ÉCOLOGIE DES TRICHOPTÈRES DE LA VALLÉE D'AURE (HAUTES-PYRÉNÉES)

par H. DÉCAMPS¹.

SOMMAIRE

Introduction.	400
I. — Les cours d'eau de la vallée d'Aure.	402
1. — Conditions générales.	402
2. — Les cours d'eau étudiés.	409
II. — Répartition écologique des Trichoptères de la vallée d'Aure.	422
1. — Analyse de la faune.	422
2. — Les espèces fondamentales.	426
3. — Affinité cénotique entre espèces fondamentales.	429
4. — Analyse des groupements.	437
5. — Signification des groupements envisagés.	475
6. — Les habitats d'eau courante.	482
7. — Conclusion.	486
III. — Les espèces de haute montagne.	488
1. — Affinité cénotique	489
2. — Les noyaux d'affinité.	493
3. — Facteurs extrinsèques de la répartition des Trichoptères en haute montagne.	495
4. — Facteurs intrinsèques.	506
5. — Localisation des noyaux d'affinité en deux vallons de haute montagne.	510
IV. — Cycles biologiques et évolution saisonnière de la faune.	516
1. — Cycles biologiques de quelques espèces	516
2. — Évolution de la faune en deux stations de la vallée d'Aure.	538
Conclusion.	545
Annexe I : liste alphabétique des espèces citées	547
Annexe II : répertoire descriptif des stations prospectées	548

1. Ce mémoire constitue une partie d'une thèse présentée devant la Faculté des Sciences de Toulouse en vue d'obtenir le doctorat ès Sciences Naturelles.

INTRODUCTION

"Nothing can be done with the Trichoptera until methods of identifying the larvae have been worked out". C'est en ces termes que MACAN reflétait le sentiment général des écologistes d'eau courante en 1961. Les clés des ouvrages classiques visent surtout à la distinction des genres ou même des groupes de genres et la détermination directe d'une larve de Trichoptère n'est encore actuellement qu'une détermination approchée. Aussi toute étude écologique de ces larves doit-elle débiter par l'élevage de la quasi-totalité des espèces récoltées. Ceci oblige, dans un premier temps, à limiter les prospections dans une région relativement restreinte. La présence de deux laboratoires de terrain en vallée d'Aure m'a permis d'entreprendre cette étude dans un même bassin hydrographique des Pyrénées centrales.

La majorité des larves citées dans ce travail est à décrire ou à redécrire. Cette étude taxonomique fera l'objet de publications ultérieures. En dehors des larves très caractéristiques, il est en effet préférable de connaître, pour une région donnée, plusieurs espèces d'un même genre afin de publier des descriptions comparées. Pour l'écologiste, il importe moins de lire la description larvaire — aussi complète soit-elle —, de *Micrasema morosum* par exemple, que de connaître les caractères distinguant cette espèce des larves pyrénéennes voisines *M. longulum*, *M. minimum*, *M. moestum*, *M. vestitum* et *Oligoplectrum maculatum*. Les inévitables piétinements de ces travaux rendent souhaitables les publications d'études écologiques, même lorsqu'elles ont trait à des formes non encore décrites.

Par la grande variété de ses milieux aquatiques, la part importante des eaux de haute altitude dans l'alimentation du bassin et l'existence d'affluents de moyenne montagne, la vallée d'Aure offre un bon exemple de vallée des Pyrénées centrales. L'ordre des Trichoptères présente une valence écologique suffisamment large pour rendre compte des peuplements de stations situées entre 2 500 et 500 mètres d'altitude.

Les méthodes de mesure physico-chimiques communes aux hydrobiologistes toulousains ont été brièvement exposées dans un travail récent [BERTHÉLEMY 1966]. Les modifications suivantes ont été apportées ici. Pour la mesure du pH, les appareils colorimétriques (types Lovibond, Hach), mieux adaptés aux eaux très peu tamponnées du Massif de Néouvielle, ont été préférés aux appareils électriques. La malette Hach modèle DR - EL a été utilisée pour les mesures de dureté, d'alcalinité (résultats en ppm) et d'oxygène dissous (résultats en pourcentages par rapport à la saturation).

Les vitesses de courant, mesurées au moyen d'un micromoulinet Ott, sont exprimées suivant l'échelle de BERG [1948] :

- très rapide : $v > 100$ cm/s,
- rapide : $50 \text{ cm/s} < v < 100 \text{ cm/s}$,
- modéré : $25 \text{ cm/s} < v < 50 \text{ cm/s}$,
- lent : $10 \text{ cm/s} < v < 25 \text{ cm/s}$,
- très lent : $0 \text{ cm/s} < v < 10 \text{ cm/s}$.

La description générale de la vallée d'Aure et des affluents étudiés fait l'objet du premier chapitre.

Le chapitre II est consacré à la répartition écologique des Trichoptères de l'ensemble de la vallée d'Aure : les communautés [LEMÉE 1966] ont été réunies suivant leurs ressemblances faunistiques. Chaque groupement, défini à partir d' « espèces fondamentales », peut être caractérisé par ses composantes spécifiques d'une part, ses composantes écologiques d'autre part. Le rôle de ces dernières en tant que facteurs de la répartition est abordé pour les espèces de haute montagne dans le chapitre III. Les cycles biologiques de plusieurs espèces et l'évolution saisonnière de la faune trichoptérologique de deux stations de haute et de moyenne altitude sont traités dans le dernier chapitre de ce mémoire.

Les données particulières à chaque station (référence, localisation, prélèvements, mesures physico-chimiques) sont indiquées en annexe.

CHAPITRE I

LES COURS D'EAU DE LA VALLÉE D'AURE

Les prélèvements et les caractères physico-chimiques particuliers à chaque station sont donnés en annexe. Les indications de ce chapitre concernent les conditions générales (topographie, géologie, hydrographie) de la vallée d'Aure d'une part, les caractères des affluents étudiés d'autre part.

1. — CONDITIONS GÉNÉRALES

1.1. — Topographie, hydrographie (*fig. 1*).

La vallée d'Aure occupe une position centrale dans la chaîne pyrénéenne; elle forme la partie la plus occidentale du Bassin de la Garonne. A partir du pic de Troumouse (3 085 m), deux barrières en constituent les limites les plus élevées : la crête frontière au Sud avec les pics d'Arriouère (2 866 m), de Cauarère (2 901 m), de Batoua (3 034 m), de Guerreys (2 963 m), de l'Abeille (3 029 m), du grand Bachimale (3 174 m) et des Gourgs blancs (3 129 m); le massif de Néouvielle à l'Ouest avec les pics des Aiguillous (2 851 m), de Campbieil (3 173 m), Long (3 192 m), de Néouvielle (3 091 m), des Quatre-Termes (2 722 m) et de l'Arbizon (2 831 m). Les altitudes de ces crêtes sont rarement inférieures à 2 500 m; elles séparent la vallée d'Aure du rio Cinca en Espagne, des Gaves du bassin de l'Adour à l'Ouest. La limite Est avec le Luchonnais est nettement moins élevée; elle s'abaisse rapidement au-dessous de 2 000 m au Nord de la crête des Gourgs blancs.

Dans sa plus grande longueur, la vallée d'Aure est dirigée vers le Nord; son cours se divise en quatre parties.

1° L'alimentation de haute altitude. Plusieurs ensembles se rejoignent à Fabian (1 100 m) et contribuent à la formation de la Neste d'Aure :

— le bassin de l'Oule, orienté vers le Sud, avec les vallons de Merlans, de Bastan, de Port-Bieil et d'Estibère;

— le bassin d'Orédon, orienté vers l'Est, avec le plateau d'Aumar, les vallons de Cap-de-Long et d'Estaragne.

Les eaux de ces deux ensembles rejoignaient la Neste d'Aure par l'intermédiaire de la Neste de Couplan; l'écoulement a été profondément perturbé par la construction des barrages de l'Oule et d'Orédon.

FIG. 1. — La vallée d'Aure : réseau hydrographique, lignes de crête.

— Le troisième ensemble est composé des ruisseaux (ou Nestes) de Badet, de la Gela et de Saux; leur orientation générale est S.W.-N.E. Leur réunion forme la Neste d'Aragnouet jusqu'à Fabian.
 — Enfin, entre Fabian et Saint-Lary, la Neste d'Aure coule dans une vallée étroite. Elle reçoit les eaux issues de la crête frontière par les ruisseaux de Moudang, Lassas et Rioumajou.

2° La vallée s'élargit entre Saint-Lary et Arreau sur une quinzaine de kilomètres. La Neste d'Aure coule dans des alluvions fertiles; sa pente devient plus faible. Elle reçoit sur sa gauche les ruisseaux d'Espiaube et du Lavedan, sur sa droite le ruisseau

de la Mousquère et le plus important de ses affluents, la Neste du Louron.

3° La vallée, tout d'abord encaissée en aval d'Arreau, s'élargit après Sarrancolin. Les bassins affluents atteignent des altitudes plus modestes, sur la gauche ruisseaux d'Aspin, d'Espèrère et de Beyrède, sur la droite ruisseaux de Lastie, d'Ardengost et de Baricave.

4° La Neste d'Aure prend un cours Ouest-Est dans sa dernière partie entre le plateau de Lannemezan au Nord, l'avant-pays pyrénéen au Sud. Elle reçoit les eaux du Nistos sur sa droite et se jette dans la Garonne près de Montréjeau à 420 m d'altitude.

1.2. — Géologie.

Le noyau granitique et son auréole métamorphique occupent la partie Sud de la vallée (Massif de Néouvielle, Massif de Barroude). La Neste d'Aure coupe ensuite les différents terrains sédimentaires de la couverture nord-pyrénéenne. Le modelé glaciaire est particulièrement net dans le Massif de Néouvielle, avec de nombreux lacs installés en amont de verrous glaciaires troués par les déversoirs. A la forme en auge des vallons granitiques des hauts bassins de l'Oule et d'Orédon s'opposent les profondes entailles des terrains primaires des Nestes de Couplan, Badet, la Gela, Saux, Moudang et Rioumajou, avec des ruptures de pentes nombreuses aux contacts schiste-calcaire.

« Dans la moyenne vallée, aux terrains peu résistants, les formes sont plus molles, les surfaces presque horizontales sauf dans le Massif granitique de l'Arbizon. La pente de la rivière y est faible, mais les versants en auge dominant de leurs parois redressées les vallonements adoucis et les collines morainiques, ou pouys, qui bordent la Neste; quelques bancs de calcaire dévonien se signalent par la brutalité de leurs escarpements. Quant à l'étroit couloir du cours inférieur entaillé dans les roches dures, poudingues, calcaires, grès du Permo-Trias, calcaires urgoniens, il ne se dilate qu'à l'arrivée de courts torrents », [INGRAND 1961].

Dans son cours inférieur la Neste d'Aure coule enfin dans des nappes alluviales jusqu'à sa confluence avec la Garonne.

En plus de leur influence sur le chimisme de l'eau (cf. mesures en annexe), les terrains traversés jouent un rôle sur les débits des petits cours d'eau, notamment en haute montagne. D'après BARRÈRE [1952] les schistes se gorgent d'eau près de la surface du sol et la restituent peu à peu, entraînant une régularisation des débits en Estaragne. D'importantes infiltrations des eaux dans les lignes de fracture du granite du Néouvielle provoquent un déficit d'écoulement élevé (ruisseau de Cap-de-Long par exemple).

1.3. — Végétation. Climat. Régime hydrologique.

La végétation et le climat en vallée d'Aure ont été analysés d'une manière précise [GAUSSEN 1931, 1949, CHOUARD 1933, 1937 a, 1937 b, 1949 a, 1949 b, CASSAGNAU 1961].

Les différents étages de végétation traversés par les cours d'eau entre 2 500 et 500 m d'altitude ont de l'importance par les espèces qui se développent sur les rivages (feuillus, conifères, prairie). Les caractères de la végétation de bordure sont signalés dans la description de chaque affluent de la Neste d'Aure.

Deux conditions climatiques sont essentielles par leur influence directe sur les régimes hydrologiques.

1.3.1. — LES PRÉCIPITATIONS.

L'élévation en altitude entraîne une augmentation des précipitations (tableau I). Cependant les étages alpins présentent une sécheresse relative en été, due à une nébulosité plus importante au-dessous de 1 800 m, ainsi qu'à l'importante barrière aux vents d'Ouest formée par la crête Massif de Néouvielle-Arbizon [FAUCHER 1934].

