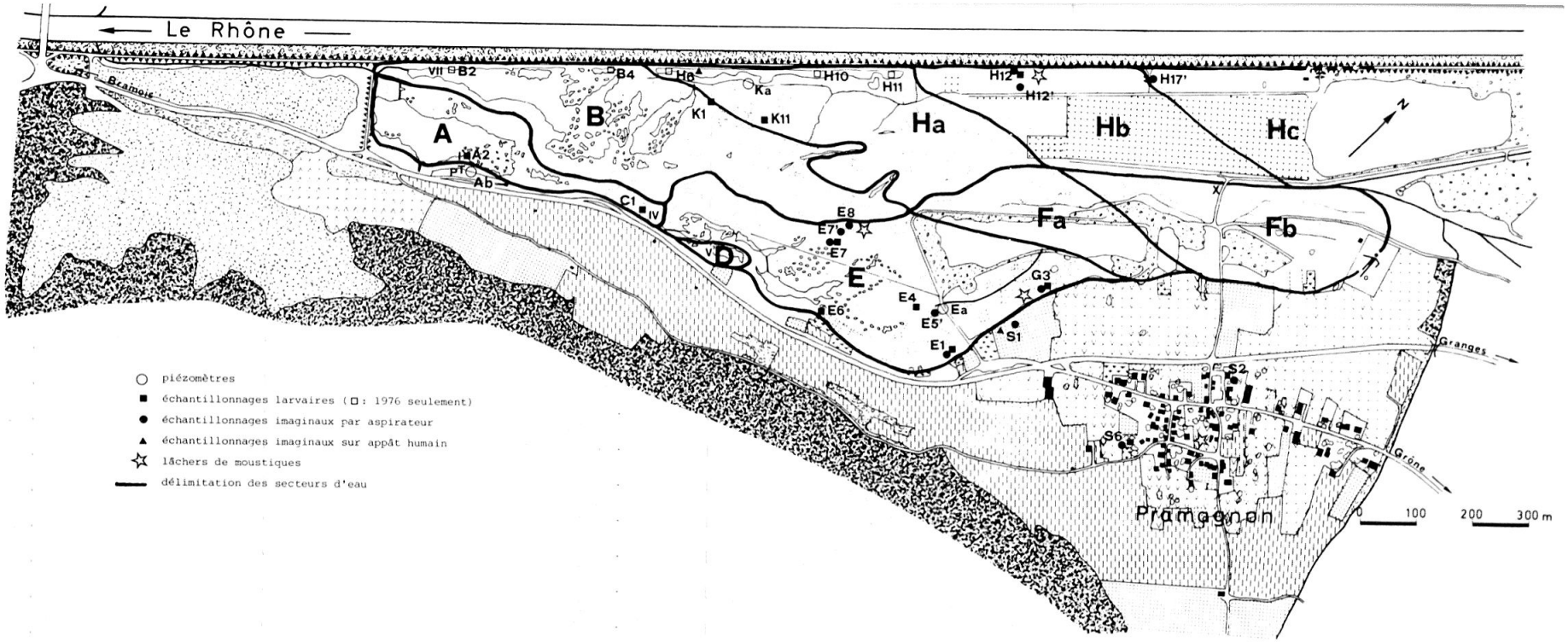


Fig. 5: Délimitation des secteurs d'eau (A, B, D, E, Fa, Fb, Ha, Hb, Hc) dans la réserve de Pouta Fontana et emplacement des appareils de mesure (P: pluviographe; T: thermohygrographe; Ab, Ea, Ka: piézomètres; I, IV, V, VII, X: niveaux gradués), des stations d'échantillonnages larvaires et imaginaux, ainsi que des lâchers de moustiques.

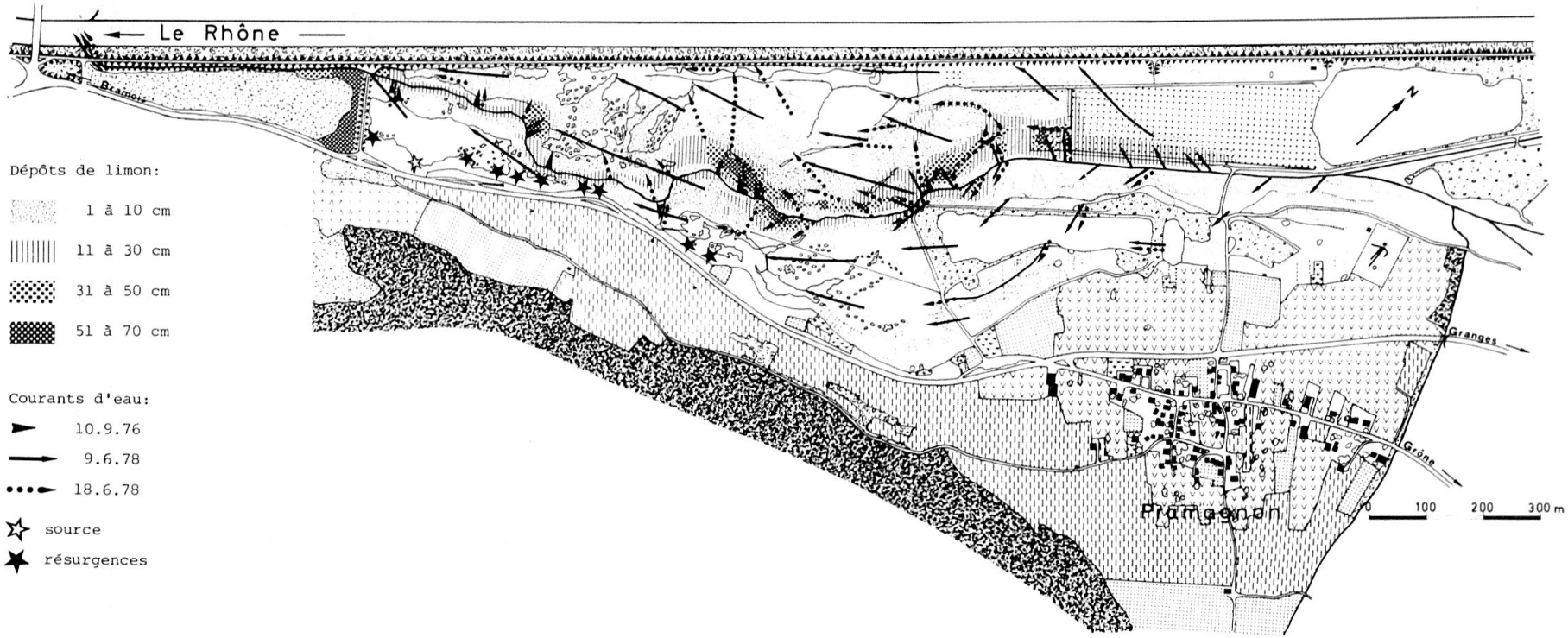


Fig. 6: Emplacement de la source et des résurgences dans la réserve de Pouta Fontana, débordements du canal et dépôts de limon consécutifs observés en 1977 et 1978.

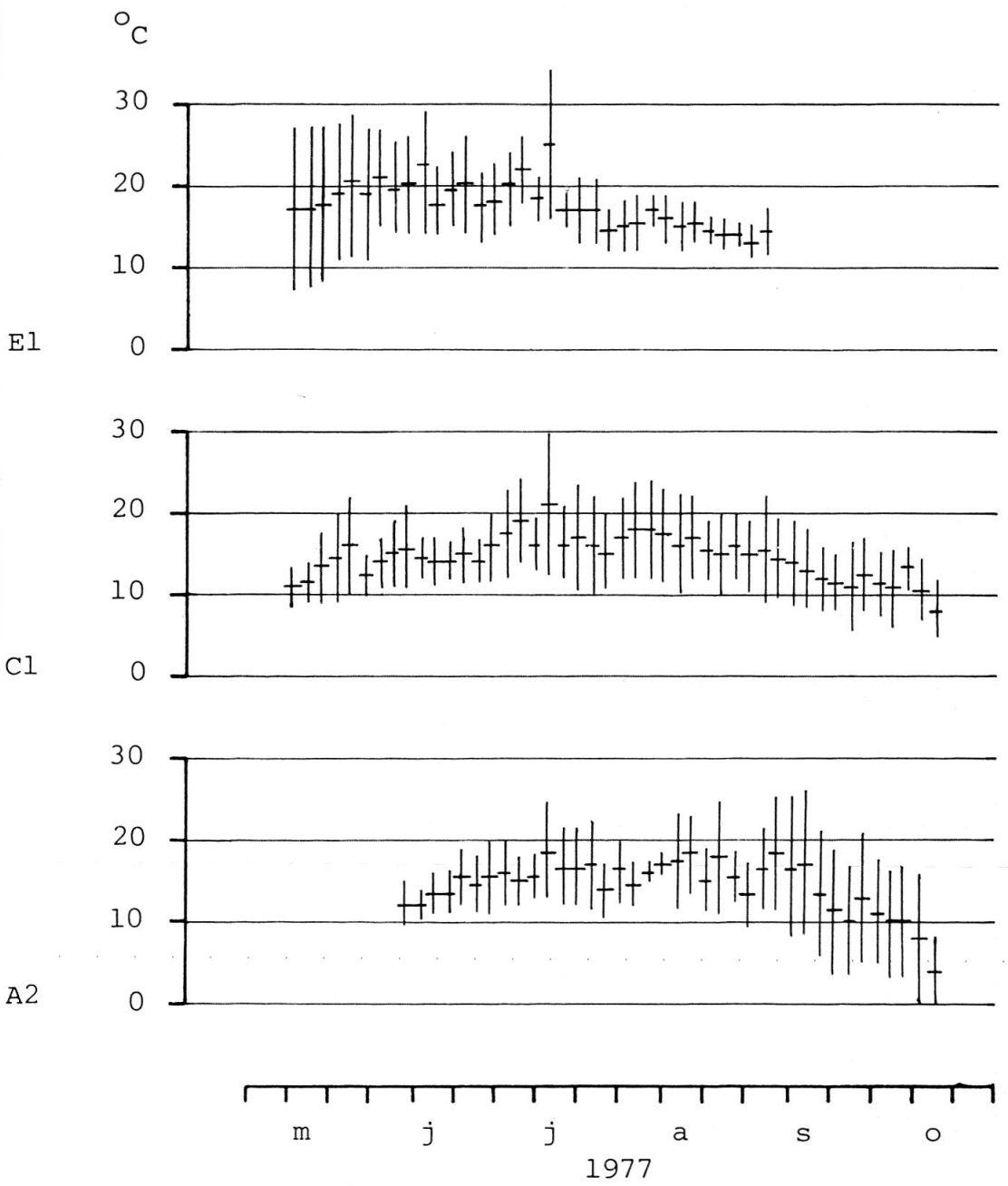


Fig. 7: Températures minimales et maximales de l'eau dans différentes stations de la réserve de Pouta Fontana. La barre verticale représente l'amplitude de la température au cours d'une période de 3 à 4 jours.

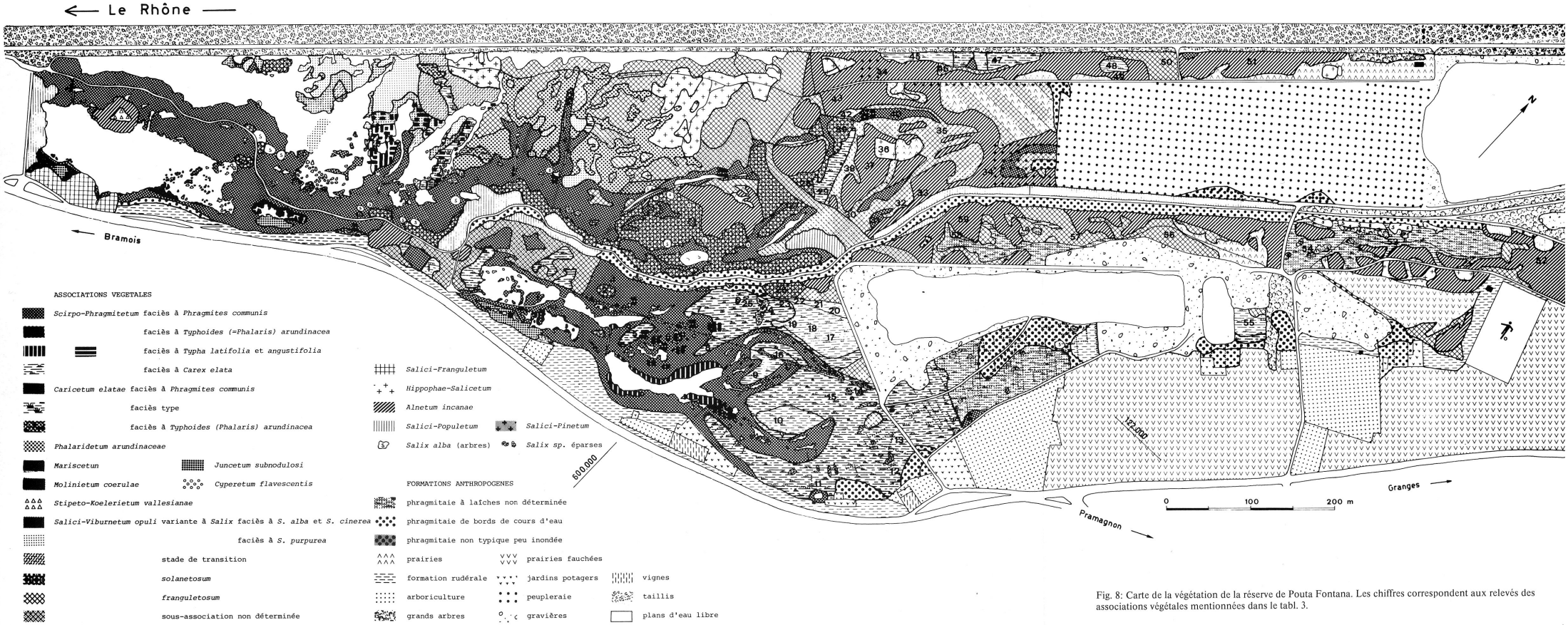


Fig. 8: Carte de la végétation de la réserve de Pouta Fontana. Les chiffres correspondent aux relevés des associations végétales mentionnées dans le tabl. 3.

Fig. 9: Carte des isohypses de la réserve de Pouta Fontana.

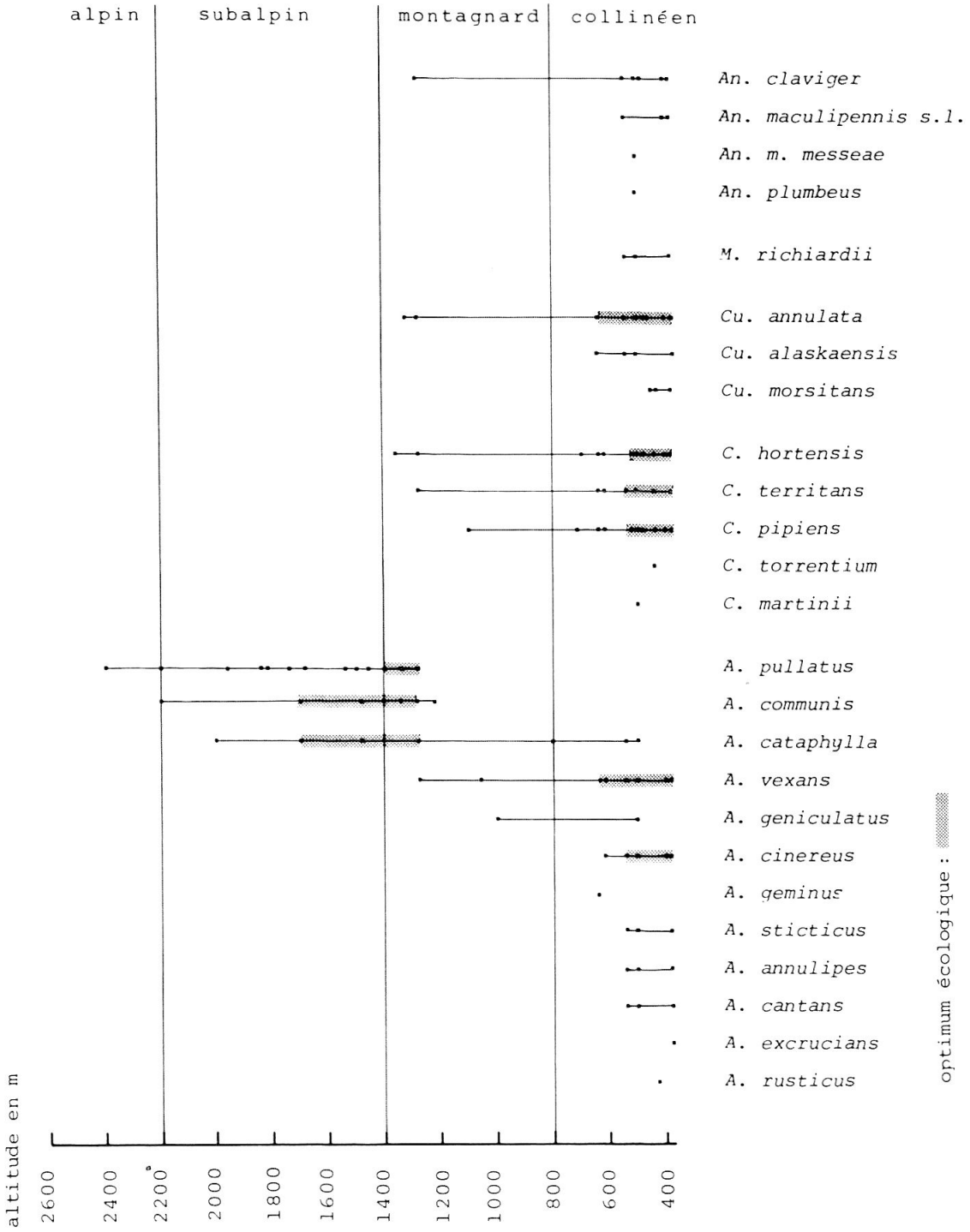


Fig. 10: Répartition altitudinale des espèces culicidiennes observées en Valais, aux Grangettes (VD) et à Portalban (FR), et optimum écologique de certaines espèces.

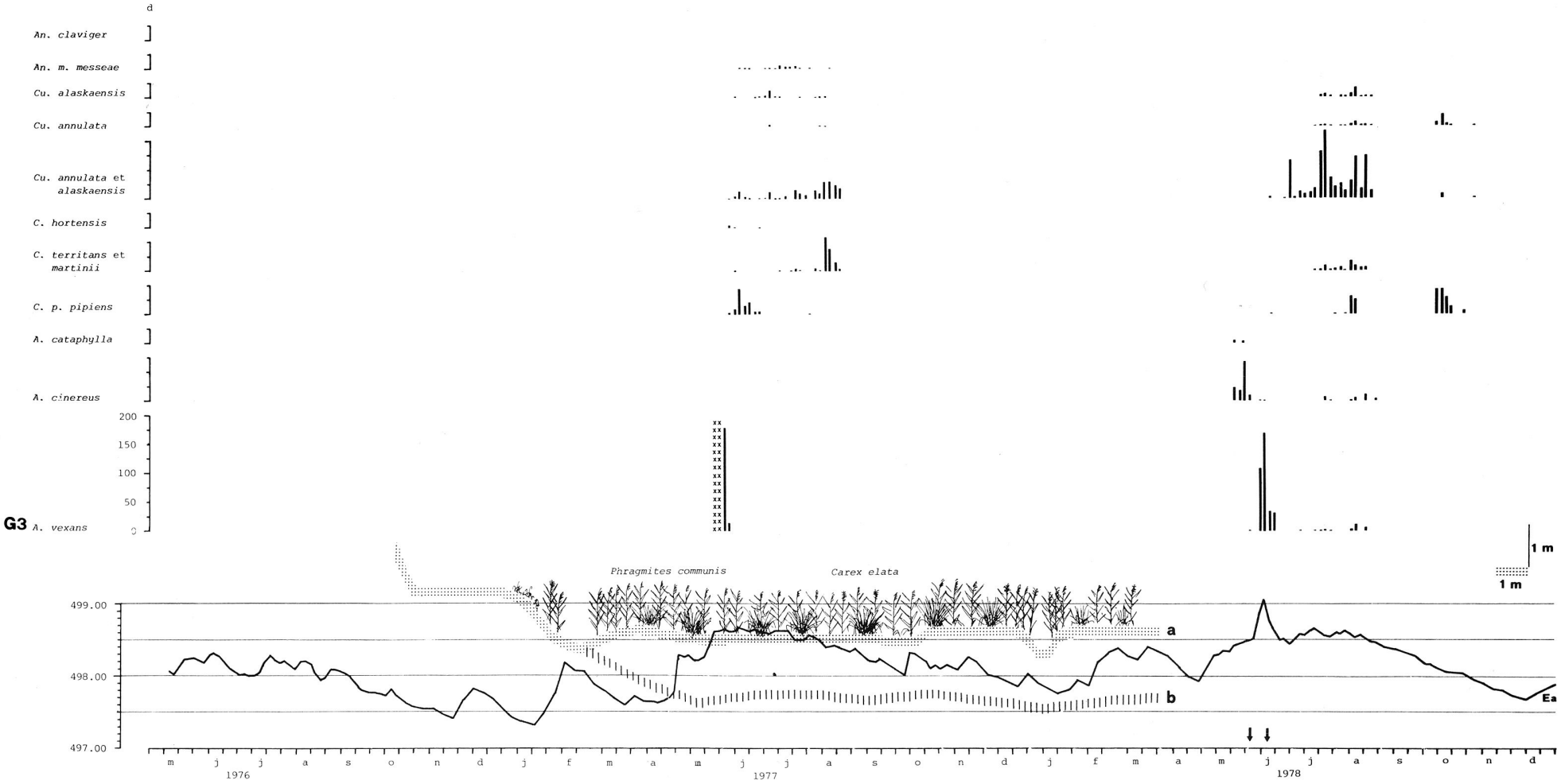


Fig. 11: Effectif larvo-nymphal (d) des espèces culicidiennes, profils topographique et végétal, et hydrodynamique (Ea) du gîte G3. L'effectif larvo-nymphal est le nombre de larves et de nymphes obtenues en 6 coups de filet. La densité L/litre s'obtient en divisant l'effectif par 6. (Flèches: dates de traitement larvicide; a: profil avant creusage; b: profil après creusage, 1 septembre 1978; x: effectif larvo-nymphal non observé mais probable.)

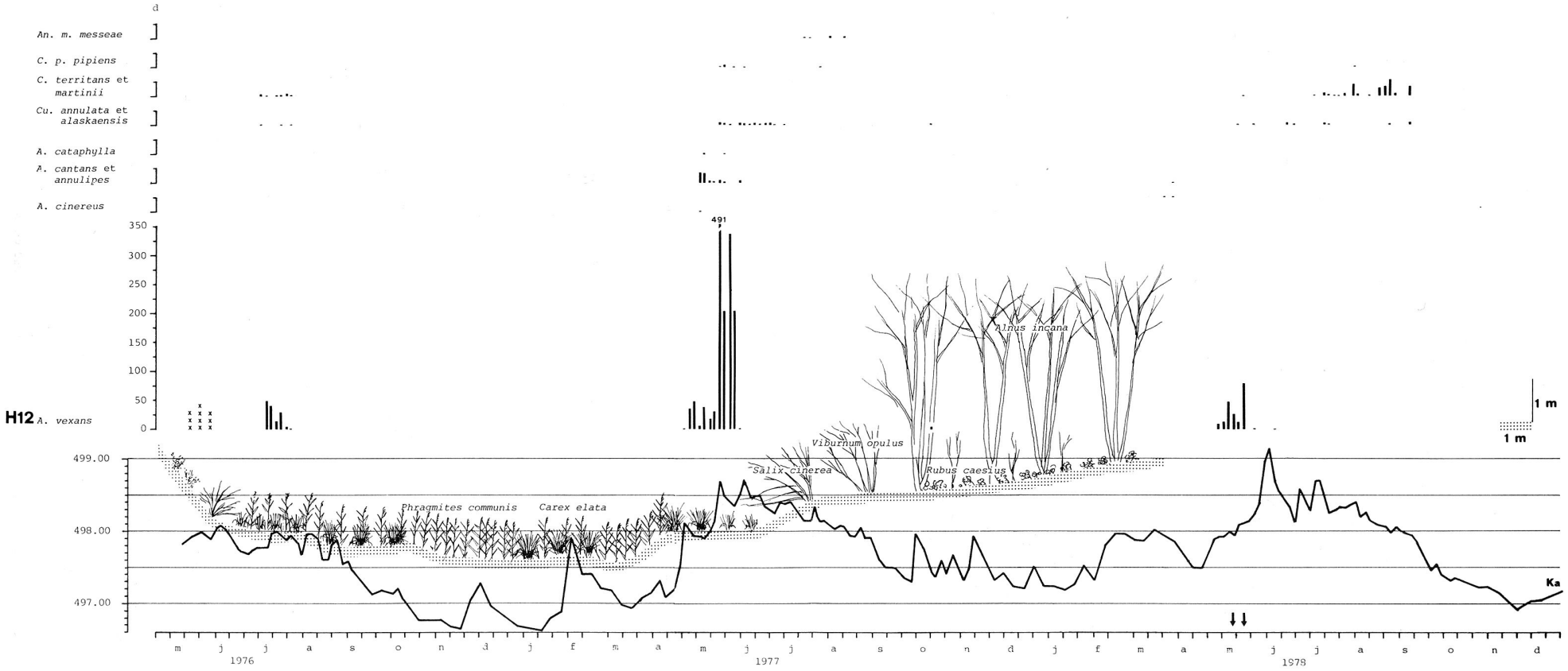


Fig. 12: Effectif larvo-nymphal (d) des espèces culicidiennes, profils topographique et végétal, et hydrodynamique du gîte H12. La densité L/litre s'obtient en divisant l'effectif par 6 (Flèches: dates de traitement larvicide; x: effectif larvo-nymphal non observé mais probable).

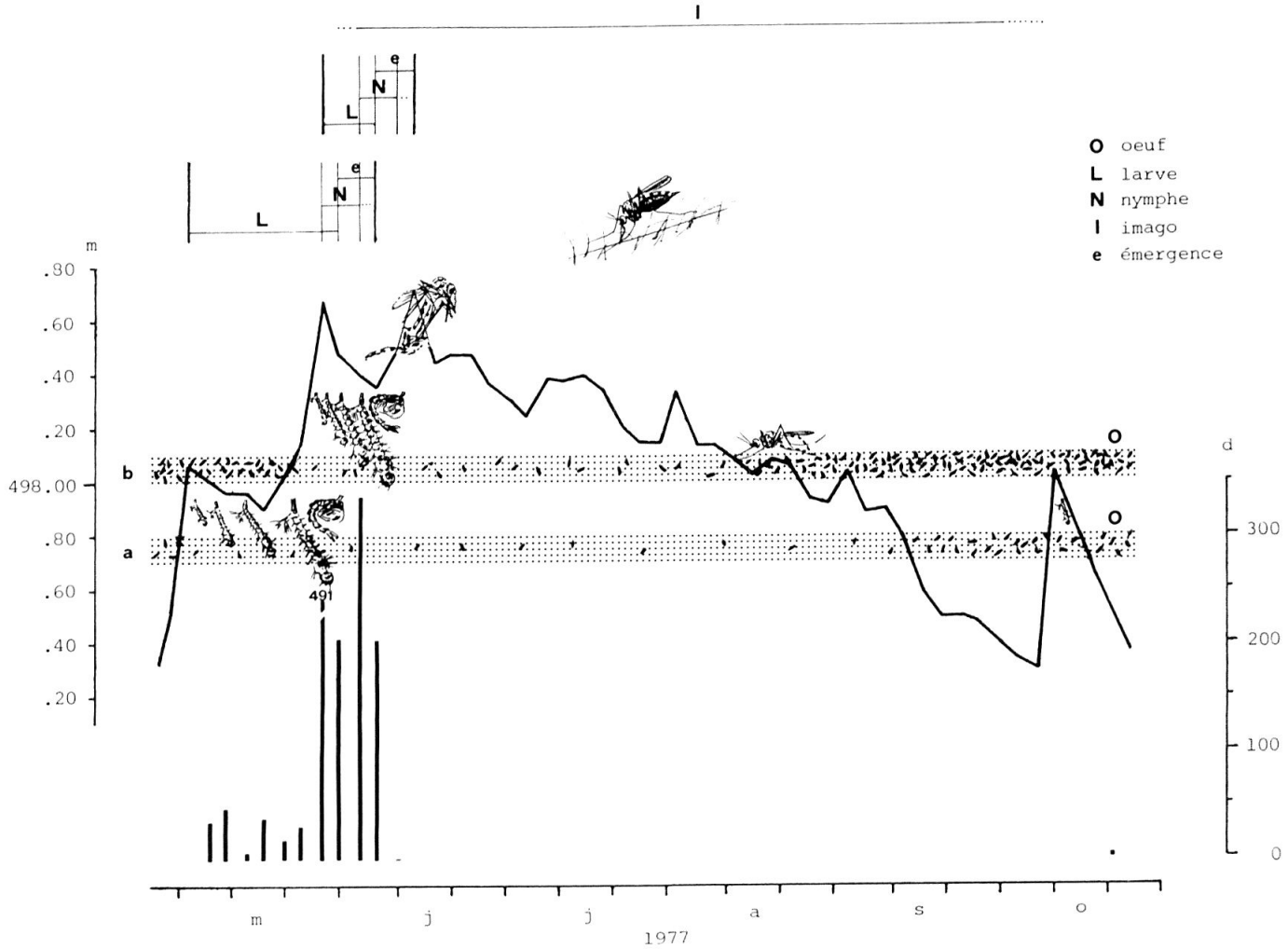


Fig. 13: Détail de la fig. 12 représentant l'effectif larvo-nymphal pendant la période mai-octobre 1977 consécutif à la mise en eau asynchrone de deux niveaux de végétation (a: phragmitaie à laîches; b: cariçaie à roseaux).

Fig. 14: Ceinture formée par des millions d'exsuvies nymphales, visibles dans l'encadré, d'*Aedes cataphylla* et d'*A. communis* en bordure d'un plan d'eau de montagne (Haute-Nendaz, L'Ouché, 21 juin 1978).