En altitude, le régime des petits cours d'eau est très sensible aux précipitations d'été; dans un même bassin, ces dernières peuvent être très localisées (proximité des crêtes, orientation, altitude).

En aval d'Arreau (700 m) le caractère de front pyrénéen entraîne une humidité plus importante, sensible dans les petits bassins d'Ardengost, de Baricave, de Beyrède et du Nistos.

TABLEAU I. — Précipitations mensuelles (en mm) en différentes stations de la vallée d'Aure en 1961 (chiffres de l'Annuaire hydrologique de France).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	T
Oule (1 800 m)	169	66	3	106	178	63	57	67	90	89	113	74	1 075
Le Plan (1 320 m)	122	48	6	152	188	62	89	84	105	126	143	93	1 218
Fabian (1 105 m)	134	56	4	129	162	39	60	71	93	110	97	61	1 016
Maison Blanche													
(Rioumajou 1 020 m)	113	30	1	131	150	35	82	67	114	66	87	49	925
Eget (1 015 m)	83	41	0	120	149	36	63	68	90	86	74	68	878
Guchen (820 m)	109	53	1	119	107	58	67	61	66	48	70	36	795

1.3.2. — L'ENNEIGEMENT.

Les premières chutes de neige peuvent apparaître dès la fin du mois d'août sur les sommets. A partir du mois de novembre et surtout en décembre et janvier, les chutes les plus importantes tombent au-dessus de 1 000 m.

Le déneigement, assez variable suivant les versants et les années, débute en mars vers 1 000 m et se poursuit jusqu'en juin vers 2 300 m [CASSAGNAU 1961].

Des couches de deux mètres d'épaisseur ont été relevées aux bassins d'Aumar et de l'Oule. Cependant, « la densité de cette neige est faible et sa fonte trop rapide; de plus, la sécheresse de l'air, l'insolation et l'action du vent du Sud qui se comporte comme un foehn sont tels qu'on peut estimer à 25 % la part de l'évaporation » [INGRAND 1961].

1.3.3. — RÉGIME HYDROLOGIQUE (fig. 2).

Les cours d'eau des hauts massifs pyrénéens tel le Massif de Néouvielle, présentent un « régime nival de transition, avec maximum nival et pluvial en mai-juin, minima de plein hiver (froid et rétention nivale) et d'été (évaporation et précipitation réduite), recrudescence modérée d'automne » [PARDE 1953]. Les bassins affluents les plus élevés (sources au-dessus de 2 000 m) subissent

FIG. 2. — Régimes hydrologiques en vallée d'Aure. Trait épais : débits mensuels moyens de la Neste d'Aure à Sarrancolin pour un bassin versant de 606 km² (moyennes des débits naturels reconstitués 1923-1939). Trait fin : bassin de Fabian (70,2 km²) : moyennes 1930-1953. Tirets : bassin de l'Oule (28,2 km²), moyennes 1930-1953. Pointillés : bassin d'Orédon (30,2 km²), moyennes 1930-1953 (d'après les données d'INGRAND 1961).

l'influence nivale avec des étiages sévères en janvier, février, mars et avril, suivis d'une augmentation des débits d'avril à mai et d'une crue en juin; la recrudescence d'automne est généralement faible. Dans les affluents de la basse Neste — Ardengost, Baricave, Espérère, Goutte, Beyrède, Nistos — le maximum est observé en mai, le minimum d'août est bien marqué et les crues d'automne plus nettes.

Le régime nival des ruisseaux froids de haute montagne (Cap-de-Long, Estaragne, Badet, Gela...) est déterminé par l'altitude et la neige plus que par les glaciers très réduits (Pays Baché pour Cap-de-Long), [DURAND 1961].

1.4. — L'activité de l'homme.

Depuis la construction du canal de la Neste en 1862, l'aménagement hydro-électrique de la vallée d'Aure a profondément perturbé les conditions de vie dans la rivière elle-même et dans plusieurs de ses affluents (*fig. 3*).

Les barrages de retenue des eaux en haute altitude, — Orédon (en 1880), Callauas (1898), Aumar (1902), Cap-de-Long (1909, surélevé en 1953), Aubert (1932), Oule (1954) — provoquent des transformations de débit importantes dans trois secteurs :

— la Neste de Couplan : la rivière est alimentée par les sources d'Artigusse (7.1) et ne reçoit plus les eaux de haute altitude, détournées sur la centrale d'Eget. Les déversements artificiels d'Orédon et de l'Oule ne perturbent pas fortement les débits actuels et il s'est créé un nouvel équilibre avec une faune riche aux stations 7.1, 7.2 et 7.3.

— la Neste du Louron : le lit est fréquemment bouleversé par les lâchages des eaux d'amont. Une faune, en certains endroits assez riche, s'y maintient cependant.

— la Neste d'Aure : la faune est pauvre sur tout le cours de la rivière. Seule la partie inférieure (station 26.5) abrite des espèces nombreuses et variées. L'influence humaine n'est sans doute pas seule en cause pour expliquer cette pauvreté due en partie à l'effet naturel des crues de printemps qui remanient le substrat et interdisent l'établissement d'une couverture biologique. Les prises d'eau et conduites forcées (*fig. 3*) appauvrissent les débits de plusieurs affluents : Neste de Couplan, Neste d'Aragnouet, Neste de Louron et parties inférieures des ruisseaux de la Gela, Saux, Moudang, Rioumajou, Espiaube et Lavedan. Enfin, à Sarrancolin, le canal de la Neste prélève 7 m³/s à la Neste d'Aure pour l'irrigation des coteaux de Gascogne.

Les transformations des peuplements d'invertébrés sont difficiles à interpréter en l'absence d'observations antérieures aux

FIG. 3. — Influences humaines sur les cours d'eau de la vallée d'Aure (d'après un schéma E.D.F.).

constructions des barrages et prises d'eau. Les effets sont multiples, parfois contradictoires.

— La régularisation des débits naturels, en particulier la diminution des crues dévastatrices de printemps, permet le maintien d'une faune plus riche et plus abondante — notamment dans la Neste de Couplan.

— Les crues artificielles d'été ont un effet inverse, d'autant plus grave par l'époque inhabituelle à laquelle elles ont lieu. Aucun équilibre ne peut s'instaurer et la faune est pauvre : Neste d'Aure entre Eget et Sarrancolin.

— L'intensité de certains prélèvements de débit laisse les torrents très fortement diminués : Rioumajou en aval de Maison Blanche,

Espiaube dans sa partie inférieure. Les espèces rhéophiles (*Rhyacophila*, *Hydropsyche*), qui avaient résisté aux lâchages d'eau de l'amont, sont alors gênées par le manque de courant.

A ces influences directes sur les débits doivent être ajoutés les exploitations forestières de plusieurs bassins de basse altitude (Ardengost, Barricave, Nistos) et les déversements des villages traversés.

Les stations de prospection ont été choisies, autant que possible, hors des zones d'action de l'homme. Ceci est aisé en haute altitude, beaucoup plus difficile en basse et moyenne montagne où seuls quelques affluents n'ont pas été aménagés. Les influences humaines sont indiquées dans les descriptions des affluents.

2. — LES COURS D'EAU ÉTUDIÉS

— Ruisseau de Merlans (stations 1.1 et 1.2).

Formé par la réunion de trois ruisseaux — Pichaley, Montarrouyet et Sabourès — dont les sources sont situées vers 2 200 m et les pentes voisines de 12 %. Entre 2 040 et 2 000 m, cours sinueux sur un plateau herbeux (pente 7 %) puis, chute rapide de 700 m jusqu'au lac de l'Oule à 1 819 m (pente 30 %). Direction générale N.E.-S.W. puis E.-W. Largeur 1 à 2 m; longueur totale 2,7 km.

Bassin versant : 5 km² environ.

Terrains traversés : schistes durs, calcaires et barégiennes du dinantien dans la partie supérieure. Les 700 derniers mètres traversent des schistes gris du dévonien inférieur.

Végétation : pelouse subalpine à fétuques sur le plateau; sur la pente, pineraie de soulane à *Pinus uncinata* et *P. silvestris*.

Action de l'homme : prise d'eau dans la partie inférieure du ruisseau.

— Vallon de Bastan (stations 1.3 à 1.7).

Trois lacs (2 260 m, 2 220 m et 2 140 m d'altitude) reliés par un ruisseau sinueux (pente 8 %). Passages tourbeux entre le second et le troisième lac. En aval de ce dernier, cascade rapide de 1 km (pente 30 %) jusqu'à l'embouchure dans le ruisseau de Port-Bieil — ou ruisseau de l'Oule — vers 1 820 m. Direction générale N.E.-S.W. Largeur du ruisseau 1 à 2 m, longueur 3 km environ.

Bassin versant 5 km² environ.

Terrains traversés : granite sur la rive droite, schistes durs, calcaires et barégiennes du dinantien sur la rive gauche. Eboulis abondants dans le cirque du lac supérieur.

Végétation : prairie subalpine parsemée d'îlots de *Pinus uncinata*.

Action de l'homme : pacage de moutons en été.

— **Lacs et ruisseaux du Port-Bieil** (stations 1.8 à 1.23).

Eaux de haute altitude rassemblées dans le Grand Lac de Port-Bieil (alt. 2 280 m). Ruisseau déversoir assez sinueux; direction générale N.-S. Pente générale 12 % avec un replat au lac de Coume-Oueillère (refuge du laboratoire d'Orédon). Embouchure dans le lac de l'Oule vers 1 820 m après un cours de 4 km environ. Largeur 3 à 4 m vers l'embouchure.

Affluents importants : déversoir des Gourgs de Nère, déversoir du lac du Gourguet et ruisseau d'Estibère sur la rive droite; déversoir des lacs de Bastan sur la gauche.

Bassin versant : 10 km² environ en amont de l'embouchure du ruisseau d'Estibère.

Terrains traversés : granite du Massif du Néouvielle.

Végétation : prairie subalpine avec îlots de pins à crochets.

Action de l'homme : la réserve naturelle d'Estibère se prolonge sur la partie W. du bassin de Port-Bieil.

Le réservoir de l'Oule (16,4 Mm³) rassemble les eaux du Merlans (conduite forcée), du Bastan, du Port-Bieil et d'Estibère, soit un bassin versant de 28 km² environ.

— **Lacs et ruisseau d'Estibère** (stations 2.1 à 2.31).

Formé par la confluence des eaux de trois vallons parallèles : lac Long au Nord, cirque supérieur d'Estibère au centre (lac Supérieur, lac de l'Île, ruisseau du col d'Estibère), lacs d'Anglade et Inférieur au Sud (*fig. 32*). Successions de rapides, de lacs et de tourbières entre 2 450 m et 2 060 m. Un plateau à cours sinueux correspondant à un ancien lac comblé vers 2 060 m (cirque inférieur d'Estibère ou méandres d'Estibère). Enfin cascade de 300 m de long jusqu'à l'embouchure dans le ruisseau du Port-Bieil vers 1 850 m. Direction générale W.N.W.-E.S.E.; longueur 3,5 km; largeur 2 m vers l'embouchure (étiage); pente moyenne 17 %.

Bassin versant : 5 km² environ.

Terrains traversés : granite du Massif de Néouvielle.

Végétation : pelouse à fétuques diverses envahie d'éboulis et de blocs granitiques. Quelques pins à crochets sur les parties en dôme de la région supérieure. Forêt de pins à crochets dans la partie inférieure. Rhododendrons non loin des rives.

Action de l'homme théoriquement nulle : réserve naturelle intégrale.

— Plateau d'Aumar (stations 3.1 à 3.28).

Large cuvette d'origine glaciaire, comprenant le Gourg de Rabas (2 400 m), puis le lac d'Aumar (2 152 m) séparé du lac d'Aubert (2 148 m) par le Tuco d'Aumar. En aval du barrage d'Aubert, le déversoir s'élargit aux Laquettes (2 080 m) et atteint le lac d'Orédon (1 850 m). Dernière partie rapide (pente 22 % sur 1 km environ; largeur 1 à 2 m). Sur la moraine frontale au S.E. d'Aumar, mares temporaires puis sources et terrains marécageux, enfin tourbière Despax (2 183 m) se déversant dans le lac d'Orédon par une cascade de 900 m environ (pente 37 %; largeur 1 m).

Bassin versant : 8 km² (Aumar + Aubert).

Terrain traversé : granite à amphiboles du Massif de Néouvielle.