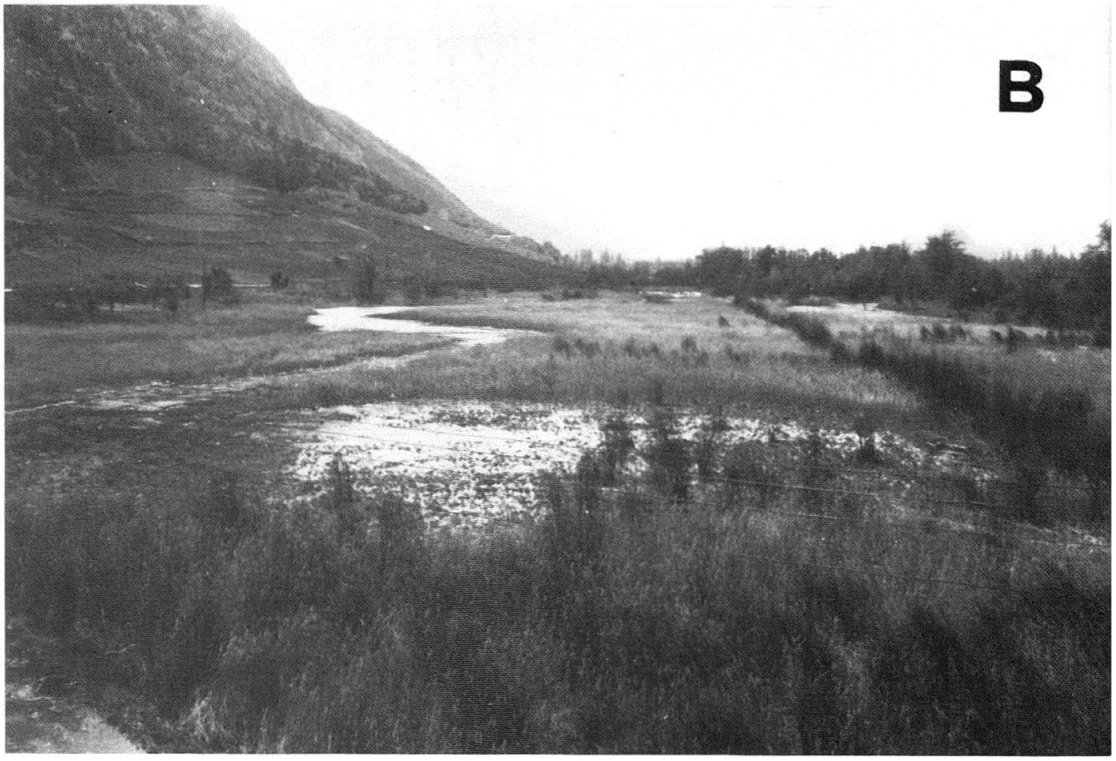


Fig. 15: Gîte E4 avant (A, 18 avril 1977) et après (B, 2 mai 1977) la montée des eaux.

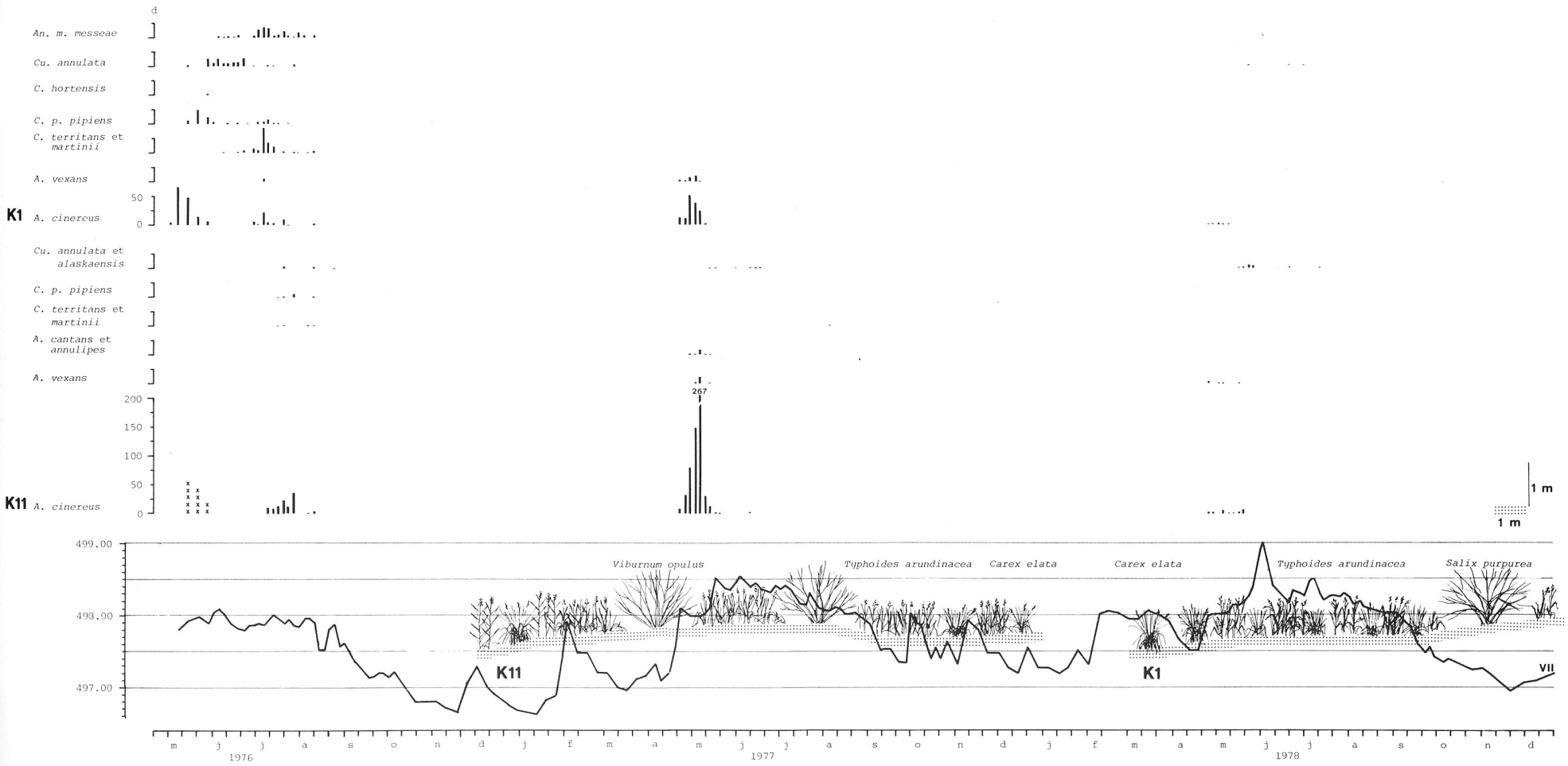


Fig. 16: Effectif larvo-nymphal (d) des espèces culicidiennes, profils topographique et végétal, et hydrodynamique (VII) des gîtes K1 et K11. La densité L/litre s'obtient en divisant l'effectif par 6.

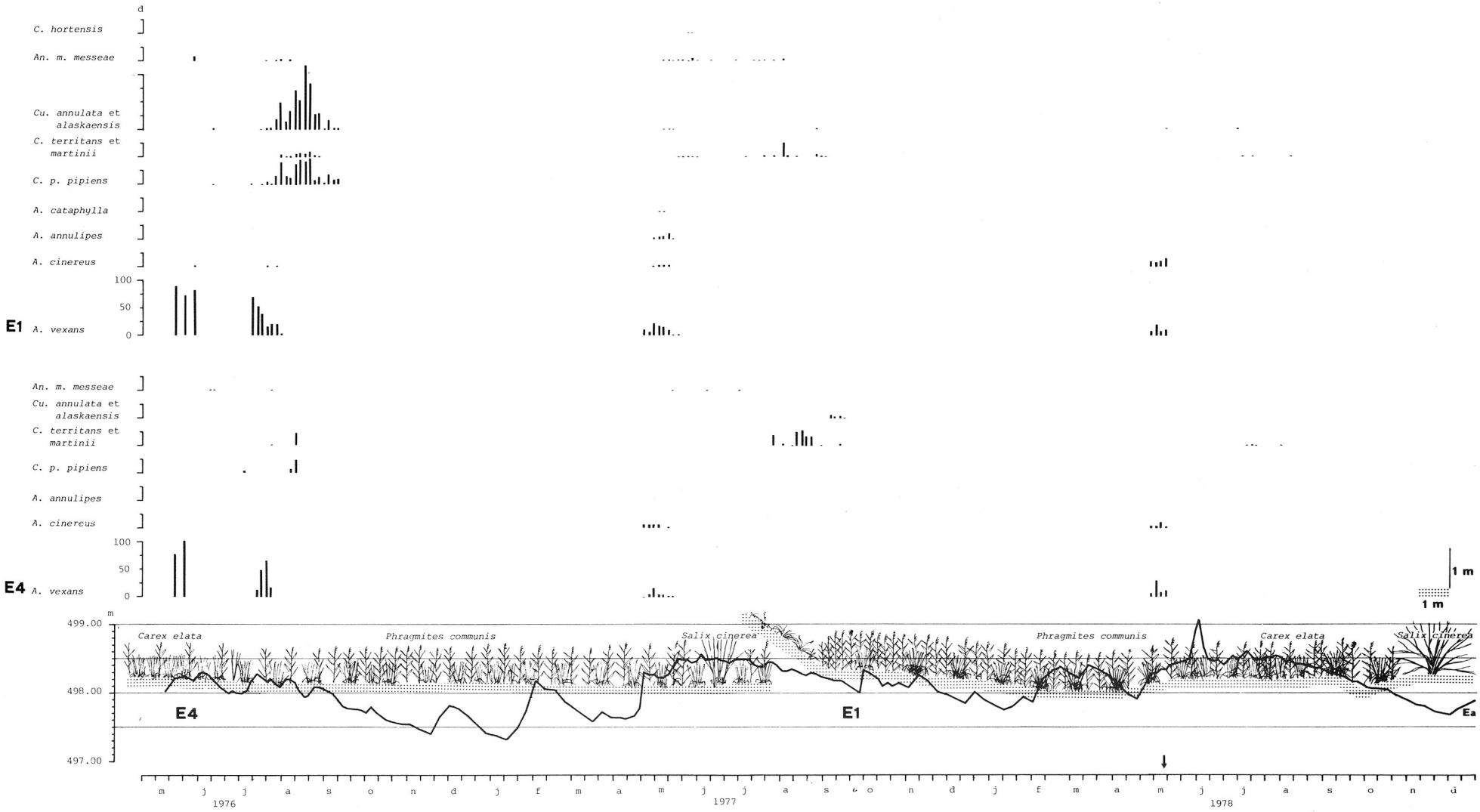


Fig. 17: Effectif larvo-nymphal (d) des espèces culicidiennes, profils topographique et végétal, et hydrodynamique (Ea) des gîtes E1 et E4. La densité L/litre s'obtient en divisant l'effectif par 6. (Flèche: date de traitement larvicide.)

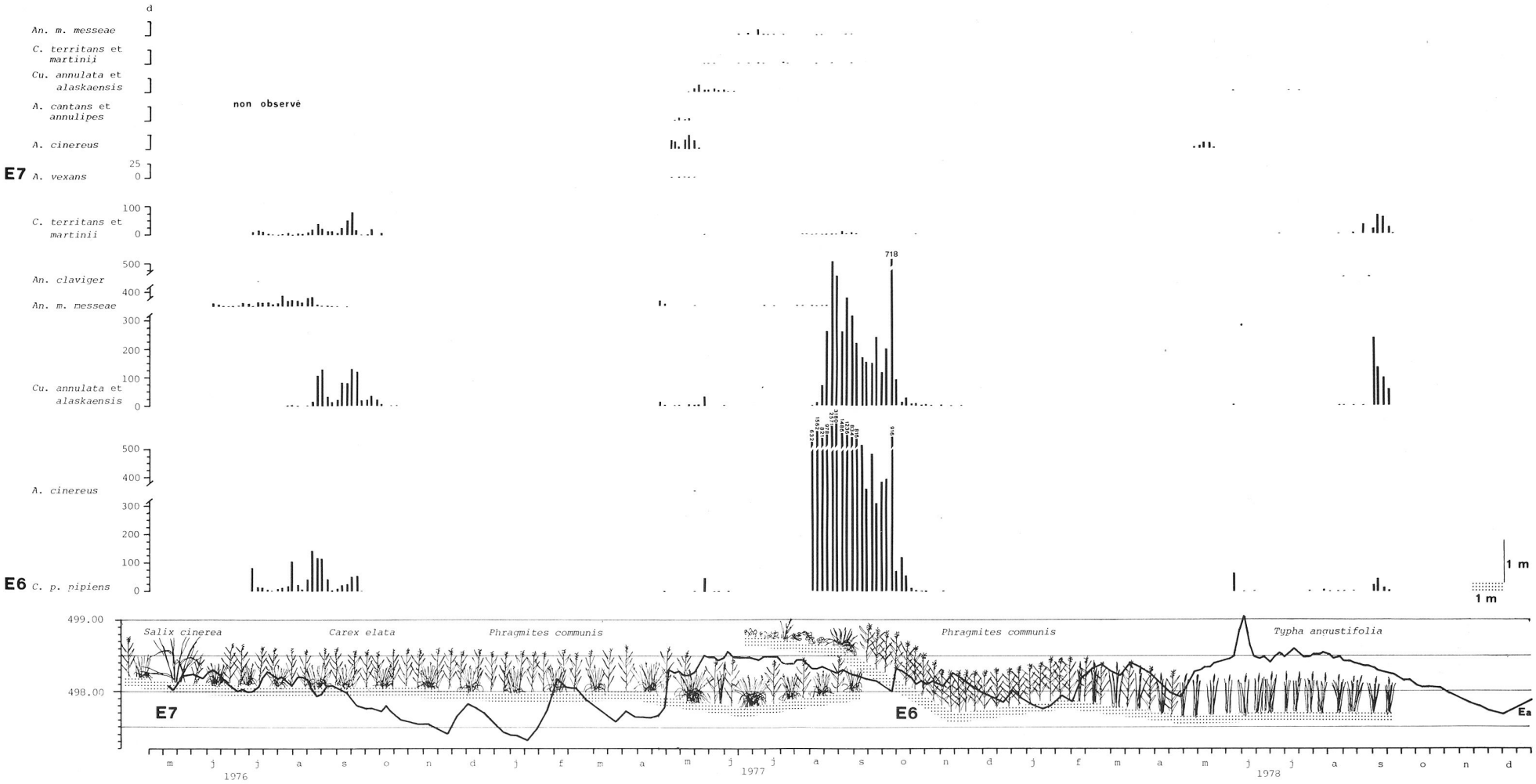


Fig. 18: Effectif larvo-nymphal (d) des espèces culicidiennes, profils topographique et végétal, et hydrodynamique (Ea) des gîtes E6 et E7. La densité L/litre s'obtient en divisant l'effectif par 6.

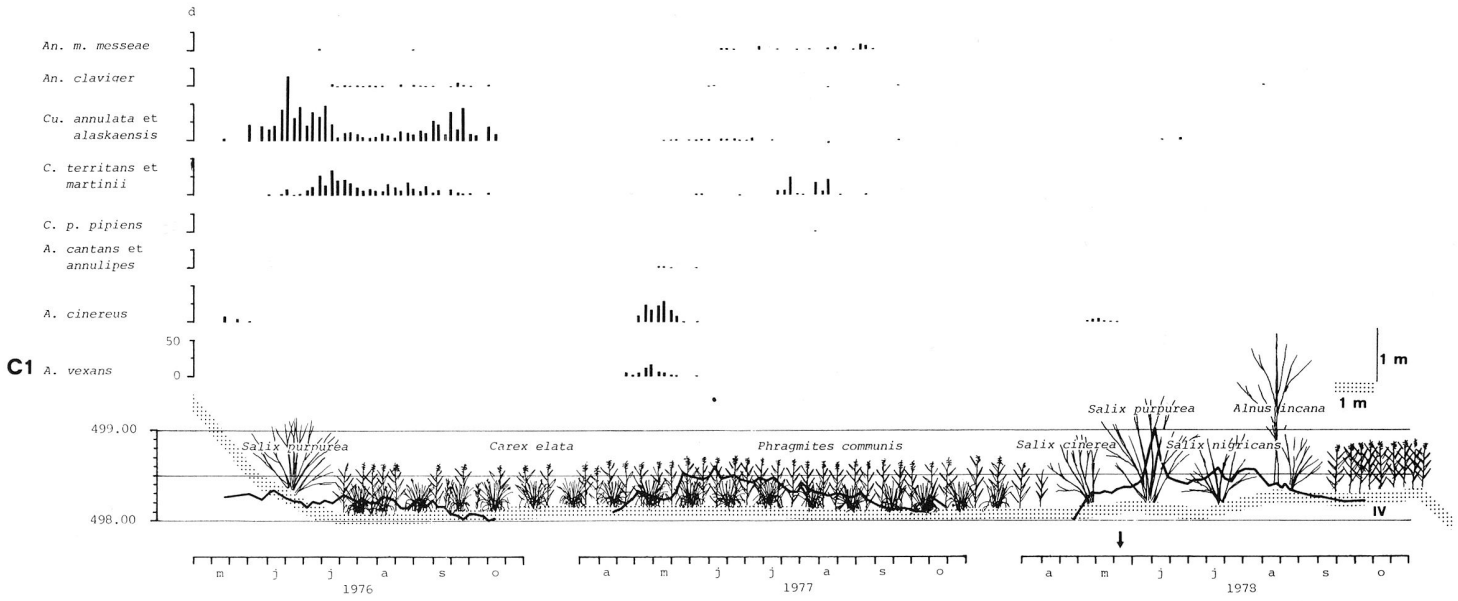


Fig. 19: Effectif larvo-nymphal (d) des espèces culicidiennes, profils topographique et végétal, et hydrodynamique (IV) du gîte C1. La densité L/litre s'obtient en divisant l'effectif par 6. (Flèche: date de traitement larvicide.)

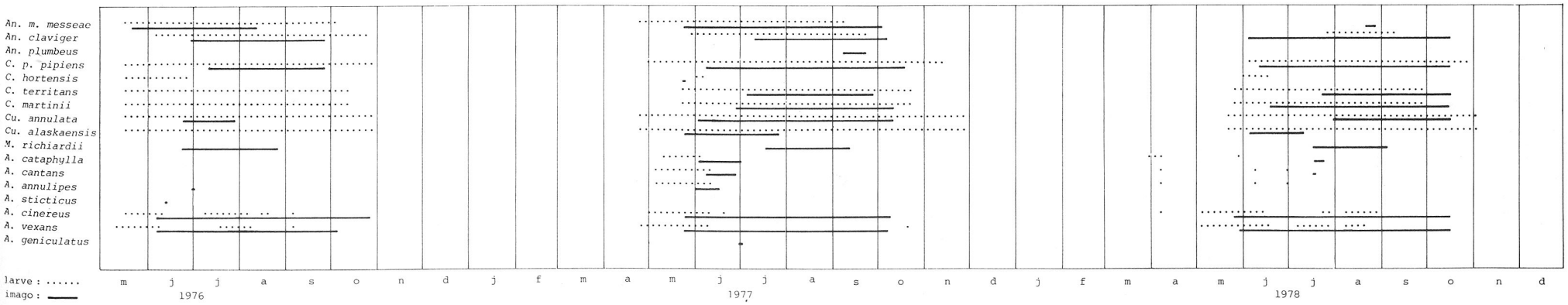


Fig. 20: Distribution temporelle des espèces culicidiennes dans la région de Pramagnon.

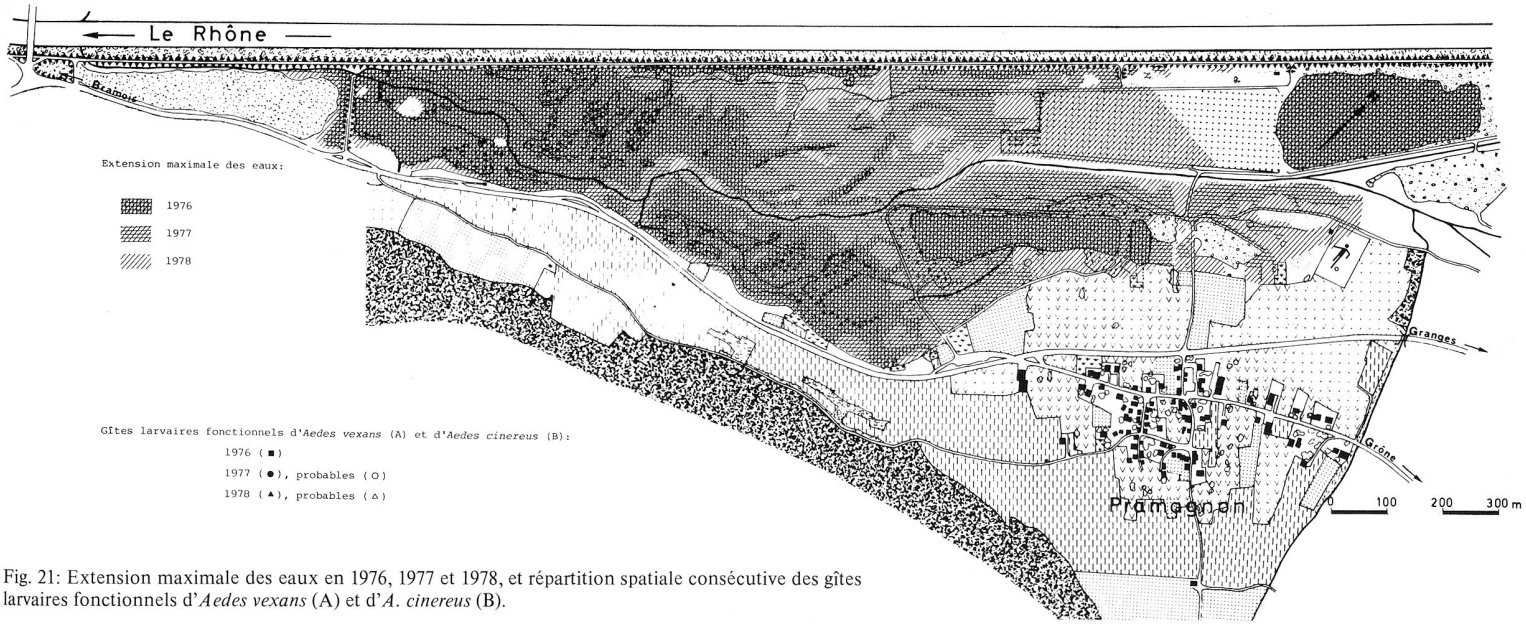
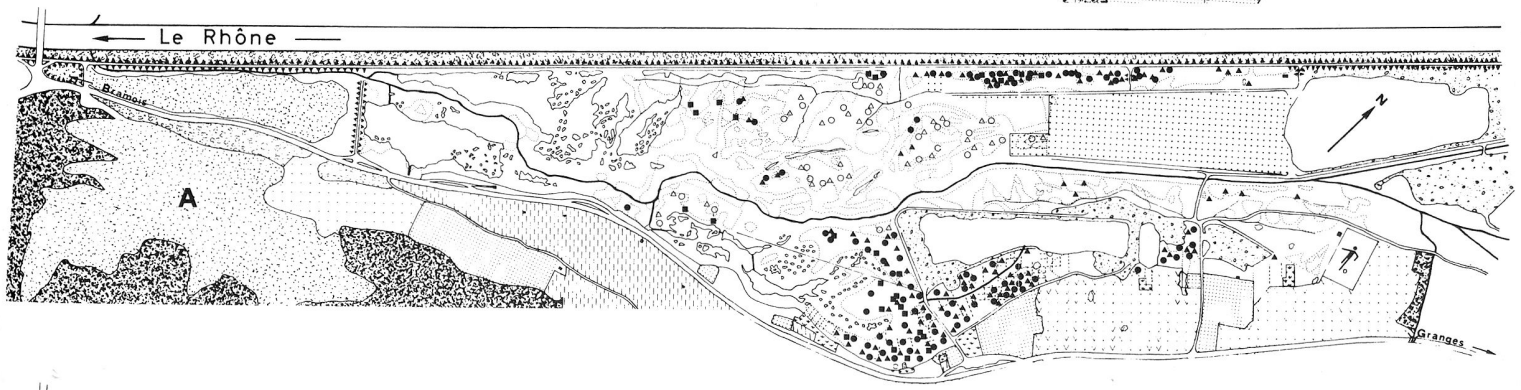


Fig. 21: Extension maximale des eaux en 1976, 1977 et 1978, et répartition spatiale consécutive des gîtes larvaires fonctionnels d'*Aedes vexans* (A) et d'*A. cinereus* (B).



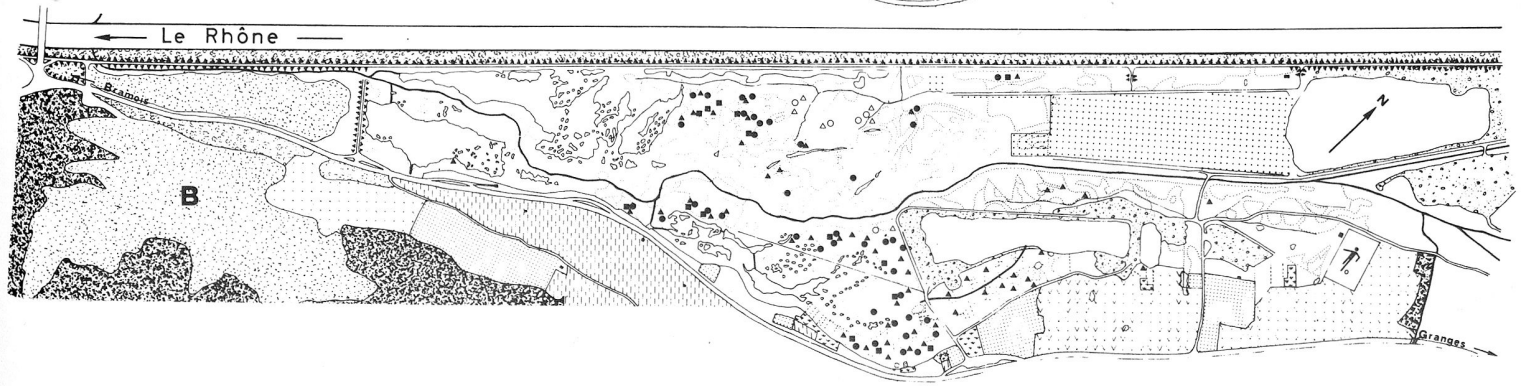
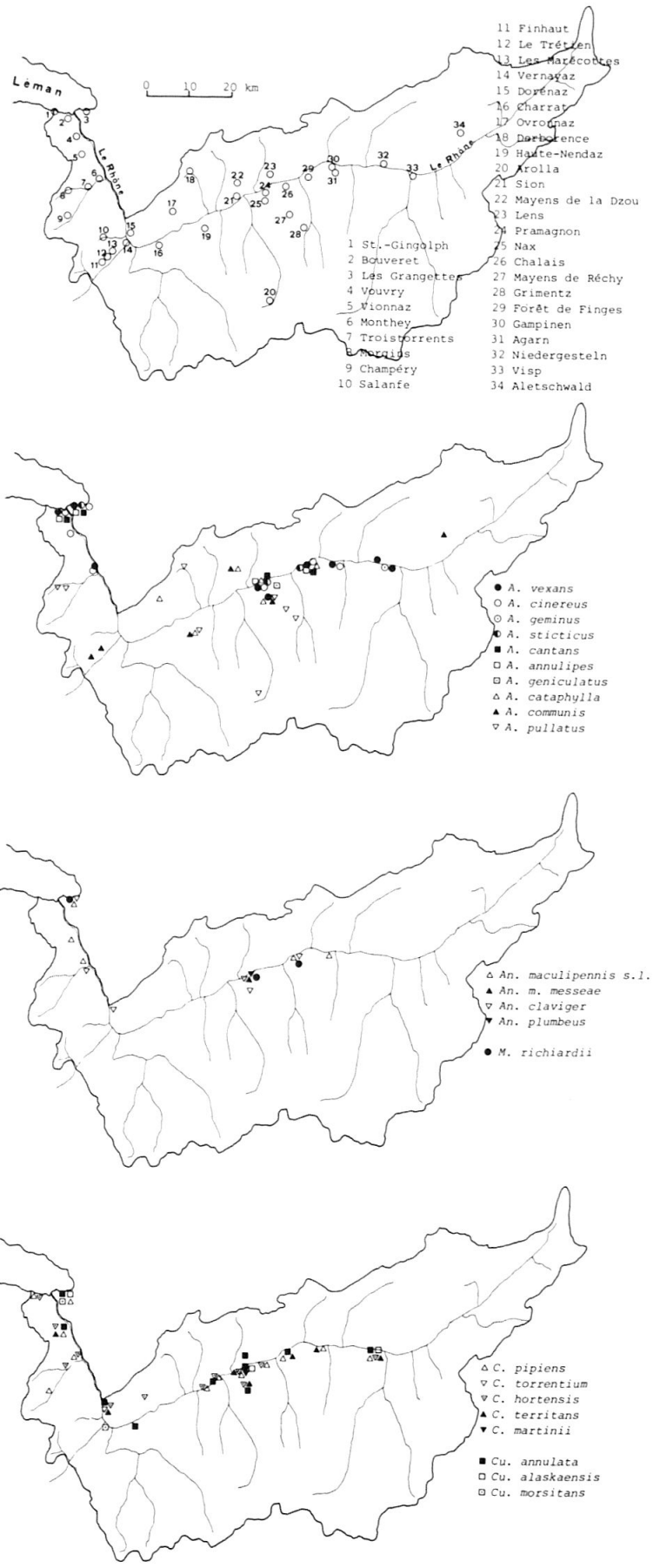


Fig. 22: Localisation des espèces culicidiennes en Valais et dans la plaine du Rhône.



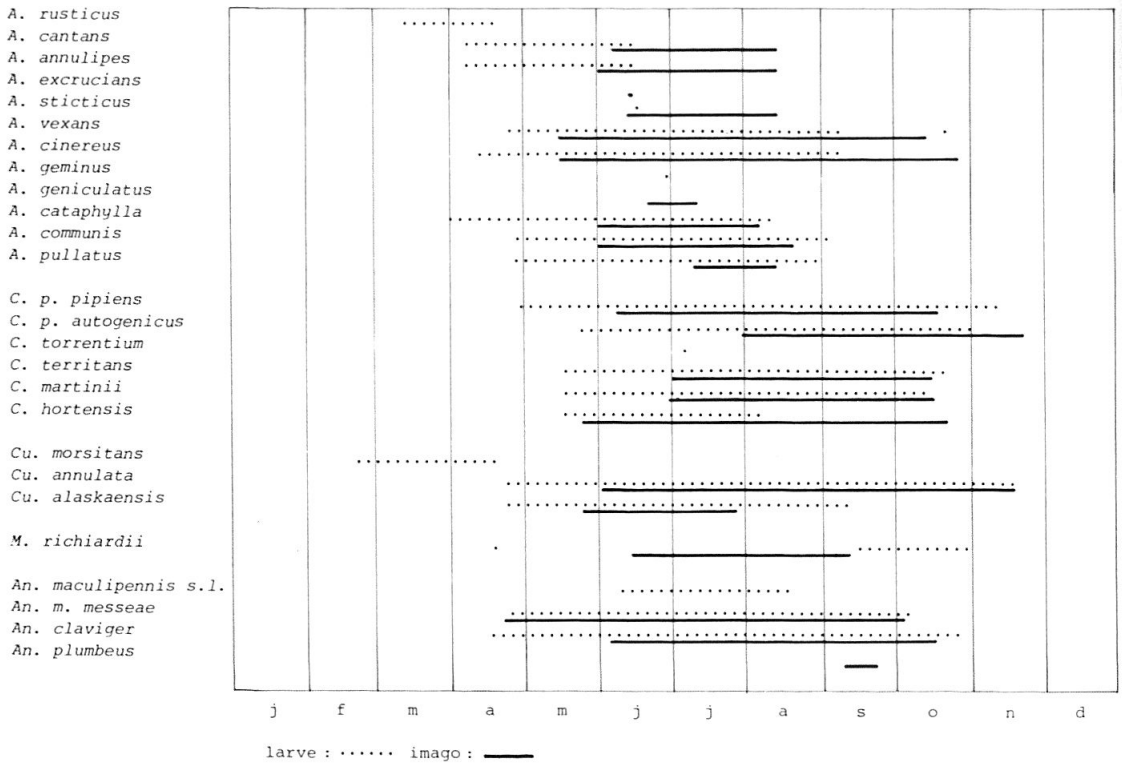


Fig. 23: Distribution temporelle des espèces culicidiennes, observées pendant la période 1976–1978 en Valais, aux Grangettes (VD) et à Portalban (FR).