Végétation : prairie subalpine à *Festuca rubra* sur le plateau. Pineraie de soulane à *P. uncinata* et *P. silvestris* bien développée au niveau des cascades des Laquettes et de la tourbière Despax (sapinières de Loste et des Passades d'Aumar) avec par endroits *Arbutus uva - ursi* et *Juniperus nana*.

Action de l'homme : retenues des eaux d'Aumar et d'Aubert, périodiquement déversées dans le lac d'Orédon par les Laquettes.

— Ruisseau de Cap de Long (stations 4.1 et 4.2).

Ruisseau principal issu du Gourg de Cap de Long à 2 845 m d'altitude. Petit glacier de Pays Baché sur la gauche (flanc E. du Pic Long). Un affluent important vers 2 600 m sur la rive droite. Embouchure dans le lac de Cap de Long à 2 160 m, après un cours S.-N. de 3 km (pente 28 %). Largeur 2-3 m dans la partie inférieure.

Bassin versant : 5 km² en amont de l'embouchure dans le lac artificiel de Cap de Long. Débits moyens mensuels mesurés en 1961, pour un bassin versant de 5 km² (Annuaire hydrologique de France) :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
(0,05) ¹	(0,05)	(0,06)	(0,16)	(0,38)	1,089	1,33	0,721	0,276	(0,224)	0,078	0,058

Terrains traversés : granite à amphiboles du Massif de Néouvielle.

Végétation : prairie à *Festuca eskia* avec îlots de pins à crochets, rochers et éboulis sur la majeure partie du cours d'eau.

Action de l'homme : en aval, le barrage de Cap de Long a créé une retenue de 65,7 Mm³.

— Ruisseau d'Estaragne (stations 5.1 à 5.16).

Névé alimentant le ruisseau principal vers 2 350 m d'altitude. Pente moyenne 18 % jusqu'à 1 950 m, puis 10 % sur le dernier

1. Les nombres entre parenthèses sont estimatifs.

kilomètre. Embouchure dans le lac d'Orédon (1 850 m). Deux cascades importantes vers 2 350 m et 2 000 m. Affluents nettement moins larges et moins nombreux sur la rive droite. Quelques-uns sont susceptibles de s'assécher vers la fin de l'été (fig. 31).

Direction générale S.W.-N.E. Longueur 2,5 km à partir du névé du cirque supérieur. Largeur 2-3 m dans la région inférieure. Lit rocheux, fréquemment encombré de gros blocs, avec des galets de 10 à 30 cm de diamètre dans les régions de moindre pente.

Les débits ont été étudiés par l'E.D.F. pendant trois années (1955 à 1957) mais « les hauteurs d'eau enregistrées sont très sujettes à caution et la marge d'erreur y est plus grande qu'ailleurs ». [DURAND 1961]. Par rapport au ruisseau de Cap de Long, on peut noter un étiage hivernal un peu moins sévère et un retard de fusion nivale moins prononcé.

Bassin versant 5 km² (y compris le Bassia Gran dont les eaux alimentent les deux derniers affluents de la rive droite, après infiltration dans les éboulis).

Terrains traversés : schistes métamorphiques dévoniens, avec une barre de calcschistes dans la région supérieure; puis granites amphiboliques.

Végétation : prairie subalpine bien développée au-dessous du cirque moyen. Zones marécageuses à Hypnacées fréquentes, donnant naissance à plusieurs des affluents de la rive droite. Enfin rhodopineraie d'ombrée à *Abies pectinata* dans la région inférieure en bordure de la sapinière de Baranette. Quelques feuillus sur les bords des deux derniers affluents de la rive droite.

Action de l'homme : pacage de moutons en été; déversement du lac de Cap de Long affectant la station 5.5.

— Environs immédiats d'Orédon (station 6.1 à 6.7).

Les trois bassins précédents aboutissent au lac d'Orédon qui reçoit encore quelques ruisseaux secondaires (ruisseau du col d'Estoudous en partie à sec au mois d'août : source à 2 200 m, longueur 1 km, pente voisine de 40 %, largeur 0,50 m).

Le lac d'Orédon forme un réservoir de 7 Mm³ environ et reçoit les eaux des bassins d'Aumar-Aubert, Cap de Long et Estaragne, soit un bassin versant d'une trentaine de kilomètres carrés.

Par suite de la conduite artificielle des eaux du lac d'Orédon vers le lac de l'Oule, le réservoir est périodiquement asséché par infiltration des eaux dans les éboulis granitiques de la « Gargante ».

— Neste de Couplan (stations 7.1 à 7.4).

Elle coule à partir des sources d'Artigusse (1 590 m) dans une vallée étroite dirigée N.W.-S.E. et forme la Neste d'Aure après sa confluence avec la Neste d'Aragnouet, en amont du village de

Fabian (1 136 m). Affluents nombreux sur les deux rives. Pente 7 %, longueur 6 km, largeur 4 à 5 m au pont de Badet.

Bassin versant : 16 km².

Terrains traversés : schistes gris du dévonien inférieur, alluvions à Artigusse, lambeaux morainiques au pont de Badet.

Végétation : sur la rive droite humide : hêtraie-sapinière caractéristique de l'étage montagnard ou sylatique frais (*Fagus silvatica*, *Abies pectinata*); sur la rive gauche : pineraie clairsemée de l'étage montagnard sec (*Pinus silvestris*). Bordant le ruisseau, quelques *Sambucus racemosa*, *Abies pectinata*, *Populus tremula*, *Rhamnus alpina* à Artigusse. *Fagus silvatica* nombreux au pont de Couplan (station 7.2); à *S. racemosa* s'ajoute *S. hiemalis*. Enfin *Buxus sempervirens* abondant sur les passages calcaires. *Pteris aquilina* et *Salix incana* au pont de Badet. Sur l'ensemble du ruisseau : *Populus tremula* et *Fagus silvatica*.

Action de l'homme : régime transformé par les barrages d'Orédon et de l'Oule. Le trop-plein de ce dernier est périodiquement déversé par la cascade de Capèche dans la Neste de Couplan.

— **Ruisseau de Badet** (stations 8.1 à 8.6).

Sources vers 2 300 m. Pente générale 13 % avec un plateau vers 1 500 m (pente 4 % pendant 900 m). Rive gauche abrupte (éboulis de la crête des Cintes Blanches); plateaux herbeux sur la rive droite. Un affluent important vers 1 480 m (formé par les ruisseaux de Piau et d'Engaly). Longueur 7,2 km, largeur variant de 2 à 3 m (5 à 7 m au niveau du plateau en avril-mai). Lit encombré de gros blocs rocheux. Confluence avec le ruisseau de la Gela à 1 322 m (le Plan d'Aragnouet).

Bassin versant : 23 km² environ.

Terrains traversés : schistes gris du dévonien supérieur recouverts sur la plus grande partie du cours par des alluvions glaciaires.

Végétation : prairie subalpine à fétuques sur le plateau.

Action de l'homme : pacage en été; prise d'eau au bas du ruisseau en aval des stations prospectées.

— **Ruisseau de la Gela** (stations 9.1 à 9.8).

Trois ruisseaux principaux naissant vers 2 350 m forment la Neste de la Gela. Ils sont issus des pentes Est du pic de Gerbats (2 904 m), de la région des lacs de Barroude (2 360 m) et du port de Barroude (2 600 m). Leur pente est voisine de 35 %. Après leur confluence, ils coulent sur un plateau herbeux de 2,5 km environ (pente 4 %). Dans la dernière partie du torrent, aux rives encaissées, la pente est de 15 %. Longueur totale 7,5 km, largeur 2-3 m à partir du plateau. Le lit est caillouteux, fréquemment encombré de gros blocs rocheux.

Bassin versant : 18 km².

Terrains traversés : calcaires compacts du dévonien moyen (muraille de Barroude) et granites; puis au plateau, alluvions interrompues de bandes schisteuses et calcaires.

Végétation : prairie subalpine à *Festuca eskia* jusqu'au plateau. Ilots clairsemés de *Juniperus communis*, *Buxus sempervirens*, *Salix caprea* avec quelques *Pinus uncinata*, *Populus tremula* et *Fagus sylvatica* de plus en plus abondant, finalement dominant vers l'embouchure.

Action de l'homme : pacage sur le plateau; prise d'eau à la partie inférieure, en aval des stations prospectées.

— **Ruisseau de Saux** (stations 10.1 à 10.4).

Formé par la réunion de quatre ruisseaux prenant leurs sources vers 2 350 m — r. de Hourquet, r. de la Crête de Port-Vieux, r. de la Crête de Bataillence, riu Nère. Pente moyenne 25 % avec cascades fréquentes. A partir de 1 800 m, un plateau de 3 km environ (pente 7 %) suivi d'une cascade amenant les eaux à 1 300 m d'altitude (pente 35 %). Vallée très encaissée de part et d'autre du ruisseau. Largeur du lit 2 à 3 m au bas du plateau. Longueur totale 6 km environ.

Bassin versant : 11 km².

Terrains traversés : calcaires dévoniens vers l'amont puis schistes; alluvions sur le plateau.

Végétation: jusqu'au bas du plateau, prairies à *Festuca eskia*, avec bouquets de *Pinus uncinata* accompagnés de *Juniperus communis* et rhododendrons plus éloignés des rives. Puis hêtraie-sapinière au niveau de la cascade.

La réunion des vallées de Badet, Gela et Saux forme la Neste d'Aragnouet en amont du village de Fabian. Bordant la rivière et s'ajoutant aux essences de la hêtraie-sapinière : *Fraxinus excelsior* dominant vers l'aval, avec apparition de *Corylus avellana*, *Tilia intermedia*, *T. platyphylla* et *Quercus sessiliflora*.

Action de l'homme : prise d'eau dans la partie inférieure du ruisseau, en aval des stations prospectées.

— **Ruisseau de Moudang** (stations 11.1 et 11.2).

Sources vers 2 400 m, pente forte jusqu'à 1 550 m (30 %) puis plateau de 2 km de long (pente 6 %) et cours plus rapide (15 %) jusqu'à l'embouchure dans la Neste d'Aure à 1 050 m. Large bassin de réception au-dessus du plateau, avec des affluents ramifiés (ruisseau de Héchempy, Neste de Chourrious); couloir plus étroit vers l'aval où plusieurs torrents se jettent perpendiculairement dans le Moudang. Longueur 7,5 km environ, largeur du ruisseau 2 m sur le plateau.

Bassin versant : 25 km².

Terrains traversés : schistes métamorphisés et schistes; alluvions au niveau du plateau.

Végétation : jusqu'au plateau, pelouse subalpine, puis traversée de la hêtraie-sapinière, enfin vers l'embouchure (station 11.2) : *Salix incana* et *S. caprea* abondants.

Action de l'homme : pacages sur le plateau; prise d'eau en amont de la station 11.2.

— **Ruisseau de Lassas** (stations 12.1 à 12.2).

Source vers 2 400 m en aval du lac de Sarrouès; pente 30 %; embouchure dans la Neste d'Aure vers 980 m après un cours subrectiligne de 5 km environ.

Bassin versant : 6 km².

Terrains traversés : schistes dévonien.

Végétation : hêtraie-sapinière sur la plus grande partie du cours.

Action de l'homme pratiquement nulle.

— **Neste de Rioumajou** (stations 13.1 à 13.6).

Formée vers 1 560 m (Hospice de Rioumajou) par la convergence de plusieurs ruisseaux très ramifiés dont les sources naissent vers 2 400 m d'altitude (ruisseaux de Cauarère, de Monmour, de la Plagne, de Pouey-le-Bon, de l'Estat); leur pente moyenne est de 20 %. Le torrent dont la largeur varie de 3 à 5 m coule ensuite sur le Plateau de Rioumajou jusqu'à 1 400 m où il reçoit son affluent le plus important, le ruisseau de Péguère, sur la rive droite. La Neste de Rioumajou est ensuite élargie par deux petits barrages artificiels à 1 328 m et 1 033 m d'altitude et se jette dans la Neste d'Aure à 900 m. Entre l'Hospice de Rioumajou et l'embouchure la pente est voisine de 6 %, pour une longueur de 9 km environ.

Bassin versant 67 km².

Débits moyens mesurés à Maison-Blanche (1 026 m) en 1961 (Annuaire hydrologique de France) en m³/s.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0,57	1,14	1,51	3,26	5,05	5,59	3,49	1,38	0,65	1,86	1,53	1,28

Terrains traversés : schistes métamorphiques et schistes dévonien interrompus par des alluvions en aval de l'Hospice de Rioumajou.

Végétation : partie supérieure occupée par la pelouse subalpine. Vers 1 400 m, *Pinus silvestris* abondant. Passages dans la hêtraie-sapinière avec *Populus tremula*, *Corylus avellana*, *Sorbus aucuparia*, *Sambucus racemosa* bordant le ruisseau. *Buxus sempervirens* et *Juniperus communis* sur les bancs calcaires. Au pont Tisnée (station 13.6) : *Sorbus aucuparia*, *Sambucus nigra*, *Abies pectinata*, *Corylus avellana* et *Salix caprea*. Apparition du tilleul (*T. intermedia* et *T. platyphylla*) et du frêne vers l'aval.

Action de l'homme : pacages vers l'amont; deux prises d'eau sur le cours du torrent, la première en amont de 13.6.

— **Ruisseau d'Espiaube** (stations 14.1 à 14.5).

Formé vers 1 700 m, par la convergence de deux ruisseaux principaux : le Santhounts et le Terre Nère (pentes 25 %); leurs sources naissent vers 2 000 m et 2 200 m. Puis, vallée étroite, sources affluentes tout au long du cours d'eau, pente 16 % jusqu'à 820 m (Vignec). Enfin les 600 derniers mètres amènent à la confluence avec la Neste d'Aure (800 m d'altitude). Direction générale W.-E.; longueur 7,5 km; largeur 1 à 2 m.

Bassin versant : 11 km² à Vignec.

Terrains traversés : sources dans schistes gris puis lit creusé dans une bande calcaire du dévonien supérieur. Quelques dépôts morainiques. En aval de Vignec alluvions de la Neste d'Aure.

Végétation : prairie subalpine en amont, puis en bordure du ruisseau, à partir des granges d'Espiaube, *Corylus avellana* nombreux, accompagnés de *Sorbus aucuparia*, *Sambucus racemosa*, *Populus tremula*. Frênes et sapins isolés, aulnes par endroits, prairies de fauche fréquentes. A la station 14.4 *Fraxinus excelsior* abondant.

Action de l'homme : constructions récentes vers les sources; prise d'eau en amont des stations 14.3 et 14.5. Village de Vignec (120 hab.) en amont de la station 14.5.

— **Ruisseau de la Mousquère** (stations 15.1 à 15.7).

Formé par la confluence vers 1 150 m de deux torrents :

— le ruisseau de Lustou : sources vers 2 400 m aux environs du lac de Lustou. Cours rapide pendant 4 km (pente 30 %) puis perte dans les éboulis du Pla d'Arsoué long d'un kilomètre. Résurgence vers le bas du plateau donnant naissance au ruisseau du Pla d'Arsoué;

— le ruisseau d'Ourtigué : sources vers 2 500 m et 1 900 m. Longueur 7 km. Pente moyenne 18 %.

A partir de 1 150 m, le ruisseau de la Mousquère prend un cours sinueux. Direction générale S.E.-N.W. Pente 9 % pendant 4 km, ravin encaissé puis alluvions de la Neste d'Aure sur le dernier kilomètre. Embouchure à 770 m. Largeur 1 à 2 m dans la partie inférieure. Profondeur moyenne à l'étiage 50 à 60 cm, plus d'un mètre dans les vasques.

Bassin versant : 32 km².

Terrains traversés : schistes gris du dévonien inférieur dans la partie supérieure, puis à partir du pla d'Arsoué, alluvions glaciaires. Une mince bande de calcaires dinantiens avant le dernier kilomètre dans les alluvions de la Neste d'Aure.

Végétation : parties supérieures dans les prairies subalpines. Vers 1 200 m (station 15.5) *Fraxinus excelsior* abondant, bouquets d'*Alnus glutinosa*, quelques *Sorbus aucuparia*. *Fraxinus excelsior* relativement abondant sur tout le cours avec plus ou moins d'*Alnus glutinosa* et *Tilia intermedia*. En amont de Bourisp, apparition de *Buxus sempervirens*.

Action de l'homme : pacages sur les plateaux.

— **Ruisseau de Lavedan** (stations 16.1 à 16.9).

Sources vers 2 400 m, direction W.E. puis W.S.W.-E.N.E. Plusieurs affluents importants : sur la rive gauche (Pic de l'Arbizon) : ruisseaux de Castets, de Lapeyrie, de Cournemède; sur la rive droite (crête moins élevée) : ruisseaux de Rabac, du Ram. Embouchure dans la Neste d'Aure vers 750 m (Guchan). Longueur 11,5 km, pente moyenne 14 %, largeur 2 m, profondeur maximale à l'étiage 0,50 m.

Bassin versant : 35 km².

Terrains traversés : schistes et calcaires dinantiens recouverts de dépôts morainiques sur presque toute la longueur du ruisseau.

Végétation : pâturages subalpins dans la région d'amont, puis frênes, tilleuls et noisetiers abondants sur les rives. Le sapin arrive en bordure du ruisseau en amont de la Station 16.9. Autres espèces : *Acer campestre*, *Sambucus nigra*, *S. racemosa*, *Salix caprea*, *S. cinerea*, *Buxus sempervirens*.

Action de l'homme : pacages en altitude, prise d'eau en amont des stations 16.8 et 16.9.

— **La Neste du Louron** (stations 17.1 à 17.5).

Formé par la réunion de deux torrents principaux vers 1 200 m : la Neste de la Pez (4,5 km de long, pente moyenne 30 %), la Neste de Clarabide plus ramifiée (10 km de long, pente 12 % jusqu'à 1 800 m, puis 20 % dans les gorges et cascades de la fin de son cours). Sources situées vers 2 600 m. La Neste de Clarabide reçoit les eaux des lacs d'Aygues Tortes, Pouchergues, Gourgs Blancs et Caillauas.

En aval de 1 200 m, la Neste du Louron est une rivière de 5 à 6 m de large, direction S.-N. obliquant légèrement vers l'W. en aval d'Avajan. Longueur 22 km. Embouchure dans la Neste d'Aure vers 700 m. Pente moyenne 2 %. Quelques affluents de moindre importance sur la rive droite : ruisseaux du Val d'Aube vers 1 900 m, de Saint-Christau vers 900 m, enfin ruisseau de Lastie à Arreau. La largeur de la Neste du Louron est voisine d'une dizaine de mètres à Arreau.

Bassin versant avant la confluence avec le ruisseau de Lastie : 140 km² environ.

Débits mensuels mesurés en m³/s sur la Neste du Louron en 1961 (Annuaire hydrologique de France) :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Lassoula												
BV = 17 km ² ...	0,16	0,34	1,00	1,47	2,67	2,84	2,07	1,07	0,49	1,01	0,73	0,37
Loudenvielle												
BV = 45 km ² ...	0,50	0,78	1,37	3,17	5,69	7,28	4,52	2,08	1,03	2,37	1,48	1,48
Bordères												
BV = 120 km ² ..	1,73	3,98	4,34	5,73	7,78	9,50	6,20	3,35	1,66	3,51	2,64	2,33

Terrains traversés : partie supérieure (Neste de Clarabide) granite à amphiboles et schistes métamorphisés. Puis, à partir de 1 200 m, alluvions recouvrant des terrains primaires; un noyau granitique peu avant Arreau.

Végétation : forêts moins importantes que dans la haute vallée d'Aure [GAUSSEN 1931]. En aval de 1 200 m, prairies et cultures sur la plaine alluviale. En bordure de la rivière : *Fraxinus excelsior* et *Alnus glutinosa* à la station 17.4. Puis jusqu'à Arreau, *Alnus glutinosa* dominant.

Action de l'homme : réservoirs de Caillaus (25,6 Mm³) et de Pouchergues (1,27 Mm³). Usines hydro-électriques de Lassoula et de Tramesaygues. Prises d'eau nombreuses, affectant tout le cours d'eau. Traversée de Bordères-Louron (100 hab.) en amont de la station 17.5.

— **Ruisseau d'Aspin** (stations 18.1 à 18.2).

Sources vers 1 500 m au-dessous du col d'Aspin. Un affluent sur la rive droite à 800 m. Embouchure dans la Neste d'Aure vers 650 m en aval d'Arreau. Direction générale N.W.-S.E. passant progressivement à W.-E. Longueur 5 km, largeur 0,5 à 1 m. Pente moyenne 16 %.

Bassin versant : 8 km².

Terrains traversés : schistes et calcaires dinantiens avec quelques rares intercalations de lits de poudingues à lydienne.

Végétation : rives boisées sur tout le cours : *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior* et Tilleul.

Action de l'homme : traversée du village d'Aspin (une centaine d'habitants).

— **Ruisseau de Lastie** (stations 19.1 à 19.5).

Eaux des sources recueillies par le lac de Bordères à 1 770 m; cours S.E.-N.W. puis E.-W. Un affluent important sur rive droite à 1 250 m. Embouchure dans la Neste de Louron à Arreau (700 m). Longueur 12 km, largeur 1 à 2 m dans la partie inférieure pente 8 %.

Bassin versant : 30 km² environ.

Terrains traversés : schistes durs métamorphisés au contact d'un noyau granitique aux environs du lac de Bordères, puis lambeaux morainiques jusqu'à 1 000 m, enfin schistes et calcaires dinantiens.

Végétation : bords très boisés avec *Fraxinus excelsior*, *Corylus avellana* et *Alnus glutinosa* sur l'ensemble du cours, vers le haut passages hêtre-sapin; vers le bas chêne, peuplier, tremble et tilleul.

Action de l'homme : pacages en altitude, traversée des villages de Bareilles (60 hab.), Pouy (40 hab.) et du hameau d'Is, en amont de la station 19.5.

— **Ruisseau d'Ardengost** (stations 20.1 à 20.4).

Sources vers 1 500 m; direction E.S.E.-W.N.W. Embouchure dans la Neste d'Aure à 660 m. Gorges encaissées entre 1 000 et 800 m. Quelques affluents de moindre importance. Longueur 8 km, largeur 1 à 2 m, pente générale 11 %.

Bassin versant : 15 km².

Terrains traversés : schistes dinantiens puis dans la partie inférieure schistes permo-triasiques et poudingues à ciment rouge-violacé.

Végétation : bords très boisés. Vers les sources : exploitation forestière dans la forêt de hêtre-sapin. Puis sur les bords du ruisseau *Salix caprea*, *Sambucus nigra*, *Fagus silvatica*, *Corylus avellana*, *Fraxinus excelsior*, *Acer campestre* à la station 20.3. Avant l'embouchure dans la Neste d'Aure (station 20.4) essentiellement *Fraxinus excelsior*. Sur les rives de la Neste, peu après l'embouchure du ruisseau d'Ardengost (station 26.4) : mélange de saule, tremble, peuplier noir, merisier, aulne, noisetier, robinier, buis.

Action de l'homme : exploitation forestière en amont de la station 20.2.

— **Ruisseau de l'Espérère** (station 21.1).

Source vers 900 m, embouchure dans la Neste d'Aure à 600 m, après un cours de 2 km. Direction générale W.-E. Pente 17 %. Largeur inférieure à 0,50 m.

Bassin versant : 2,5 km².

Terrains traversés : schistes rouge-violacés et poudingues sili-
ceux à ciment rouge du permo-trias.

Végétation : pâturages.

— **Ruisseau de Baricave** (stations 22.1 à 22.4).

Formé par la réunion de plusieurs ruisseaux (Arbiesse, Hourc, Cautères, Rieulong) les deux derniers confluent à 960 m. Sources voisines de 1 600 m, pentes moyennes 20 %. A partir de 900 m, cours E.S.E.-W.N.W. sur une longueur de 4 km, pente 7 %. Embou-

chure dans la Neste d'Aure à 650 m. Un affluent important sur la rive droite à 760 m (Ruisseau de la Cuncille). Largeur 1 à 2 m vers l'embouchure.

Bassin versant : 13 km².

Terrains traversés : marnes et argiles triasiques, marnes schisteuses albiennes et calcaires aptiens dans la partie supérieure, puis alluvions à partir de 960 m.

Végétation : forêt de hêtre-sapin exploitée, pâturages vers les sources. Ruisseau très boisé dans l'ensemble. *Fagus silvatica* abondant à la station 22.3 (1 000 m) accompagné de *Sambucus racemosa*, *Buxus sempervirens* et quelques frênes et noisetiers. *Alnus glutinosa* abondant vers l'aval (station 22.4).

Action de l'homme : pacages près des sources (moutons). Exploitation forestière vers l'amont. Un hameau de trois fermes en aval de la station 22.3.

— **Ruisseau de la Goutte** (station 23.1).