Fig. 24: Echantillonnage larvo-nymphal des espèces culicidiennes à Haute-Nendaz (L'Ouché, 1704 m) le 21 juin 1978. L'échantillon contient 254 L4 d'*Aedes cataphylla,* 37 L4 d'*A. communis* et 687 nymphes des deux espèces dans deux litres d'eau.

Fig. 25: Gîte larvaire d'*Aedes communis* et d'*A. cataphylla* dans un étang de montagne aux Mayens de la Dzou (Louché, 1490 m, 5 mai 1978).

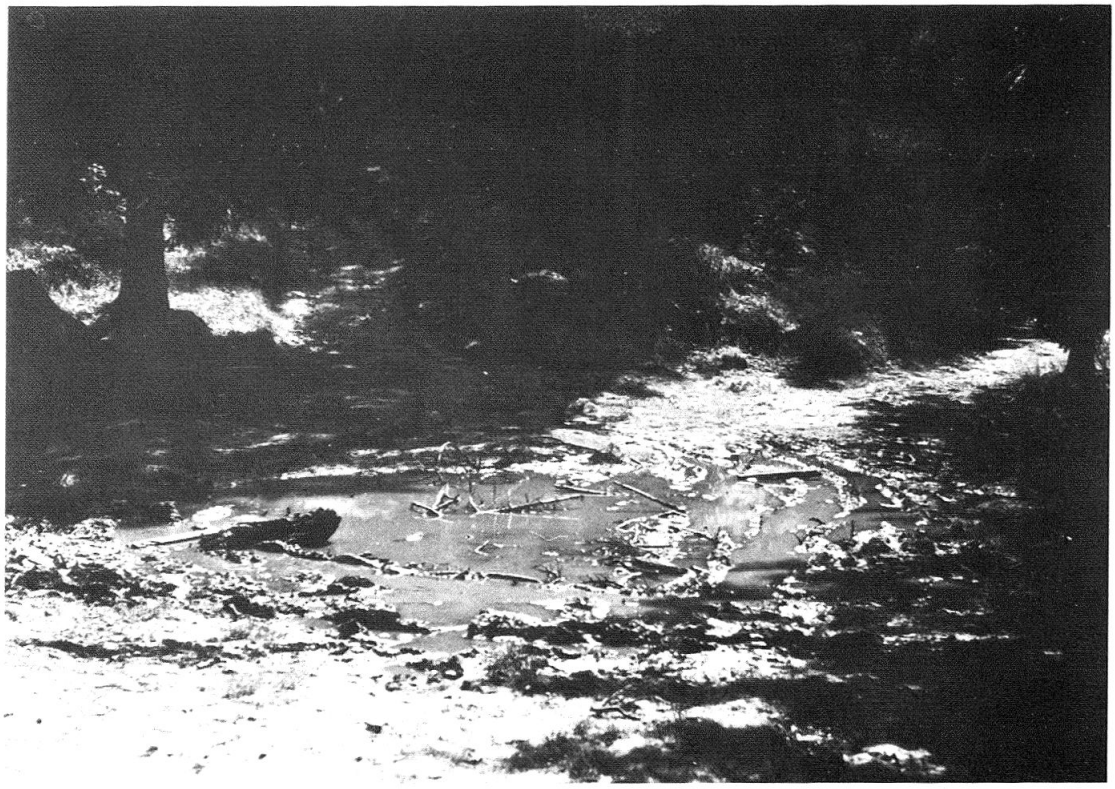


Fig. 26: Gîte larvaire d'*Aedes communis* et d'*A. pullatus* sur un chemin forestier à Haute-Nendaz (L'Ouché, 1680 m, 21 juin 1978).

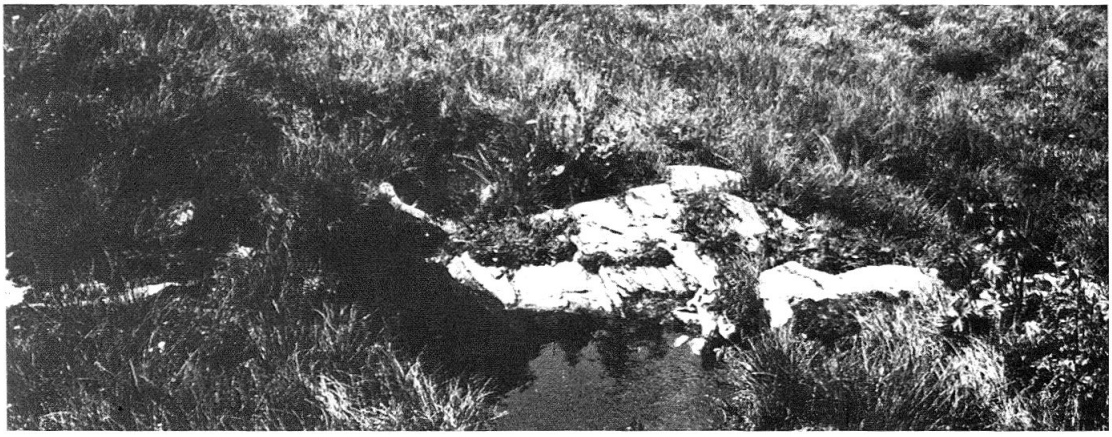


Fig. 27: Gîte larvaire d'*Aedes pullatus* dans une gouille sur sol rocailleux aux Mayens de Réchy (1970 m, août 1977).

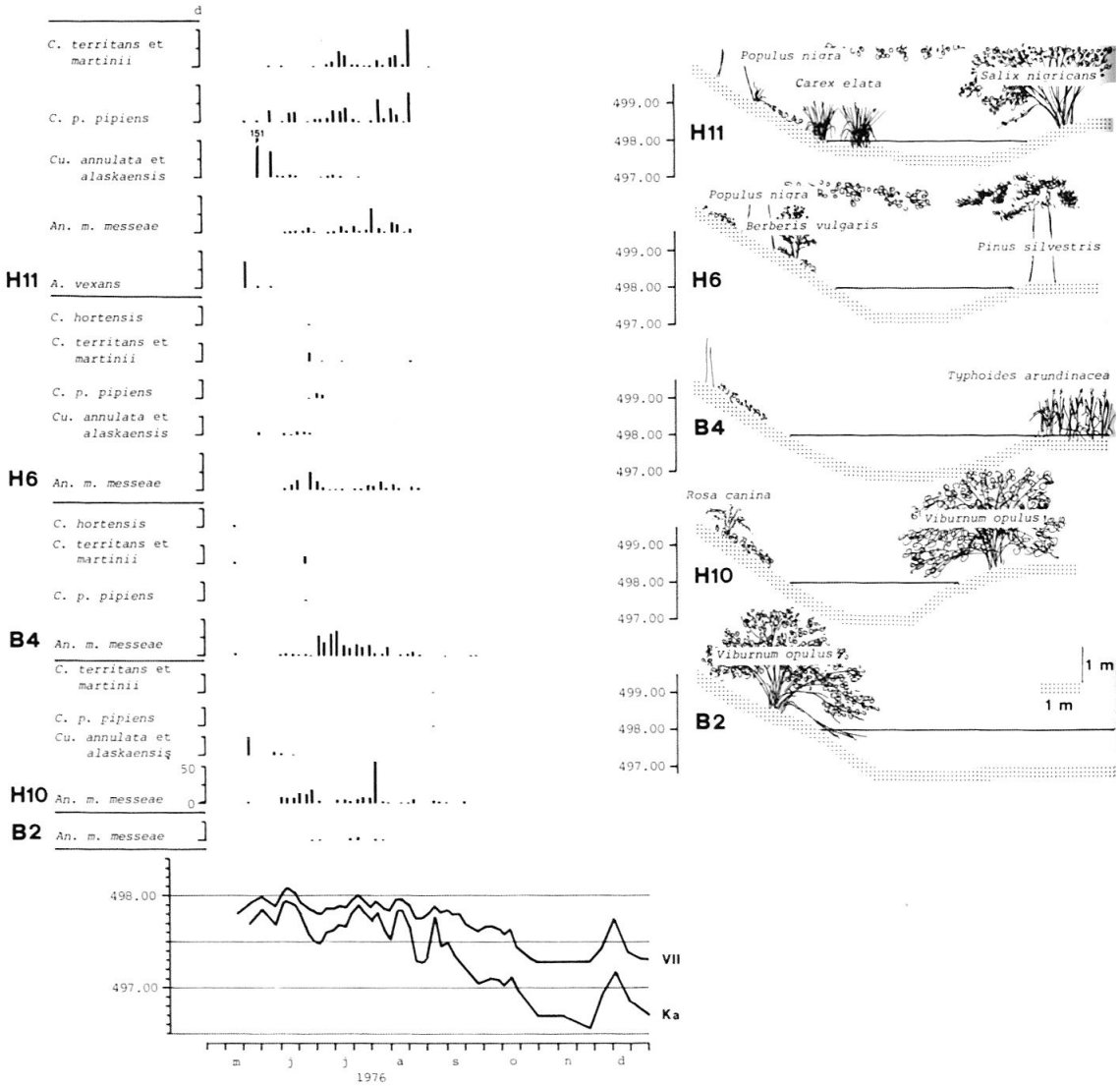


Fig. 28: Effectif larvo-nymphal (d) des espèces culicidiennes, profils topographique et végétal, et hydrodynamique (Ka et VII) des gîtes H11, H10, H6, B4 et B2. La densité L/litre s'obtient en divisant l'effectif par 6.

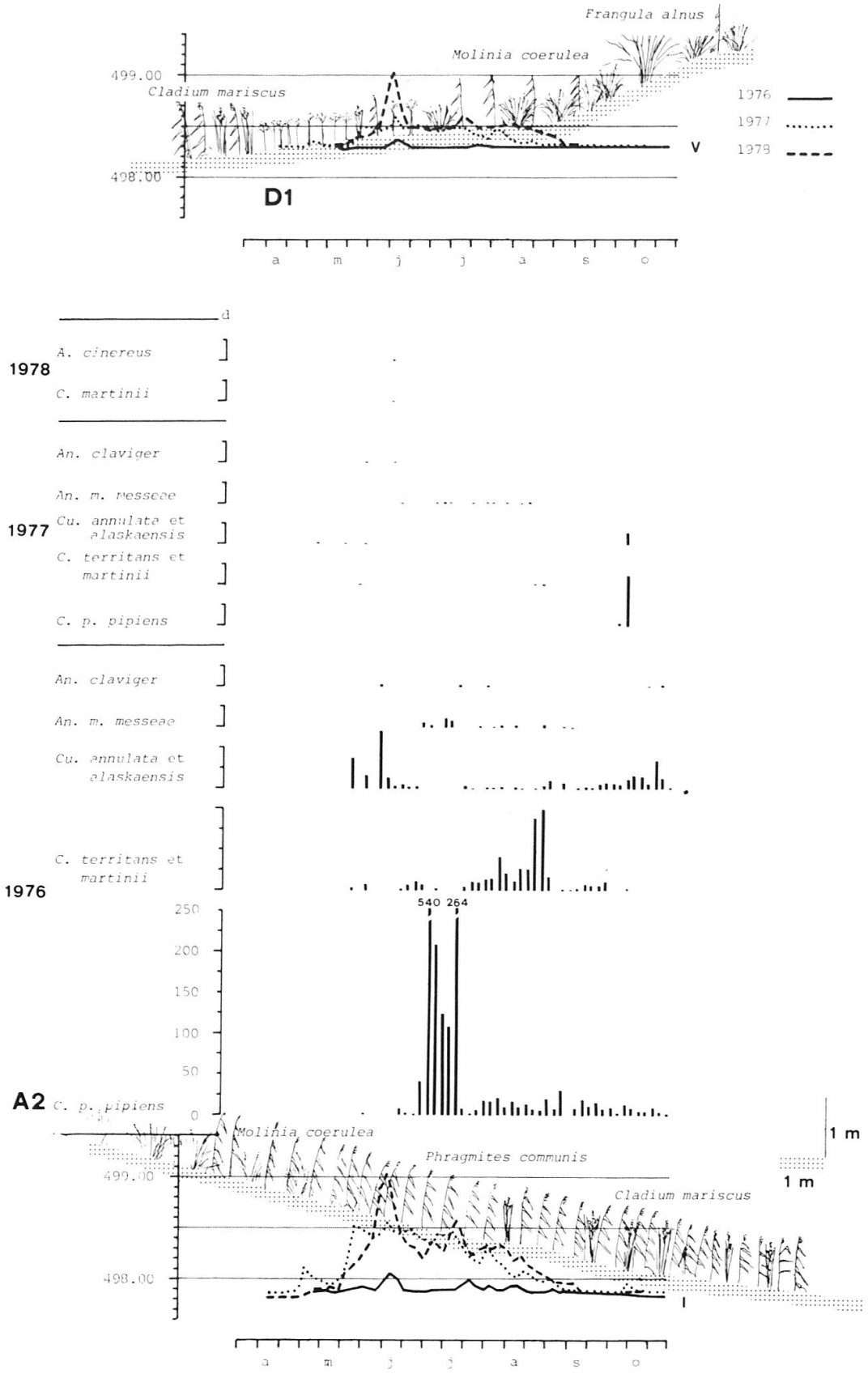


Fig. 29: Effectif larvo-nymphal (d) des espèces culicidiennes, profils topographique et végétal, et hydrodynamique (I et V) des gîtes A2 et D1. La densité L/litre s'obtient en divisant l'effectif par 6.