Source vers 1 100 m. Longueur 3 km. Un affluent — le ruisseau du Tech — sur la droite. Largeur 0,50 à 1 m, cours inférieur susceptible de s'assécher en été. Embouchure dans la Neste d'Aure vers 600 m. Pente 16 %.

Bassin versant : 7 km² environ.

— **Ruisseau de Beyrède** (station 24.1).

Sources vers 1 400 m, cours de 6 km de long, direction générale W.-E. Embouchure dans la Neste d'Aure à 650 m. Largeur 1 à 2 m, profondeur 0,20 à 0,60 m. Pente moyenne 12 %.

Bassin versant : 11 km² environ.

Terrains traversés : schistes permo-triasiques à la source puis très rapidement calcaires cénomaniens du bois du Bédât dits « marbres de Sarrancolin ».

Végétation : *Corylus avellana* abondant à la station 24.1, frêne, tilleul.

Action de l'homme : pacages le long du cours d'eau aux environs de la station prospectée.

— **Le Nistos** (stations 25.1 à 25.4).

Formé par la confluence (à 685 m) du ruisseau de Lère (sources vers 1 600 m, longueur 5 km, pente 18 %) et du ruisseau de Sarra-net (sources vers 1 550 m, longueur 3,5 km, pente 25 %). Direction du Nistos ensuite S.-N., obliquant vers l'E. Embouchure dans la Neste d'Aure après un cours de 13 km. Pente moyenne 2 %. Les trois derniers kilomètres dans la plaine alluviale de la Neste d'Aure. Un affluent important : le ruisseau d'Arize sur la droite. Largeur du Nistos à l'étiage : 1 à 2 m à 685 m, 5 m à 470 m.

Bassin versant : 57 km² à l'entrée dans la plaine alluviale de la Neste d'Aure.

Terrains traversés : schistes dévoniens et dinantiens parfois métamorphiques (ruisseaux de Lère et de Sarranet) puis quelques lambeaux morainiques et alluvions sur tout le cours du Nistos.

Végétation : sources dans la forêt de hêtre-sapin. Stations 25.1 et 25.2 dans petites clairières avec quelques aulnes. Au ruisseau de Sarranet (station 25.3) : *Fraxinus excelsior*, *Salix caprea*. Prairies de fauche vers l'aval avec frênes et aulnes bordant le ruisseau. A la station 25.4 (Bois de Bonrepayre) : *Salix incana*, *Alnus glutinosa*.

Action de l'homme : exploitation forestière vers l'amont, polyculture vers l'aval. Pacages bordant l'ensemble du ruisseau.

CHAPITRE II

**RÉPARTITION ÉCOLOGIQUE
DES TRICHOPTÈRES DE LA VALLÉE D'AURE**

1. — ANALYSE DE LA FAUNE

1.1. — Méthode de prélèvement.

Aucune des méthodes de prélèvement quantitatif adaptées à tel ou tel type de substrat [MACAN 1958 a] n'a pu être utilisée régulièrement dans les différents milieux étudiés. Les prélèvements ont été réalisés au filet-troubleau (ouverture triangulaire de 0,30 m de large, interstices 0,4 mm entre les mailles) dans l'ensemble de la vallée d'Aure. Les surfaces explorées sont alors plus variables; mais s'ils ont été effectués par un même opérateur, d'une manière semblable, les relevés peuvent être considérés comme comparables.

La récolte de larves pendant une période de temps déterminée donne d'excellents résultats pour certains groupes tels que les Éphémères ou les Plécoptères [MACAN 1957, HYNES 1961]. Pour les Trichoptères, la durée d'un prélèvement varie suivant l'abondance des espèces solidement fixées au substrat. Je me suis donc efforcé d'obtenir, pour chaque prélèvement, les larves réparties sur des surfaces homogènes comprises entre 0,20 et 0,30 m². En eau courante, la faune vivant immédiatement en amont du filet-troubleau était recueillie par raclage du fond; les formes plus solidement fixées aux pierres (Glossosomatidae, Psychomyidae, *Drusus*, *Apatania*, *Silo*) étaient détachées à la main ou au couteau. En eau stagnante, les larves étaient récoltées à la main ou au filet sur des surfaces voisines de 0,30 m². Les prélèvements de mousses ont été lavés au travers d'une boîte perforée; le tri était ensuite effectué sous la loupe binoculaire. Pour rendre ces prélèvements comparables à ceux effectués sur des surfaces de 0,20 à 0,30 m², une correction devait être apportée. Un lavage de mousses forme environ la moitié d'un prélèvement normal. Pour chaque espèce, la classe d'abondance a été déterminée en multipliant par deux le nombre des individus récoltés.

Les prospections plus étendues, destinées à obtenir le plus possible d'individus, pour établir les cycles biologiques par exemple, n'ont pas fait l'objet de comptages.

Les relevés ainsi obtenus sont relatifs à différents habitats; c'est théoriquement sur cette base que devraient être comparées les communautés. En eau courante cependant, ces communautés sont soumises à un continuels brassage à l'intérieur d'une même station

(changements d'habitats des espèces au cours de leur vie larvaire, bouleversements provoqués par des crues). Aussi, dans le cadre de ce chapitre consacré à la répartition écologique des Trichoptères de la vallée d'Aure, tous les relevés effectués dans une même station ont été regroupés. La comparaison est effectuée au niveau de la station, c'est-à-dire d'un ensemble d'habitats proches les uns des autres, situés dans une même portion de cours d'eau.

1.2. — Représentation de la faune d'une station.

1.2.1. — LES CLASSES D'ABONDANCE. La représentation de l'abondance par classes a été préférée à l'indication du nombre exact d'individus récoltés; elle s'accorde mieux, par sa souplesse, aux méthodes de prélèvement utilisées ici. Les limites entre les classes, — 4, 20, 100, 500 —, ont été choisies en fonction du groupe étudié et de la dimension des relevés. Elles sont essentiellement basées sur la pratique de l'étude des Trichoptères.

Les classes suivantes ont été adoptées pour chaque espèce :

- I moins de 4 individus par prélèvement,
- II entre 4 et 20 individus,
- III entre 20 et 100 individus,
- IV entre 100 et 500 individus,
- V plus de 500 individus.

Les classes III et IV, pour des surfaces variant de 0,20 à 0,30 m², sont relatives à des espèces abondantes ou très abondantes. La classe V, rarement atteinte, indique un véritable pullulement d'une espèce.

Pour rendre les tableaux plus lisibles et faciliter les comparaisons, ces différentes classes ont été représentées par des symboles (fig. 4), à l'instar de CASSAGNAU [1961].

FIG. 4. — Symboles des classes d'abondance.

Nbre Prél.

Fig. 5. — Larves récoltées au déversoir du lac Supérieur d'Estibère : prélèvements, représentation par classes d'abondance.

1.2.2. — EXEMPLE : les Trichoptères du déversoir du lac Supérieur d'Estibère (station 2.5).

La figure 5 donne un exemple de la représentation de la faune trichoptérologique d'une station. Chaque colonne indique le nombre d'individus récoltés dans un prélèvement. La composition faunistique de la station est figurée sur la droite : le symbole affecté à chaque espèce correspond à son abondance maximale dans un des prélèvements concernant la station. Ainsi la classe IV retenue pour *Philopotamus montanus* est atteinte dans deux des relevés, la classe III retenue pour *Agapetus fuscipes* et *Hydropsyche pellucidula* dans 2 et 1 des relevés.

1.2.3. — DISCUSSION.

Cette représentation traduit la possibilité d'abondance maximale de l'espèce dans une station. Elle présente l'avantage d'atténuer les différences dues à des prélèvements réalisés au filet-troubleau et, par là même, peu rigoureux du point de vue quantitatif. Le regroupement de l'ensemble des relevés permet la comparaison de stations inégalement prospectées (cf. annexe).

Cependant, il s'agit d'une optimisation du nombre d'individus récoltés; il ne peut donc pas en être déduit des conclusions directes quant à la productivité d'une station. De plus, il n'est pas tenu compte des variations saisonnières ou des différences entre les habitats d'une même station. Le premier aspect est envisagé dans le chapitre IV; les peuplements des principaux habitats sont détaillés dans l'analyse des groupements.

Au stade de l'analyse de la faune, cette représentation globale donne une image assez fidèle de l'abondance relative des espèces. Ainsi, dans l'exemple considéré précédemment, la distribution des classes d'abondance suit la distribution des nombres totaux d'individus récoltés pour chaque espèce; il en serait de même pour les autres stations. Au niveau des espèces peu abondantes, l'utilisation d'un même symbole — celui de la classe I —, pour *Rhyacophila contracta* et *Odontocerum albicorne*, représente une perte d'information certaine; la première espèce est exceptionnelle, la seconde est présente dans plus de la moitié des relevés (fig. 5). La distinction est cependant possible dans les tableaux regroupant l'ensemble des stations dont les faunes sont semblables (fig. 12). Les espèces accidentelles sont absentes de la plupart des stations; les espèces fréquentes mais peu abondantes se retrouvent presque constamment et peuvent même atteindre la classe II.

1.3. — Tableau général.

Le tableau général classique à double entrée (espèces-stations) a été construit à partir de fiches de stations semblables à celles de la

figure 5. Il concerne 192 stations (soit 1 200 prélèvements) et 108 espèces (soit environ 66 000 individus). Il n'a pas été reproduit ici; chaque tableau des groupements figurés plus loin en constitue une partie. Les comptages ont été effectués sur du matériel larvaire mais il n'a pas été tenu compte des larvules du stade I; leur abondance aux périodes d'éclosion pouvait fausser les résultats et les déterminations en étaient souvent peu sûres. De plus, dans quelques cas — pour les espèces rares notamment —, seuls quelques adultes ont été capturés au voisinage immédiat de la station; ils sont figurés par la lettre A dans les tableaux.

2. — LES ESPÈCES FONDAMENTALES

2.1. — Tableau des fréquences.

Le tableau général de répartition des espèces dans les stations prospectées indique en premier lieu la fréquence des espèces. Dans le tableau II, 74 espèces ont été retenues. Les espèces ne figurant que dans une seule station avec une abondance faible (classe I) ont été écartées, ainsi que les espèces récoltées uniquement à l'état adulte. La colonne 1 indique le nombre de stations renfermant l'espèce, la colonne 2 le coefficient de fréquence tel que :

$$Cf = \frac{\text{nombre de stations comprenant l'espèce}}{\text{nombre total des stations}} \times 100$$

Les colonnes suivantes indiquent le nombre de présence des espèces dans les classes d'abondance V, IV, III, II et I.

Les espèces les plus fréquentes, dans les stations prospectées, sont :

Drusus reclus (41,7), *Rhyacophila tristis* (41,1), *Melampophylax mucoreus* (34,9), *Philopotamus montanus* (34,4), *Potamophylax cingulatus* (31,2), *Rhyacophila evoluta* (30,2), *Sericostoma personatum* (28,1), *Plectrocnemia scruposa* (27,1), *Hydropsyche pellucidula* (26,6), *Potamophylax latipennis* (26,6), *Micrasema morosum* (25,5), *Rhyacophila contracta* (23,9), *Chaetopteryx villosa* (23,9), *Drusus discolor* (23,9), *Synagapetus insons* (23,4), *Odontocerum albicorne* (22,4), *Annitella pyrenaea* (20,8).

La plupart de ces espèces sont nettement rhéophiles et ceci correspond à l'aspect torrentiel des milieux aquatiques de la vallée d'Aure. Certains coefficients sont toutefois influencés par le nombre élevé de stations prospectées dans les sources et ruisselets de haute altitude.

Plusieurs fréquences peu élevées sont aussi remarquables. Des espèces comme *G. boltoni* (4,2), *Rh. dorsalis* (1,6), *Rh. fasciata* (1,6),

TABLEAU II. — Fréquences de 74 espèces de Trichoptères en vallée d'Aure (voir texte).

	Nbre de stations	Cf	V	IV	III	II	I
<i>Rhyacophila angelieri</i>	20	10,4				6	14
» <i>contracta</i>	46	23,9			7	10	29
» <i>denticulata</i>	9	4,7				4	5
» <i>dorsalis</i>	3	1,6				1	2
» <i>ealoni</i>	9	4,7				3	6
» <i>evoluta</i>	58	30,2			6	29	23
» <i>fasciata</i>	3	1,6					3
» <i>laevis</i>	10	5,2				1	9
» <i>martynovi</i>	34	17,7			3	11	20
» <i>meridionalis</i>	22	11,4			1	8	13
» <i>mocsaryi</i>	25	13				9	16
» <i>obliterata</i>	6	3,1				1	5
» <i>occidentalis</i>	31	16,1			6	12	13
» <i>philopotamoïdes</i>	6	3,1					6
» <i>praemorsa</i>	9	4,7			2	3	4
» <i>relicta</i>	6	3,1			1		5
» <i>rupta</i>	21	10,9				5	16
» <i>tristis</i>	79	41,1			4	19	56
¹ <i>Glossosoma boltoni</i>	8	4,2			3	1	4
» <i>conformis</i>	27	14,1			4	11	12
<i>Agapetus fuscipes</i>	35	18,2	2	4	9	7	13
<i>Synagapetus insons</i>	45	23,4		8	20	10	7
<i>Philopotamus montanus</i>	66	34,4		7	22	21	16
» <i>variegatus</i>	10	5,2				1	9
<i>Wormaldia tri. triangulifera</i>	27	14,1		1	2	3	21
<i>Plectrocnemia geniculata</i>	5	2,6				3	2
» <i>laetabilis</i>	26	13,5			2	5	19
» <i>scruposa</i>	52	27,1			4	14	34
<i>Polycentropus flavo-maculatus</i>	18	9,3				9	9
» <i>kingi</i>	4	2,1					4
<i>Cyrtus cintranus</i>	10	5,2			1	3	6
<i>Psychomyia pusilla</i>	1	0,5		1			
<i>Hydropsyche instabilis</i>	19	9,9		1	11	5	2
» <i>pellucidula</i>	51	26,6		2	16	15	18
<i>Diplectrona felix</i>	2	1					2
<i>Ptilocolepus granulatus</i>	12	6,2			1		11
<i>Stactobia eatoniella</i>	4	2,1	...	.4.			
» <i>maclachlani</i>	5	2,6	...	.5.			
<i>Apatania meridiana</i>	3	1,6				2	1
» <i>stylata</i>	37	19,9	1	4	15	6	11
<i>Drusus discolor</i>	46	23,9	2	5	12	10	17
» <i>rectus</i>	80	41,7		2	22	23	33
¹ <i>Ecclisopteryx guttulata</i>	4	2,1				1	3
<i>Anomalopt. chauviniana</i>	4	2,1				2	2
<i>Limnephilus bipunctatus</i>	16	8,3			6	6	4
» <i>centralis</i>	14	7,3			3	4	7
» <i>extricatus</i>	3	1,6				1	2
» <i>guadarramicus</i>	10	5,2			3	4	3
» <i>hirsutus</i>	2	1					2
» <i>sparsus</i>	4	2,1					4
<i>Rhadicleptus spinifer</i>	15	7,8			1	3	11
<i>Potamophylax cingulatus</i>	60	31,2			1	10	49

1. — Ces noms de genre ont été écrits, par erreur, avec deux s, dans l'article précédent : DÉCAMPS 1967.

	Nbre de stations	Cf	V	IV	III	II	I
» <i>nigricornis</i>	6	3,1				1	5
» <i>latipennis</i>	51	26,6			6	7	38
<i>Halesus digitatus</i>	13	6,8				1	12
» <i>radiatus</i>	16	8,3			1	4	11
<i>Melampophylax mucoreus</i>	67	34,9			15	22	30
<i>Stenophylax nycterobius</i>	1	0,5			1		
» <i>sequax</i>	9	4,7				2	7
<i>Allogamus auricollis</i>	15	7,8		4	5	2	4
<i>Chaetopteryx villosa</i>	46	23,9			9	12	25
<i>Annitella pyrenaea</i>	40	20,8			12	12	15
<i>Odontocerum albicorne</i>	43	22,4			2	11	30
<i>Athripsodes bilineatus</i>	1	0,5			1		2
<i>Mystacides azurea</i>	4	2,1				1	3
<i>Silo graellsii</i>	31	16,1		1	3	6	21
<i>Crunoecia irrorata</i>	4	2,1				1	3
<i>Micrasema longulum</i>	15	7,8			2	1	12
» <i>minimum</i>	11	5,7		3	1	5	2
» <i>morosum</i>	49	25,5	2	3	8	17	19
» <i>vestitum</i>	15	7,8		5	3	1	6
<i>Sericostoma personatum</i>	54	28,1			3	7	44
<i>Schizopelex furcifera</i>	5	2,6				1	4
<i>Thremma gallicum</i>	32	16,7			6	10	16

P. pusilla (0,5) et *A. bilineatus* (0,5) vivent en plaine ou en basse montagne; elles ne sont présentes que dans les stations les plus basses de la vallée d'Aure.

D'autres espèces, habituellement fréquentes en moyenne montagne dans les Pyrénées, sont parmi les plus localisées : *D. felix* (1), *P. nigricornis* (3,1), *C. irrorata* (2,1), *M. minimum* (5,7), *Rh. denticulata* (4,7). Leur rareté peut être attribuée à la morphologie particulière de la vallée d'Aure; le nombre des biotopes est limité aux altitudes moyennes.

2.2. — Choix des espèces fondamentales.

Ce sont en principe les espèces les plus fréquentes, donc les plus ubiquistes pour la région étudiée. Cependant, le nombre plus important de stations en haute montagne entraîne une diminution des fréquences pour les espèces de basse altitude. Afin de corriger ce facteur subjectif, les espèces fondamentales ont été choisies parmi celles présentant les fréquences les plus élevées dans les classes d'abondance V, IV et III (voir tableau). Des espèces telles qu'*Agapetus fuscipes* ou *Hydropsyche instabilis* peuvent ainsi être retenues, malgré un coefficient de fréquence relativement faible; elles marquent plusieurs groupements par leur grande abondance.

Les 14 espèces suivantes ont été considérées comme fondamentales :

<i>A. fuscipes</i> ,	<i>D. rectus</i> ,
<i>S. insons</i> ,	<i>M. mucoreus</i> ,
<i>Ph. montanus</i> ,	<i>A. auricollis</i> ,
<i>H. instabilis</i> ,	<i>A. pyrenaea</i> ,
<i>H. pellucidula</i> ,	<i>M. minimum</i> ,
<i>A. stylata</i> ,	<i>M. morosum</i> ,
<i>D. discolor</i> ,	<i>M. vestitum</i> .

Elles vont servir de base à la distinction des groupements d'espèces de la vallée d'Aure.

3. — AFFINITÉ CÉNOTIQUE ENTRE ESPÈCES FONDAMENTALES

Des coefficients d'affinité nombreux et variés ont été proposés en écologie; une vue d'ensemble en est donnée dans des travaux récents (CANCELA DA FONSECA 1966, SOUTHWOOD 1966). Leurs avantages et leurs inconvénients ont été maintes fois discutés, leur utilisation est avant tout fonction du groupe considéré et des méthodes d'obtention de la faune.

Les comparaisons utilisées dans ce travail sont basées sur le critère présence-absence des espèces. La seule utilisation de ce critère entraîne une certaine perte d'information. Cependant, les résultats obtenus à partir d'un nombre *suffisamment élevé de prélèvements* donnent des indications satisfaisantes au sujet des affinités entre espèces ou entre biotopes. Par ailleurs, la représentation de la faune par classes d'abondances permet de connaître l'importance des espèces au sein de chaque station.

Deux inconvénients doivent toutefois être considérés :

— les espèces rares et abondantes sont traitées à égalité d'importance et il s'ensuit une surestimation des premières [SOUTHWOOD 1966];

— la probabilité d'occurrence des espèces est supposée constante pour tous les prélèvements. Or, des habitats particuliers peuvent se trouver en dehors de l'aire de répartition écologique de certaines espèces. C'est le cas de milieux tels que les rochers suintants ou les mares temporaires prospectés dans ce travail.

La première de ces remarques m'a conduit à ne considérer que les affinités entre espèces les plus abondantes dans la détermination des groupements, la seconde à compléter l'analyse purement statistique par des groupements qui ne pouvaient pas apparaître à partir des seules espèces fondamentales.

3.1. — Méthode du carré moyen de contingence.

La détermination des affinités entre espèces, sur la base du critère présence-absence, a été effectuée par le calcul du carré moyen de contingence¹. Cette méthode est équivalente à celle de l'écart-réduit; on en trouvera un exposé complet dans le travail de BONNET [1964].

L'affinité entre deux espèces X et Y est basée sur la probabilité qu'elles ont de coexister dans une même station. Soit C le nombre de stations où X et Y coexistent. A étant le nombre de stations où l'espèce X est présente, B le nombre de stations où l'espèce Y est présente et N le nombre total de stations étudiées, la probabilité P de rencontrer simultanément X et Y dans une station sera :

$$P = \frac{AB}{N}$$

Si $C = P$, le nombre de coïncidences entre X et Y est identique à celui d'une distribution due au hasard,

si $C > P$, il y a affinité entre X et Y,

si $C < P$, il y a incompatibilité entre X et Y.

Dans ces deux derniers cas, le calcul de l'écart-réduit entre P et C,

$$t = \frac{(C - P)}{\sqrt{\frac{A(N - A) B(N - B)}{N^3}}}$$

permet de savoir si $C - P$ diffère significativement de zéro.

Le carré moyen de contingence peut être préféré à l'écart-réduit [BONNET 1965]. Sous la forme de sa racine carrée, il s'exprime par :

$$\Phi = \frac{t}{\sqrt{N}}$$

ou encore :

$$\Phi = \frac{(C - P) N}{\sqrt{A(N - A) B(N - B)}}$$

Les faibles valeurs de A, B et C, ainsi que de N (= 192), rendent nécessaire la correction de YATES pour la continuité :

$$\Phi_c = \frac{(C - P) N - N/2}{\sqrt{A(N - A) B(N - B)}}$$

1. Ce calcul n'a été possible que grâce à l'aide compétente de M. L. BONNET que je tiens à remercier ici.

	<i>M.m.</i>	<i>A.s.</i>	<i>S.i.</i>	<i>D.r.</i>	<i>M.m.</i>	<i>D.d.</i>	<i>A.a.</i>	<i>M.v.</i>	<i>Ph.m.</i>	<i>A.f.</i>	<i>H.p.</i>	<i>M.m.</i>	<i>H.i.</i>
<i>Annitella pyrenaee</i>	1,000 + 0,039	+ 0,016	- 0,011	- 0,058	- 0,124	- 0,102	- 0,054	+ 0,042	- 0,101	- 0,109	- 0,243	- 0,071	- 0,084
<i>Melampophylax mucoreus</i>	1,000	+ 0,389	+ 0,461	+ 0,439	+ 0,187	+ 0,124	- 0,003	+ 0,038	- 0,008	- 0,224	- 0,206	- 0,034	- 0,053
<i>Apatania stylata</i>	1,000	+ 0,427	+ 0,499	+ 0,331	+ 0,120	+ 0,009	- 0,040	- 0,095	- 0,192	- 0,228	- 0,118	- 0,159	
<i>Synagapetus insons</i>	1,000	+ 0,293	+ 0,353	+ 0,390	- 0,024	- 0,161	+ 0,091	- 0,134	- 0,193	- 0,083	- 0,019		
<i>Drusus rectus</i>	1,000	+ 0,464	+ 0,469	+ 0,194	+ 0,233	+ 0,049	- 0,017	- 0,017	- 0,017	- 0,021	- 0,132		
<i>Micrasema morosum</i>	1,000	+ 0,493	+ 0,097	+ 0,052	+ 0,079	+ 0,002	- 0,001	- 0,041	- 0,034				
<i>Drusus discolor</i>	1,000	+ 0,160	+ 0,068	+ 0,117	- 0,134	- 0,054	- 0,083	+ 0,022					
<i>Allogamus auricollis</i>	1,000	+ 0,276	+ 0,034	+ 0,164	+ 0,176	- 0,071	- 0,031						
<i>Micrasema vestitum</i>	1,000	+ 0,238	+ 0,164	+ 0,264	+ 0,095	- 0,031							
<i>Philopolamus montanus</i>	1,000	+ 0,453	+ 0,341	+ 0,384									
<i>Agapetus fuscipes</i>	1,000	+ 0,418	+ 0,290	+ 0,476									
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	1,000	+ 0,257	+ 0,235										
<i>Micrasema minimum</i>	1,000	+ 0,594											
<i>Hydropsyche instabilis</i>	1,000												

FIG. 6. — Affinité (carré moyen de contingence) entre les espèces fondamentales.