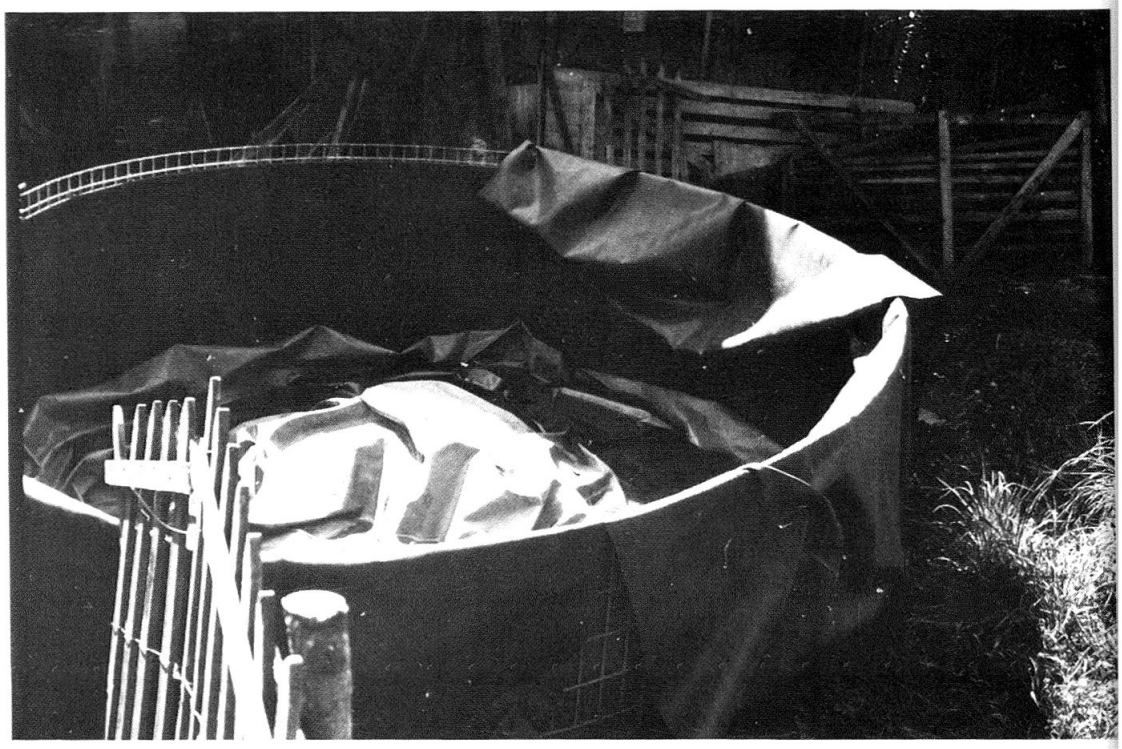


Fig. 30: Gîte larvaire de *Culex pipiens autogenicus* dans une bâche à silo à Champéry (1100 m, 23 mai 1976).

Fig. 31: Gîte larvaire de *Culex hortensis* dans des traces de véhicule à Ovronnaz (1370 m, 18 juillet 1976).

Fig. 32: Piège utilisé pour les recherches sur l'émergence des moustiques.

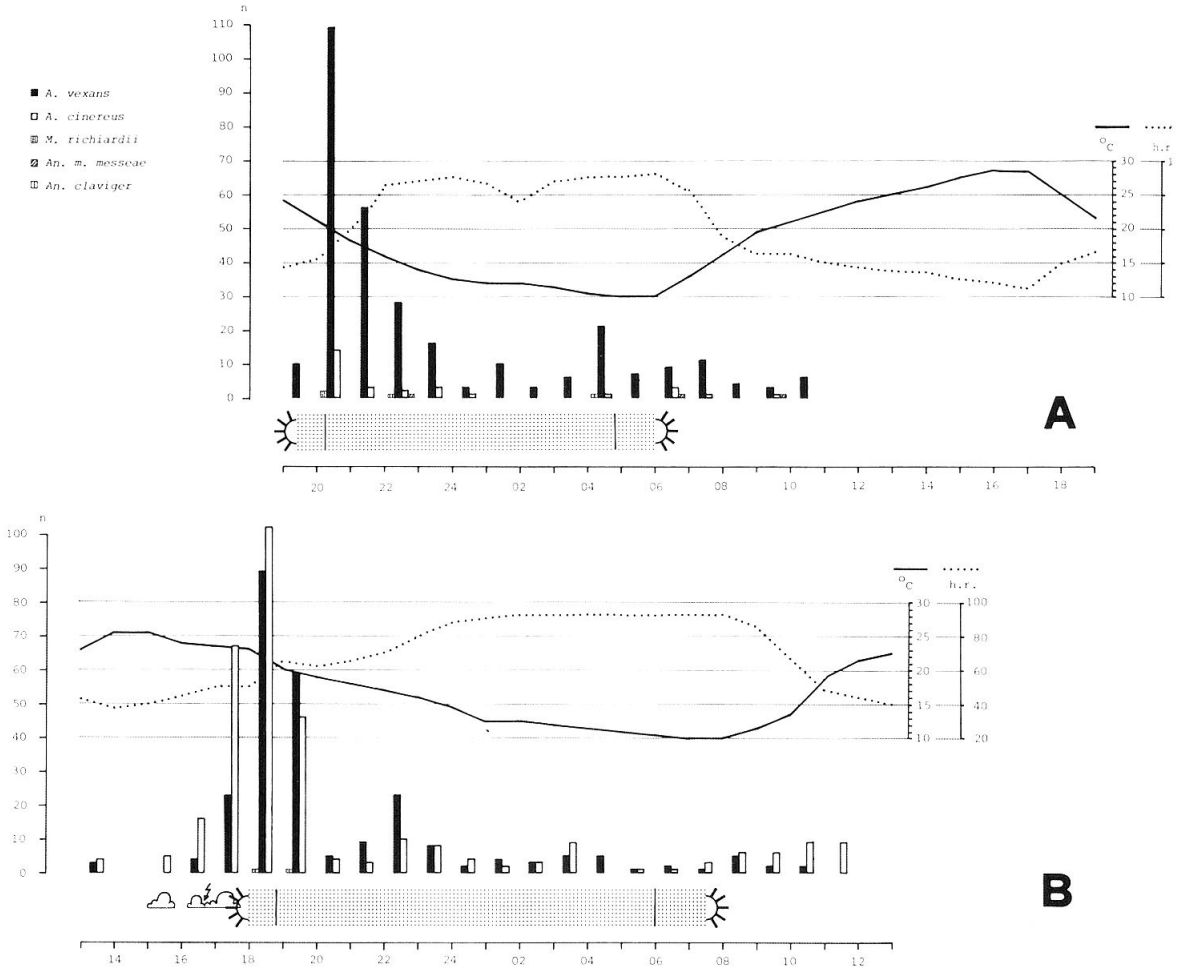
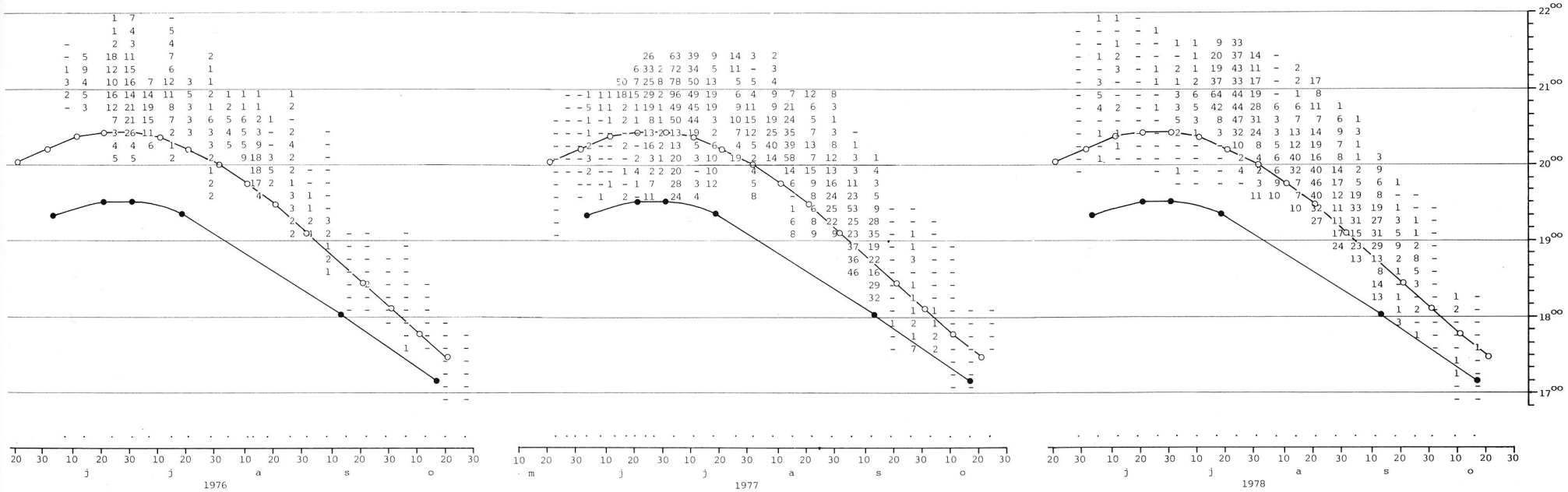


Fig. 33: Activité piqueuse nycthémérale (n: nombre de captures sur appât humain) mesurée à la station S1 les 19 et 20 juillet 1977 (A) et les 13 et 14 septembre 1977 (B). La barre verticale après le coucher ou avant le lever du soleil représente le coucher resp. le lever du soleil astronomique.



o coucher du soleil astronomique (Zurich)
● coucher du soleil à Pramagnon

Fig. 34: Activité piqueuse saisonnière d'*Aedes vexans* mesurée sur appât humain à la station H6 en 1976 et à la station S1 en 1977 et 1978.

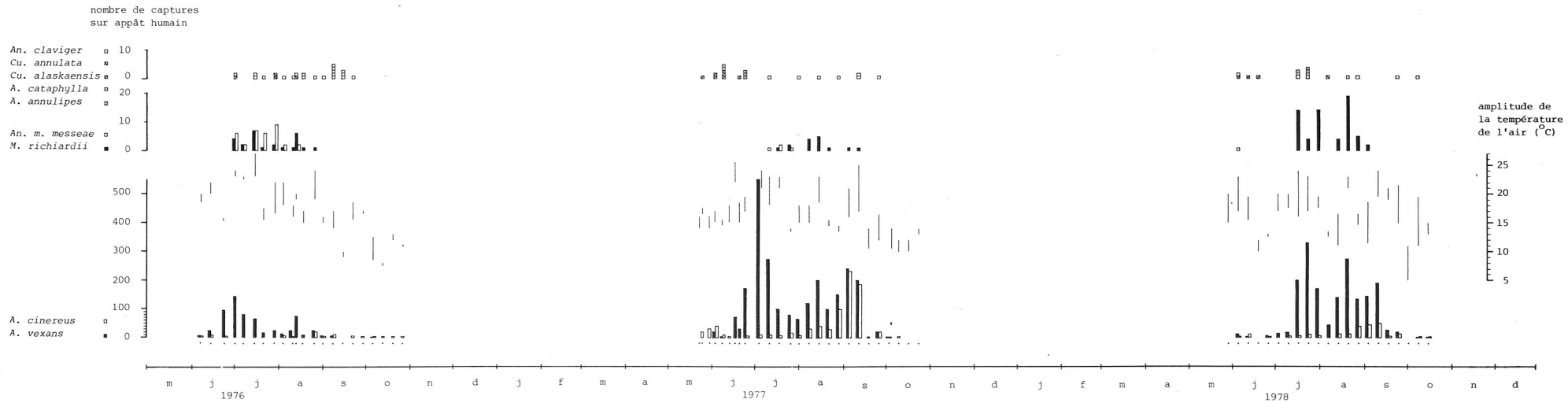


Fig. 35: Activité piqueuse saisonnière mesurée à la station H6 en 1976 et à la station S1 en 1977 et 1978, et amplitude de la température lors de la période de capture (2 h en général).

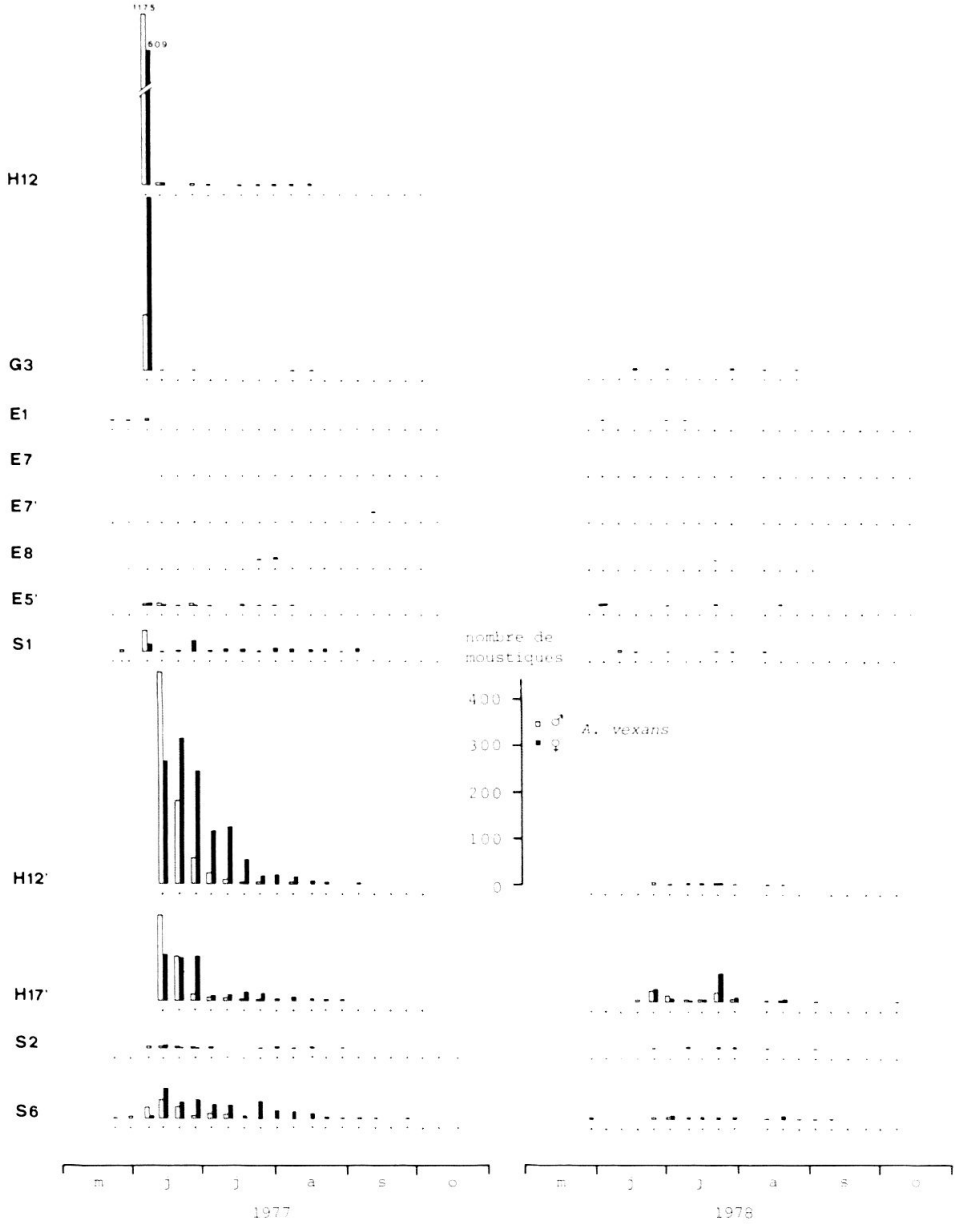
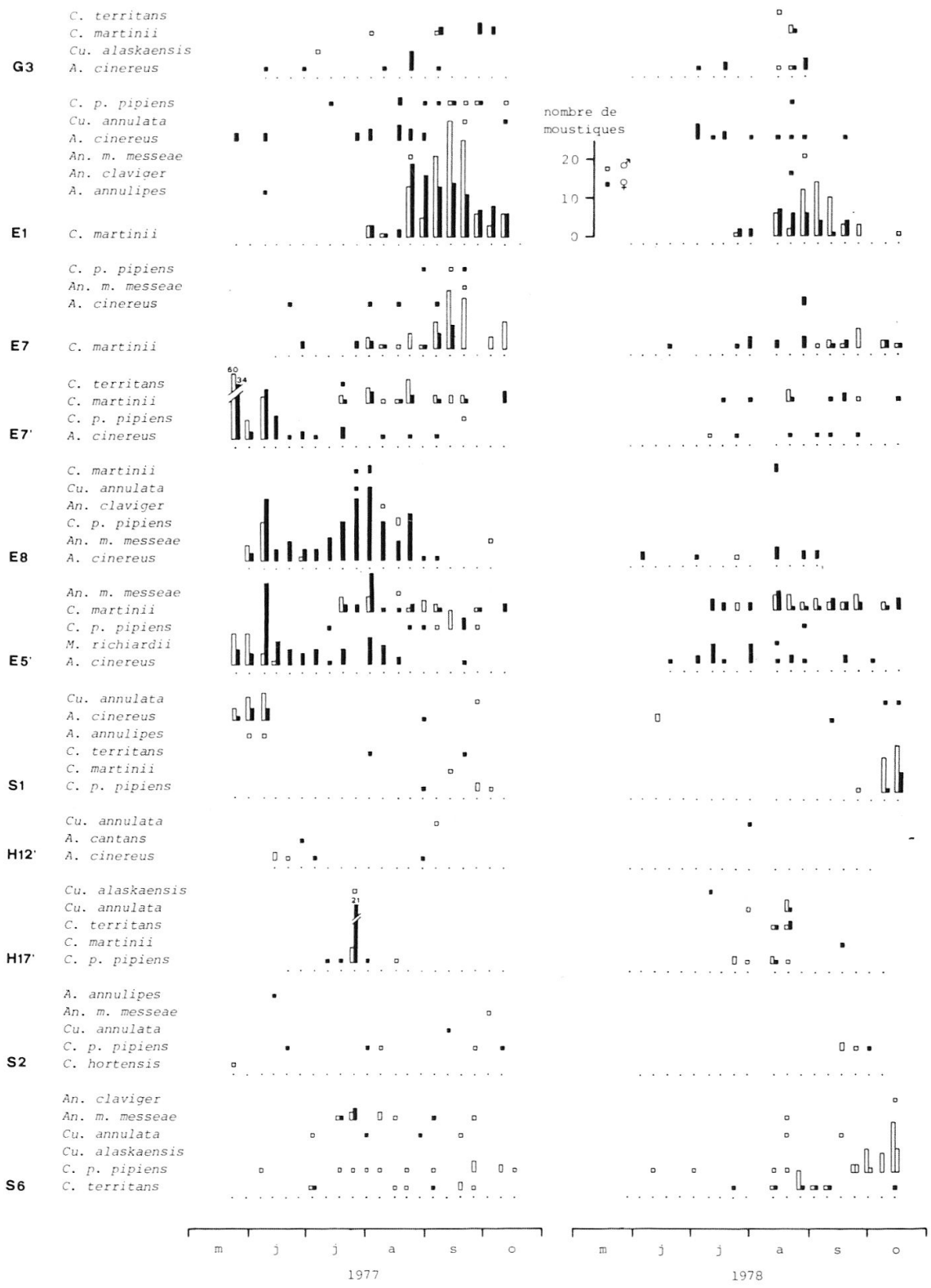