Ce dernier coefficient a été utilisé pour tester l'affinité des espèces deux à deux. Il permet « de donner l'évaluation de l'affinité sous une forme ressemblant à celle d'un coefficient de corrélation ... Φ est compris entre -1 et $+1$. Les valeurs voisines de zéro caractérisent l'indépendance entre X et Y » [BONNET 1964, p. 160]. « Il est d'autre part possible d'évaluer, au moyen de la distribution de χ^2 , la signification des valeurs de Φ à un seuil de probabilité donné (en effet, $\chi^2 = N \Phi^2$) » [BONNET 1966, p. 122].

3.2. — Recherche des affinités entre espèces fondamentales.

La matrice d'intercorrélation de la figure 6 donne les différentes valeurs de Φ_c pour les 14 espèces fondamentales comparées deux à deux. Les noyaux d'affinité entre ces espèces ont ensuite été recherchés par la méthode des polygones proposée par BONNET [1964].

Les espèces dont l'affinité réciproque est telle que $\Phi_c \geq 0,290$ (correspondant à un χ^2 de 16,15 et à un seuil de probabilité P voisin ou inférieur à 10^{-4}) sont reliées par des cordes en traits pleins. Les cordes en tirets, relatives aux espèces telles que $0,238 < \Phi_c < 0,290$, correspondent à un seuil de probabilité compris entre 10^{-3} et 10^{-4} (fig. 7).

Les seuils de probabilité choisis ne correspondent pas aux seuils classiques — significatif et hautement significatif [LISON 1958] — habituellement utilisés en biologie. Il semble en effet préférable de s'en tenir ici à des valeurs de Φ élevées, plus en rapport avec le nombre relativement faible de stations prospectées.

3.3. — Les noyaux d'affinité.

L'étude de la figure 7 révèle l'existence de différents noyaux d'affinités.

A. — *Annitella pyrenaica* (A.p.), franchement isolée, est indifférente à la plupart des autres espèces (Φ_c voisin de zéro), parfois même nettement incompatible ($\Phi_c = -0,243$ avec *H. pellucidula*). Il s'agit d'une espèce caractéristique de la zone littorale des lacs d'altitude.

Deux ensembles peuvent être distingués pour les espèces d'eau courante.

B. — Le premier ensemble, avec :

Melampophylax mucoreus
(M. muc.),
Apatania stylata (A. s.),
Synagapetus insons (S. i.),

Drusus rectus (D. r.),
Micrasema morosum (M. mor.),
Drusus discolor (D. d.),

comprend 3 noyaux d'affinité. Chacun d'eux peut être rapporté à un certain type de milieu :

FIG. 7. — Mise en évidence des noyaux d'affinité entre espèces fondamentales (voir texte).

(A. p. : *Annitella pyrenaea*; M. muc. : *Melampophylax mucoreus*; A. s. : *Apantania stylata*; S. i. : *Synagapetus insons*; D. r. : *Drusus rectus*; M. mor. : *Micrasema morosum*; D. d. : *Drusus discolor*; A. a. : *Allogamus auricollis*; M. v. : *Micrasema vestitum*; Ph. m. : *Philopotamus montanus*; A. f. : *Agapetus fuscipes*; H. p. : *Hydropsyche pellucidula*; M. min. : *Micrasema minimum*; H. i. : *Hydropsyche instabilis*).

a) *M. mucoreus* — *A. stylata* — *S. insons* — *D. rectus* vivent dans les sources froides limnocrènes de haute altitude (mousses absentes),

b) *A. stylata* — *S. insons* — *D. rectus* — *M. morosum* dans les sources froides rhéocrènes de haute altitude (mousses présentes).

c) *S. insons* — *D. rectus* — *M. morosum* — *D. discolor* dans les torrents froids de haute altitude.

C. — Le deuxième ensemble, avec :

<i>Philopotamus montanus</i>	<i>Micrasema minimum</i> (M. min.),
(Ph. m.),	<i>Hydropsyche instabilis</i> (H. i.),
<i>Agapetus fuscipes</i> (A. f.),	
<i>Hydropsyche pellucidula</i> (H. p.),	

comprend 2 noyaux d'affinités :

a) *Ph. montanus* — *A. fuscipes* — *H. pellucidula*, des déversoirs des lacs de l'étage subalpin.

b) *Ph. montanus* — *A. fuscipes* — *M. minimum* — *H. instabilis*, des ruisseaux de moyenne altitude.

D. — Par ses liaisons moins importantes (cordes en tirets), *Micrasema vestitum* (M. v.) assure l'enchaînement entre les deux ensembles précédents. Ces derniers peuvent être assimilés à deux grandes tendances : espèces sténothermes et espèces eurythermes. Ceci souligne dès à présent l'importance du régime thermique sur lequel des précisions seront apportées par la suite. *M. vestitum* est caractéristique de certains milieux d'eau courante situés vers 1 000 m d'altitude, ombragés et bien alimentés par des sources voisines.

3.4. — Discussion.

Cette représentation de la faune trichoptérologique de la vallée d'Aure ne doit pas faire oublier deux sources possibles de subjectivité.

— Les stations prospectées ont une densité plus élevée à haute altitude où la plus grande partie de ces recherches a été réalisée. Près des 2/3 des stations sont situées au-dessus de 1 800 m; ceci est loin de correspondre à une répartition homogène sur l'ensemble de la vallée d'Aure.

— Les calculs portent sur les espèces qualifiées de fondamentales d'après leur fréquence dans les classes d'abondance les plus élevées. Il ne peut être rendu compte de certains milieux particuliers où elles n'existent pas (mares temporaires, rochers suintants ...).

Aussi les compléments apportés au schéma précédent seront-ils de deux ordres :

1° Certaines espèces montrent des valeurs réciproques de Φ voisines de zéro. Elles peuvent néanmoins être récoltées ensemble dans les classes d'abondance les plus élevées (III et IV). Il existe donc entre elles une affinité cénotique dont le carré moyen de contingence ne rend pas compte, par suite de la distribution des stations signalée ci-dessus.

Ces espèces sont reliées par des cordes en pointillés dans la figure 7. Il s'établit ainsi divers contacts entre les deux tendances d'eau courante :

a) La liaison *H. instabilis* — *M. mucoreus* correspond aux régions des sources de moyenne montagne alimentant les ruisseaux à *H. instabilis* — *M. minimum* — *A. fuscipes* — *Ph. montanus*.

b) La liaison *D. rectus* — *M. morosum* — *H. pellucidula* correspond à des ruisseaux à forte pente, tel l'Espiaube, subissant à la fois les influences de haute et moyenne altitude.

c) Enfin le noyau *S. insons* — *D. discolor* — *Ph. montanus* est abrité, en haute montagne, par des ruisseaux à forte amplitude journalière de température en été.

2° Les peuplements de certains milieux particuliers, pauvres en espèces, doivent être ajoutés :

— les rochers suintants à *Stactobia*,

— les mares temporaires d'altitude à *Limnephilus bipunctatus* et à *Limnephilus centralis*,

— les ruisselets de la prairie subalpine à *Stenophylax*.

Enfin le peuplement de la dernière station sur la Neste d'Aure n'a pu être rattaché aux précédents. Il est caractérisé par la présence abondante de *Psychomyia pusilla* et doit être cité à part. En remontant le cours de la Neste on assiste au remplacement de ces espèces par des formes de rivières de montagne dont *Rh. occidentalis* est une des plus caractéristiques.

3.5. — Espèces fondamentales et caractéristiques — Espèces dominantes.

La distinction entre « espèces fondamentales », ubiquistes, présentes dans plusieurs types de milieux et « espèces caractéristiques », indicatrices de biotopes déterminés est souvent délicate. « Il n'y a pas de différences essentielles entre les espèces caractéristiques et les espèces fondamentales, ou plutôt il y a moins une différence de nature que de degré dans la sténotopie » [CASSAGNAU 1961].

Les 14 espèces considérées ici comme fondamentales sont les plus fréquentes dans les classes d'abondance les plus élevées; elles peuvent être indifféremment eurytopes ou sténotopes. Leurs associations caractérisent les groupements.

Toutefois, en plus des noyaux d'affinités, une attention spéciale doit être apportée aux espèces du genre *Rhyacophila*. Elles ont été écartées des espèces fondamentales par suite de leur faible pouvoir de multiplication. Leur mode de ponte, par œufs isolés, entraîne des pertes importantes et le degré d'abondance est souvent limité

aux classes inférieures. Elles n'en jouent pas moins un rôle important dans les groupements de Trichoptères.

— Par leur rôle prédateur et leurs possibilités de déplacement, elles agissent sur la composition faunistique d'une station et peuvent être considérées comme des « formes dominantes » [WHITTAKER 1966].

— La vicariance est particulièrement nette au sein du genre; le degré de fidélité des espèces est par suite, élevé et les *Rhyacophila* sont de bonnes espèces caractéristiques des groupements de Trichoptères.

— Enfin, la détermination des larves de *Rhyacophila* est possible sur l'ensemble du versant nord-pyrénéen [DESPAX 1928, DÉCAMP 1965, 1966]. On entrevoit donc la possibilité de comparer des portions de cours d'eau d'après les *Rhyacophila* qu'elles abritent. Cette étude sera entreprise dans un article ultérieur; dans le présent travail, chaque groupement d'eau courante de la vallée d'Aure sera caractérisé par une ou plusieurs espèces du genre *Rhyacophila*.

3.6. — Groupements envisagés.

Au total, les groupements d'espèces suivants ont été retenus :

A. — Groupement des lacs de haute altitude :

1. *A. pyrenaea*.

B. — Groupements des sources et ruisseaux froids de haute altitude :

2. *M. mucoreus* — *A. stylata* — *S. insons* — *D. rectus* (sources).

3. *A. stylata* — *S. insons* — *D. rectus* — *M. morosum* (sources).

4. *S. insons* — *D. rectus* — *M. morosum* — *D. discolor* (torrents à *Rh. contracta* — *Rh. evoluta*).

C. — Groupements des ruisseaux à forte amplitude thermique :

5. *Ph. montanus* — *A. fuscipes* — *H. pellucidula* (déversoirs de lacs à *Rh. meridionalis* — *Rh. evoluta*).

6. *Ph. montanus* — *A. fuscipes* — *M. minimum* — *H. instabilis* (ruisseaux de basse montagne à *Rh. mocsaryi*).

D. — Groupements intermédiaires entre B et C :

7. *H. instabilis* — *M. mucoreus* (sources à *Rh. praemorsa*).

8. *D. rectus* — *M. morosum* — *H. pellucidula* (ruisseaux de moyenne montagne à *Rh. martynovi*).

9. *M. vestitum* (ruisseaux de moyenne montagne à *Rh. occidentalis*).

10. *S. insons* — *D. discolor* — *Ph. montanus* (ruisseaux déversoirs de tourbières froides en haute altitude).

E. — Groupements de rivière :

11. *P. pusilla* (stations de la basse Neste à *Rh. dorsalis* — *Rh. meridionalis*).
12. Stations de la moyenne Neste (à *Rh. occidentalis* — *Rh. meridionalis*).

F. — Groupements divers :

13. Ruisselets de haute altitude à *S. sequax*.
14. Rochers suintants à *Stactobia*.
15. Mares temporaires à *L. bipunctatus*.
16. Sources diverses.

Les groupements de Trichoptères ainsi établis sont basés sur les affinités réciproques entre espèces, c'est-à-dire sur la tendance des espèces à cohabiter ensemble. Ils ne sont évidemment pas sans rapports avec le contexte écologique dans lequel vivent les espèces étudiées. Ainsi, chaque groupement peut-il être défini par ses composantes spécifiques et par ses composantes écologiques; leurs rapports et leurs variations sont précisés dans le paragraphe suivant consacré à l'analyse des groupements.

4. — ANALYSE DES GROUPEMENTS

L'analyse de chaque groupement comprend :

— *Les composantes spécifiques.* En principe, les « espèces constantes » sont présentes dans plus de la moitié des stations renfermant le groupement, les « espèces accessoires » dans moins de la moitié mais dans plus de 25 %. Pour certains groupements peu représentés, la distinction n'a pas été faite entre espèces constantes et accessoires.

— *Les stations types.* Les communautés des stations types comprennent l'ensemble des espèces constantes et au moins une des espèces accessoires. Ce sont les stations dans lesquelles le groupement considéré est le mieux représenté.

— *Les composantes écologiques.* Les caractéristiques générales des stations sont brièvement rappelées (voir Chapitre I et Annexe).

— *Les divers habitats.* A l'intérieur des stations types, différents habitats peuvent être distingués. Pour chacun d'eux, la composition centésimale indique l'abondance relative des espèces et leurs préférences.