Fig. 36: Echantillonnages par aspirateur à dos dans différentes stations de la région de Pramagnon (emplacement voir fig. 5). A noter l'échelle des densités différentes entre *Aedes vexans* et les autres espèces culicidiennes.


G3
C. territans
C. martinii
Cu. alaskaensis
A. cinereus
E1
C. p. pipiens
Cu. annulata
A. cinereus
An. m. messeae
An. claviger
A. annulipes
C. martinii
E7
C. p. pipiens
An. m. messeae
A. cinereus
C. martinii
E7'
C. territans
C. martinii
C. p. pipiens
A. cinereus
E8
C. martinii
Cu. annulata
An. claviger
C. p. pipiens
An. m. messeae
A. cinereus
E5'
An. m. messeae
C. martinii
C. p. pipiens
M. richiardii
A. cinereus
S1
Cu. annulata
A. cinereus
A. annulipes
C. territans
C. martinii
C. p. pipiens
H12'
Cu. annulata
A. cantans
A. cinereus
H17'
Cu. alaskaensis
Cu. annulata
C. territans
C. martinii
C. p. pipiens
S2
A. annulipes
An. m. messeae
Cu. annulata
C. p. pipiens
C. hortensis
S6
An. claviger
An. m. messeae
Cu. annulata
Cu. alaskaensis
C. p. pipiens
C. territans
nombre de moustiques
20
10
0
♂
♀
60
34
21
m
j
j
a
s
o
1977
1978

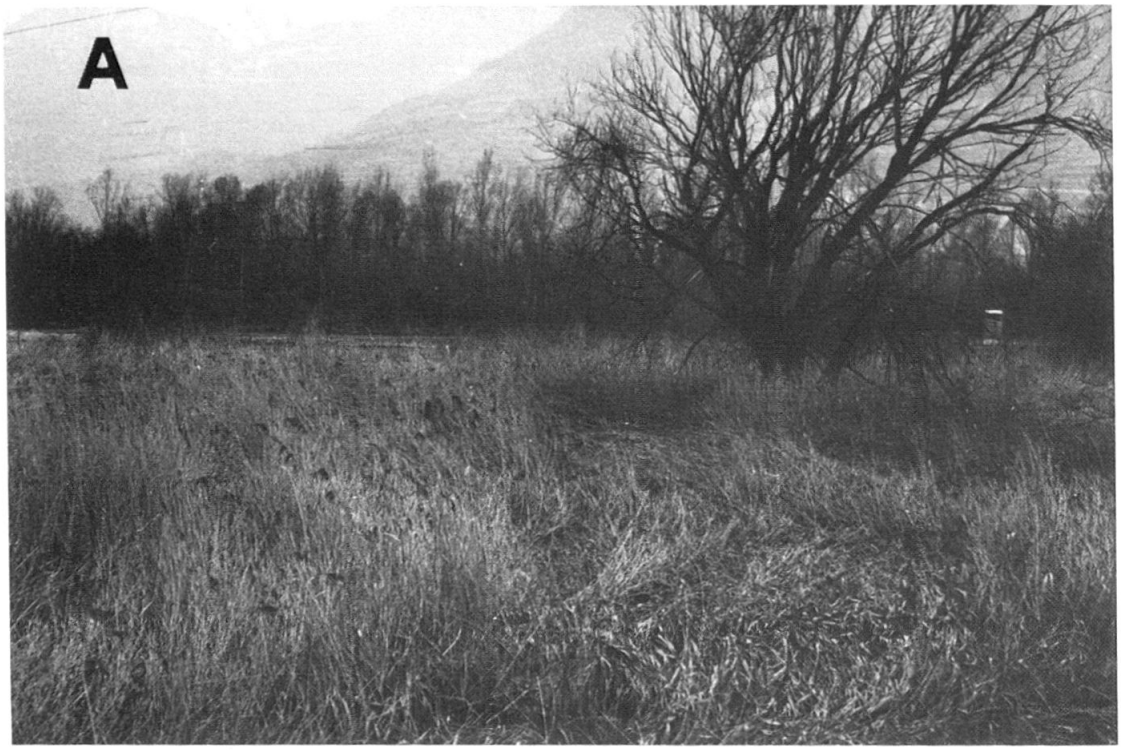
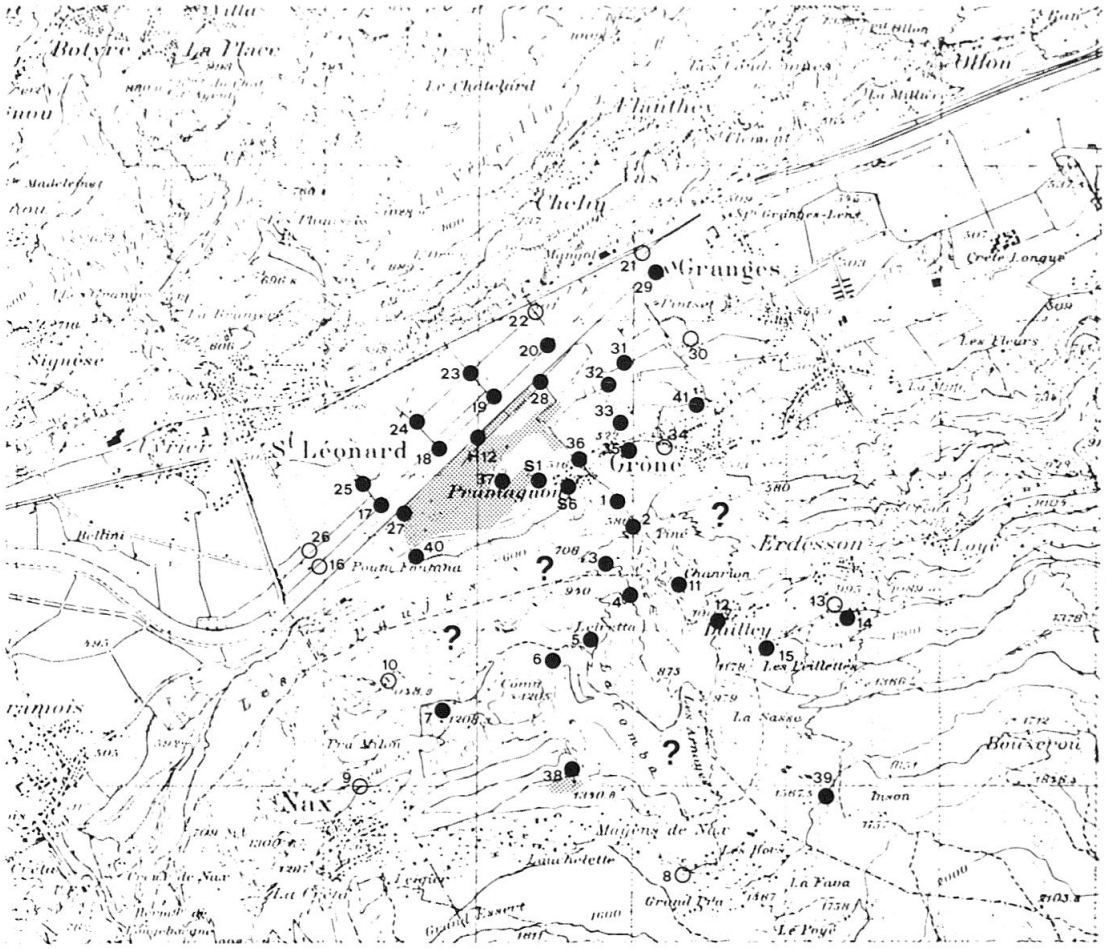


Fig. 37: Gîte G3 avant (A, mi-mars 1978) et après (B, 11 septembre 1978) creusage (début septembre 1978).



● échantillonnages positifs d'*Aedes vexans*

○ échantillonnages négatifs d'*Aedes vexans*

Gîtes larvaires potentiels d'*Aedes vexans*

? zone non échantillonnée

Fig. 38: Emplacement des échantillonnages itinérants concernant *Aedes vexans*. Extrait de la CN 1:50000, feuille 273, Montana. Reproduit avec l'autorisation du Service topographique fédéral du 30.4.79.

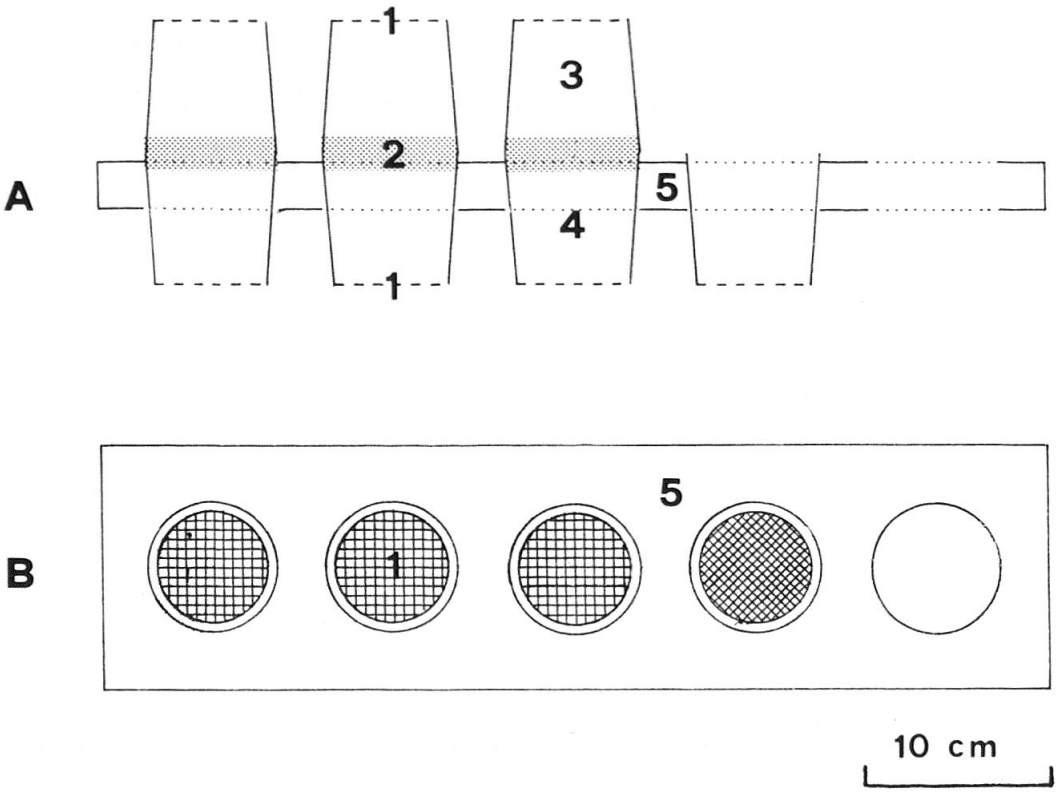


Fig. 39: Unité de flottaison (A: coupe latérale; B: vue supérieure; 1: tissu organdi; 2: ruban adhésif; 3 et 4: gobelets de yoghurt supérieur resp. inférieur; 5: support en sagex).

Fig. 40: Unités de flottaison *in situ* à Portalban (FR).

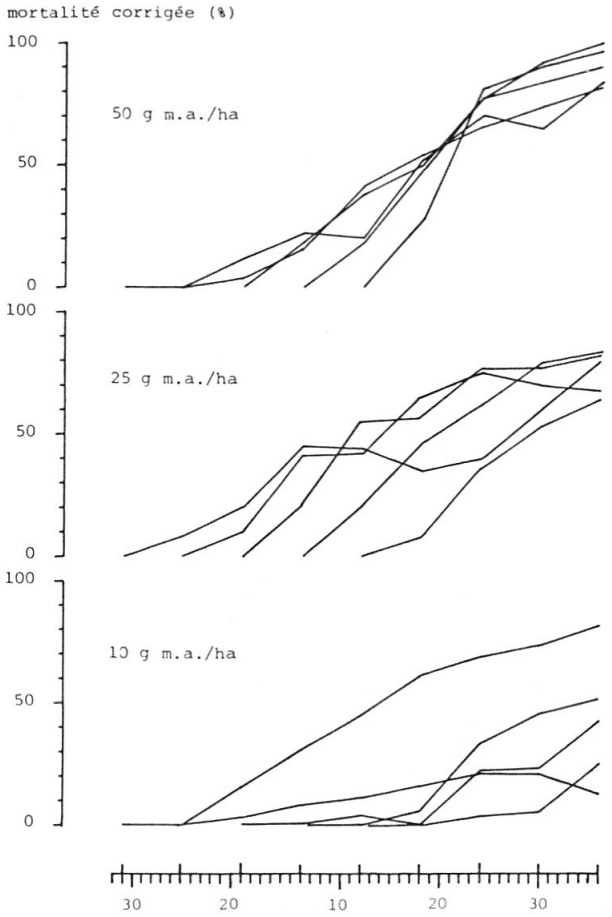


Fig. 41: Efficacité du diflubenzuron aux doses de 10, 25 et 50g m.a./ha mesurée sur des larves de *Culiseta morsitans* à Portalban (FR) (flèche: date de traitement).

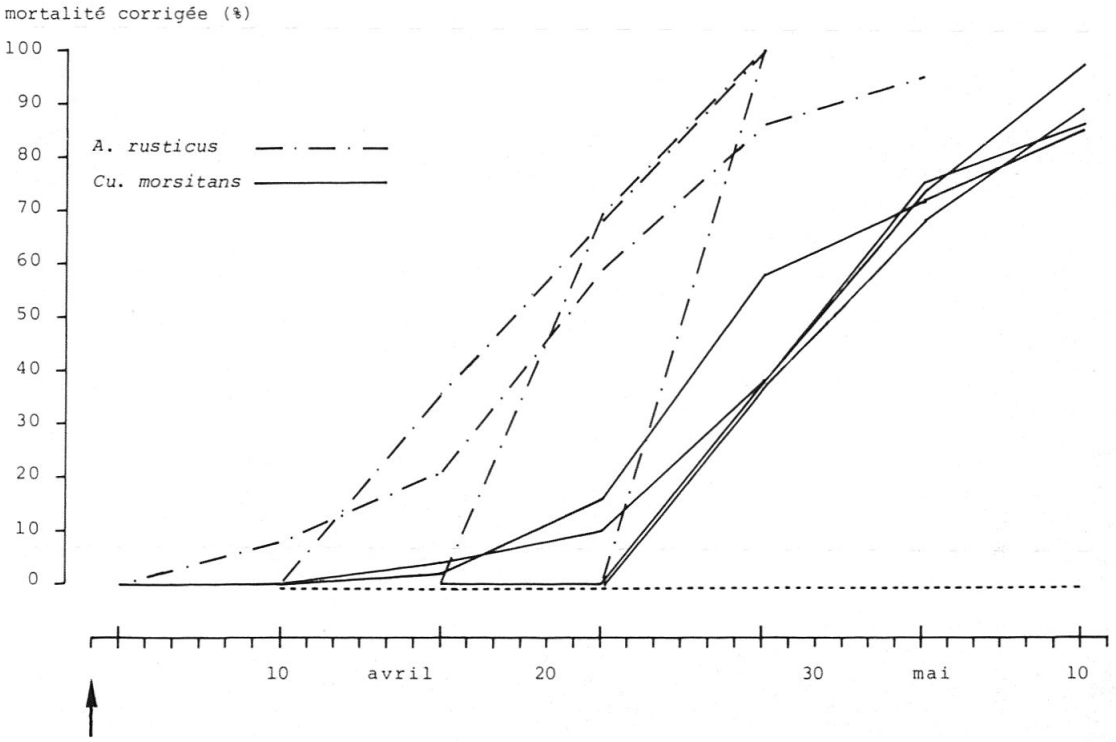


Fig. 42: Efficacité du diflubenzuron à la dose de 50 g m.a./ha mesurée sur des L4 d'*Aedes rusticus* et de *Culiseta morsitans* à St. Martin-de-Bavel (Ain/France) (trait pointillé: activité résiduelle du produit après 6 jours).

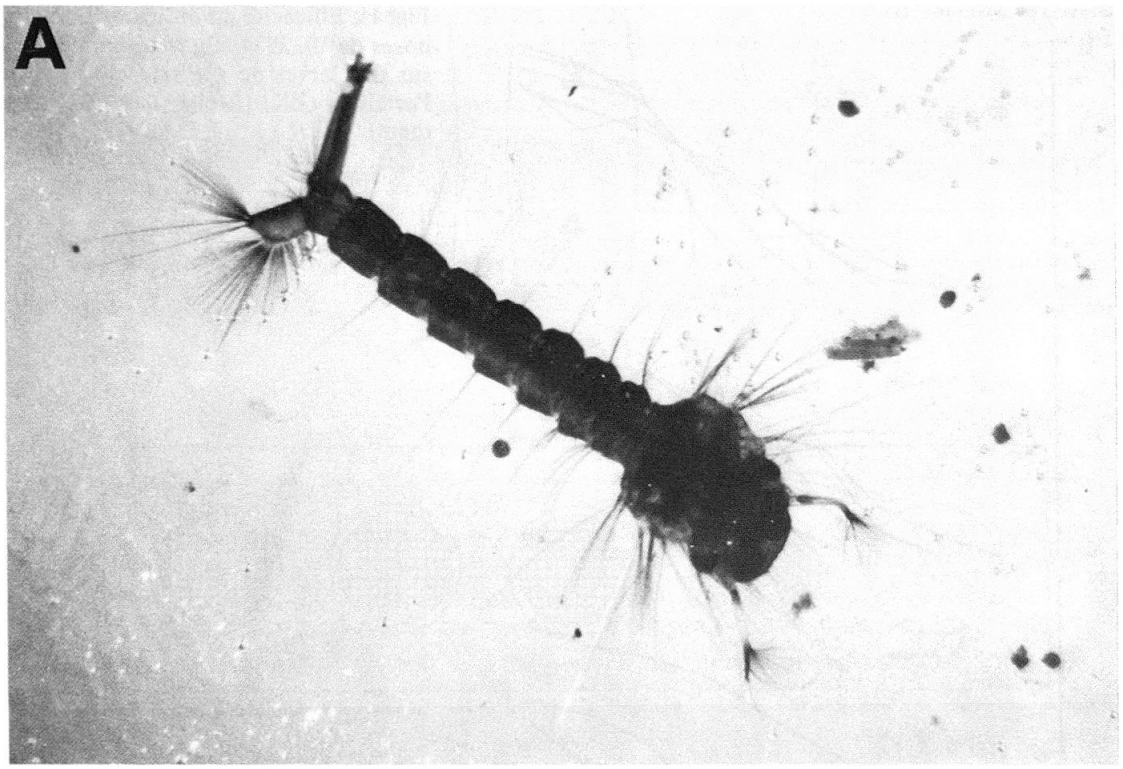
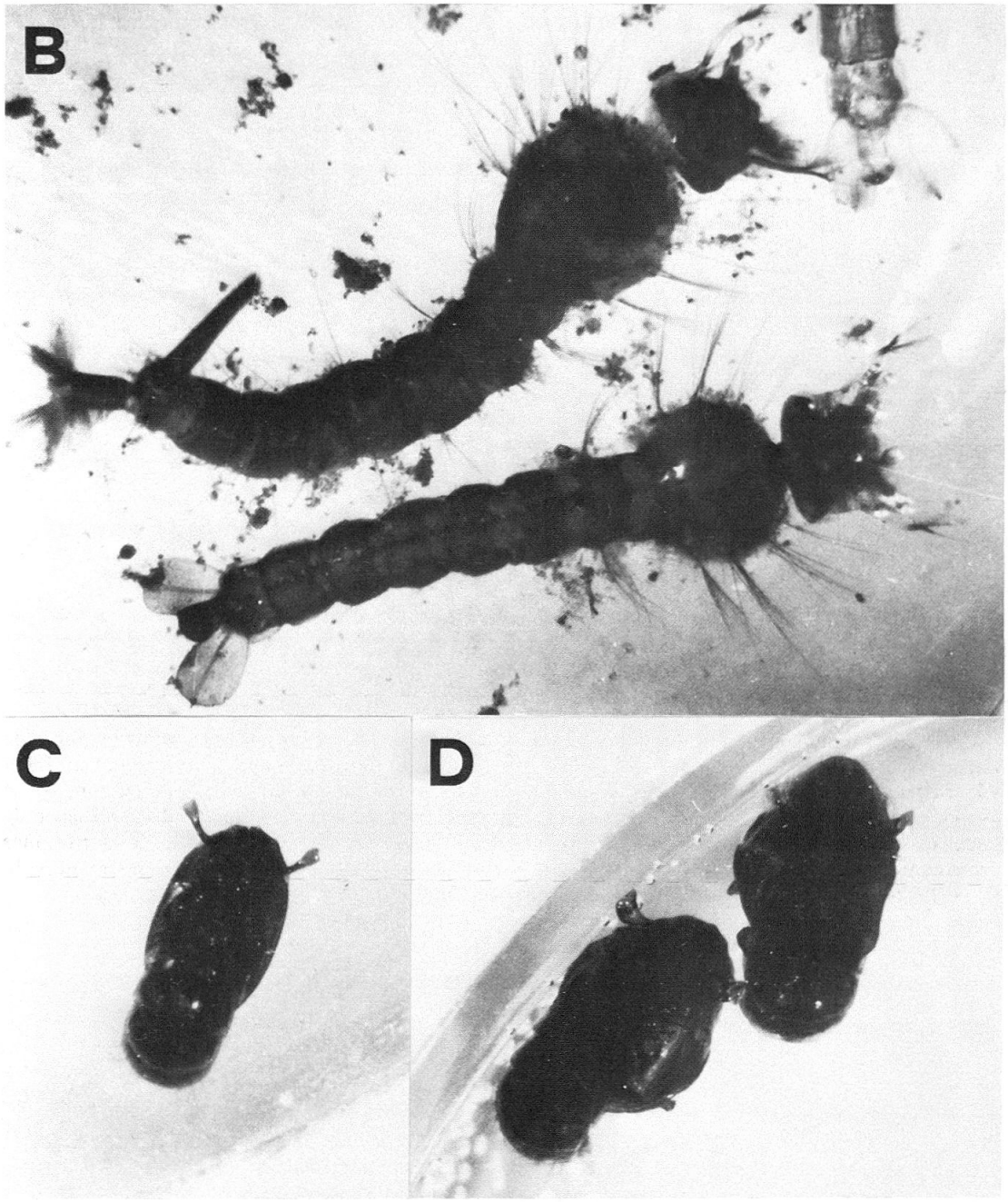


Fig. 43: Effets tératogènes du diflubenzuron à la dose de 50 g m.a./ha sur les larves et les nymphes de *Culiseta morsitans*. Le traitement a eu lieu le 3 avril 1978 à St. Martin-de-Bavel (Ain/France) sur L3 et L4; les prélèvements ont eu lieu le 4 mai 1978. A: L4 saine provenant de la parcelle témoin; B: L4 moribondes provenant de la parcelle traitée; à remarquer la mue nymphale incomplète: présence de rames caudales nymphales chez la larve; C: nymphe saine provenant de la parcelle témoin; D: nymphes vivantes provenant de la parcelle traitée, avec déformations des ébauches alaires (agrandissement A, B, C, D: 163 fois). Les photographies ont été réalisées par Ch. Rey.


B
C
D

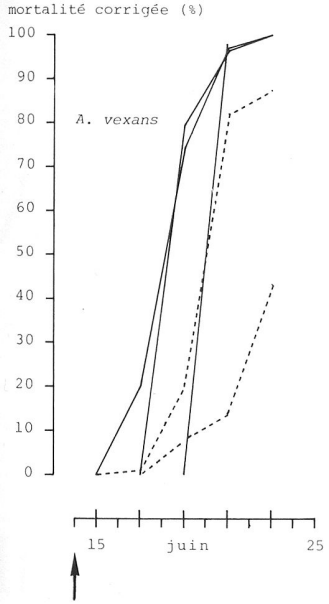


Fig. 44: Efficacité du diflubenzuron à la dose de 50g m.a./ha sur des L4 d'*Aedes vexans* à Pramagnon (VS) (traits pointillés: activité résiduelle du produit après 1 et 3 jours).

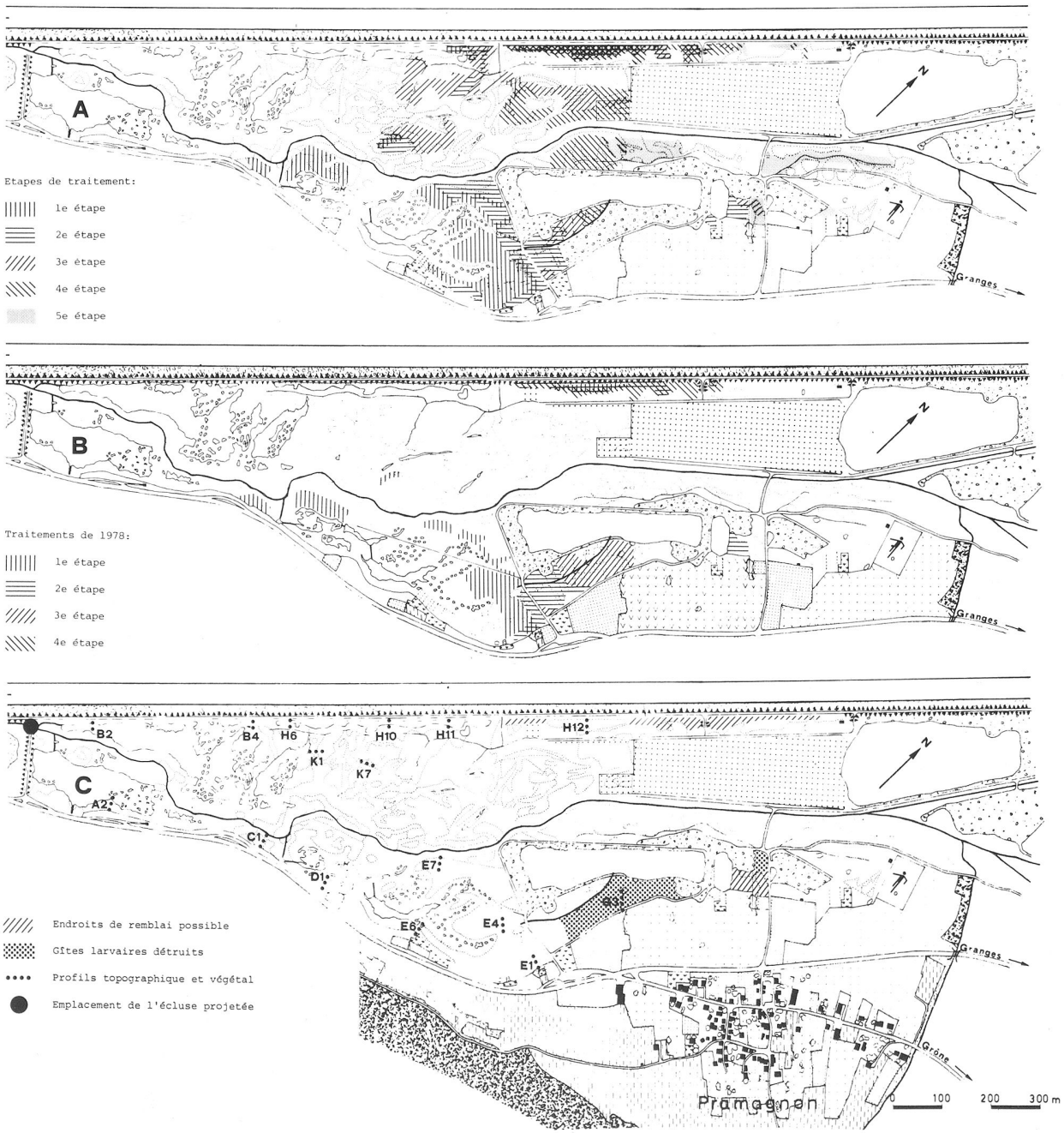


Fig. 45: Lutte contre les moustiques. A: étapes d'intervention larvicide suivant l'hydrodynamique de la réserve; B: intervention chimique en 1978; C: endroits de lutte possible par remblaiements.