La dispersion des pourcentages peut être traduite par l'écart-type de l'ensemble des valeurs à la moyenne :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x)^2}{N - 1}}$$

$\sum (x_i - x)^2$: somme des carrés des écarts $x_i - x$ de chaque pourcentage à la moyenne x .

N : nombre d'espèces.

Ces calculs ont été réalisés sur plusieurs prélèvements dans chacun des habitats des stations types. Les valeurs élevées de σ indiquent des habitats où une des espèces prédomine quantitativement, les valeurs les plus faibles sont atteintes dans des habitats hébergeant un grand nombre d'espèces également représentées.

— *Les rapports avec les autres groupements.* La citation de groupements juxtaposés, indispensable pour rendre compte des différentes tendances ressenties lors d'une étude de terrain ne doit pas masquer la réalité fondamentale de l'écologie des eaux courantes. Les variations entre les biocénoses sont caractérisées en premier lieu par leur continuité. Les limites bien tranchées sont l'exception; les mélanges, les zones de contact ou de transition sont la règle générale. Aucune coupure nette, aucune zonation systématique ne peut rendre compte entièrement de la complexité des interférences entre les communautés d'habitats voisins ou de deux portions de cours d'eau. A partir de stations types hébergeant le groupement envisagé, des tendances diverses apparaissent dans le peuplement des autres stations et il est souvent embarrassant de classer la faune d'une station donnée dans l'un ou l'autre de deux groupements voisins.

4.1. — Groupements du type A : lacs de haute montagne.

— GROUPEMENT 1 A ANNITELLA PYRENAEA (fig. 8).

1. — Composantes spécifiques.

Espèces constantes : *Polycentropus flavo-maculatus*, *Limnephilus gadarramicus*, *Potamophylax latipennis*, *Annitella pyrenaica*.

Espèces accessoires : *Cyrrhus cintronus*, *Limnephilus centralis*, *Sericostoma personatum*.

Autres espèces : 15.

2. — *Stations types.* Lac Supérieur d'Estibère (2.4); lac Long d'Estibère (2.18); lac moyen de Bastan (1.5); Gourge de Nère n° 2 (1.14).

3. — *Composantes écologiques.* Ce groupement peuple les régions littorales des lacs subalpins dans le Massif de Néouvielle. Les dimensions et profondeurs de ces lacs sont généralement faibles et les différences de température entre le fond et la surface peu importantes [ANGELIER 1961]. Toutefois, les prélèvements de Trichoptères ont été effectués dans les golfes de la zone littorale peu profonde, où les températures maximales peuvent être notablement plus élevées : 19° C au lac Supérieur d'Estibère (2.4), 20° C au lac Long d'Estibère (2.18). Les travaux publiés sur la flore et la faune des lacs du vallon d'Estibère [CHOUARD et PRAT 1929, PRAT et CHOUARD 1928, CHOUARD 1931, ANGELIER 1961] mon-

trent un passage progressif du type oligotrophe vers le type dystrophe des lacs les plus élevés aux lacs les plus bas, ainsi qu'une tendance des espèces à se substituer les unes aux autres en fonction de l'altitude, avec dominance des éléments boréo-alpins dans les lacs supérieurs. L'altitude élevée entraîne un dégel tardif, les lacs étant gelés 6 à 7 mois par an dans le vallon d'Estibère.

4. — *Variations, rapports avec les autres groupements.* La faune des lacs du Massif de Néouvielle comprend 7 espèces constantes et accessoires; elles sont pour la plupart répandues dans toute l'Europe. *A. pyrenaea* est une endémique pyrénéenne, *L. gadarramicus* décrite d'Espagne [SCHMID 1954] est à la limite Nord de sa répartition dans les Pyrénées françaises.

Les lacs les plus froids — Gourg de Nère, lac Supérieur d'Estibère, lac Long — abritent *A. pyrenaea*, *L. gadarramicus*, *P. latipennis*, *P. flavo-maculatus*. Dans les lacs les moins élevés — lac Inférieur d'Estibère, lac d'Anglade — ou chez lesquels l'exposition entraîne des conditions de t° et d'enneigement moins sévères, — lacs de Bastan —, on assiste à la disparition progressive des deux premières espèces (*A. pyrenaea*, *L. gadarramicus*) alors que *P. latipennis* et *P. flavo-maculatus* se maintiennent et forment toujours une part importante du peuplement. D'autres espèces viennent s'ajouter : *H. radiatus*, *C. cintranus*, *L. centralis* ainsi que plusieurs autres espèces de basse et moyenne montagne.

On relève la présence dans les lacs d'altitude d'espèces habituellement récoltées en eau courante : *P. cingulatus*, *P. latipennis*, *P. flavo-maculatus* et *H. radiatus*. En haute altitude, *P. cingulatus* se trouve indifféremment dans les sources, les lacs froids ou les torrents. De même *Ch. villosa*, caractéristique des sources et des ruisselets de source en altitude moyenne vit à la fois dans les lacs et les sources de haute altitude.

Les espèces de basse montagne atteignent leurs altitudes les plus élevées dans les lacs les mieux exposés. Le bassin des lacs de Bastan, — le mieux exposé —, reçoit le maximum de rayons solaires; le dégel est plus rapide, les températures moyennes plus élevées. Ces conditions permettent à certaines espèces de plaine de remonter jusque vers 2 300 m. *M. azurea* et *L. extricatus* atteignent 50 % du peuplement en Trichoptères; on ne les retrouve que très rarement dans les autres lacs du bassin.

Deux types de milieux particuliers bordent les lacs.

— D'une part, chaque lac est accompagné par de petites mares très peu profondes, alimentées par les déversoirs; l'eau atteint en été des températures parfois beaucoup plus élevées que dans les lacs eux-mêmes.

— D'autre part, en bordure de chacun de ces lacs se trouvent une ou plusieurs petites sources froides. Elles se déversent dans

FIG. 9. — Schéma de la répartition de quelques espèces d'eau dormante dans trois lacs du vallon d'Estibère.

les lacs par des ruisselets d'une vingtaine de mètres, entrecoupés de vasques à eau calme; la température reste continuellement influencée par celle de la source.

Trois lacs du vallon d'Estibère montrent cette disposition (fig. 9) : le lac Long (2.18), le lac d'Anglade (2.22) et le lac Supérieur (2.25).

— Dans les mares voisines du lac Inférieur, certaines espèces de plaine peuvent subsister : *H. digitatus*, *S. personatum*. Elles ne se retrouvent pas dans le lac lui-même et sont absentes aux altitudes supérieures.

— Des espèces comme *H. radiatus*, *C. cintranus* récoltées dans les lacs les plus bas, ne subsistent vers le haut que dans les mares voisines des lacs d'Anglade et du lac Long.

— Inversement, *A. pyrenaea* peuple abondamment les lacs supérieurs froids (lac Supérieur d'Estibère, Grand lac de Port-Bieil).

Fig. 10. — Stations correspondant aux groupements 2 et 3.

Elle disparaît aux lacs d'Anglade et Inférieur d'Estibère et ne subsiste que dans les vasques directement alimentées par les sources froides où elle vient s'ajouter aux espèces caractéristiques de ces sources.

4.2. — Groupements du type B : milieux froids de haute altitude.

— GROUPEMENT 2 (fig. 10).

1. — Composantes spécifiques.

Espèces constantes : *Synagapetus insons*, *Apatania stylata*, *Drusus rectus*, *Melampophylax mucoreus*.

Espèces accessoires : *Rhyacophila contracta*, *Plectrocnemia laetabilis*, *Potamophylax cingulatus*, *Chaetopteryx villosa*, *Annitella pyrenaica*.

Autres espèces : 8.

2. — *Stations types*. Source rive N. du lac du Gourguet (1.17); source dans la région supérieure d'Estibère (2.6); source sur rive gauche affluent de Cap-de-Long (2.15); source entre Gourg de Rabas et Aumar (3.2); ruisseau sur rive N.-E. du lac d'Aumar (3.4); source de la tourbière d'Aumar (3.14); tourbière Despax, 50 m après la source (3.19); source rive gauche du ruisseau de Badet (8.2).

3. — *Composantes écologiques*. Ce groupement habite les sources froides et leurs ruisselets émissaires en haute altitude, le plus souvent dans la prairie subalpine. Les eaux sont claires et peu profondes. En courant lent et modéré, le substrat est formé de graviers et de cailloux clairs; sur les bords s'accumule une fine vase végétale accompagnée de brindilles de pin. Les températures, qui oscillent fréquemment entre 3 et 5° C, culminent à 8 et 9° C en certaines stations. L'oxygénation est voisine de la saturation, le pH neutre ou légèrement basique (6,9 à 8), les eaux sont très peu minéralisées (alcalinité : 30-35 ppm, dureté : 15-30 ppm, χ_{18} : 31-50 micromhos/cm).

4. — *Divers habitats*. Les prélèvements effectués dans les stations types peuvent être regroupés en 3 catégories, correspondant aux habitats suivants :

- pierres en courant modéré ($v > 20-25$ cm/s);
- pierres en courant très lent à lent ($v < 20-25$ cm/s);
- vase en courant nul.

Le tableau III montre une très nette préférence de *S. insons* pour les courants les plus forts où il forme 67 % de la population trichoptérologique, suivi d'*A. stylata* (28,7 %). Cette dernière espèce est dominante sur les pierres en courant très lent à lent (85,3 %),

où le pourcentage de *S. insons* tombe à 6,1 %. Enfin *M. mucoreus* domine en courant nul dans les milieux vaseux.

L'écart-type de la distribution des pourcentages de l'ensemble des Trichoptères est élevé pour les trois habitats considérés.

TABLEAU III. — Stations types du groupement 2; pourcentages de larves récoltées dans les habitats : pierres en courant modéré (P. C. m.), pierres en courant lent (P. C. l.) vase en courant nul (V. C. n.).

	P. C. m.	P. C. l.	V. C. n.
<i>Rh. contracta</i> ...	0,8	—	—
<i>S. insons</i>	67,0	6,1	0,2
<i>P. laetabilis</i>	0,5	0,7	0,4
<i>A. stylata</i>	28,7	85,3	3,1
<i>D. rectus</i>	1,6	4,8	1,7
<i>P. cingulatus</i> ..	—	0,2	0,6
<i>M. mucoreus</i>	0,4	2,4	82,2
<i>Ch. villosa</i>	0,3	0,2	9,0
<i>A. pyrenaea</i>	0,3	0,2	1,9
Autres espèces ..	(3 esp.) 0,4	(1) 0,1	(1) 0,9
Total individus ..	909	2 172	410
Total espèces ...	11	9	9
Ecart-type	$\sigma = 21$	$\sigma = 27,9$	$\sigma = 26,8$

5. — *Rapports avec les autres peuplements.* Comme pour toutes les stations d'eau courante qui font l'objet de cette étude, ce groupement, bien caractérisé dans quelques stations, présente des modifications diverses, traduisant un passage continu vers d'autres types de groupements.

— La première tendance correspond à la présence d'espèces de courant rapide ou très rapide, tels les *Rhyacophila* ou *Drusus discolor*, témoignant de l'absence de limite nette entre les sources et les torrents de haute altitude.

— La deuxième tendance est marquée par la présence, — assez importante pour en faire une espèce accessoire —, d'*Annitella pyrenaea* dans les sources bordant les lacs les moins élevés de la prairie subalpine.

— On note enfin la présence de *Rh. martynovi*, *Ph. montanus* et *W. tri. triangulifera* dans des sources situées à la limite inférieure de l'étage subalpin, dans des vallées moins isolées des altitudes moyennes que ne le sont, par exemple, le vallon d'Estibère ou le plateau d'Aumar.

— GROUPEMENT 3 (fig. 10).

1. — Composantes spécifiques.

Espèces constantes : *Synagapetus insons*, *Apatania stylata*, *Drusus rectus*, *Micrasema morosum*.

Espèces accessoires : *Rhyacophila contracta*, *Rh. evoluta*, *Plectrocnemia laetabilis*, *P. scruposa*, *Rhadicleptus spinifer*, *Potamo-phylax cingulatus*, *Chaetopteryx villosa*.

Autres espèces : 5.

TABEAU IV. — Stations types du groupement 3; pourcentages de larves récoltées dans les habitats : pierres en courant modéré (P. C. m.), pierres en courant lent (P. C. l.), vase en courant nul (V. C. n.), mousses.

	P. C. m.	P. C. l.	V. C. n.	Mousses
<i>Rh. contracta</i> ...	1,4	0,1	—	1,5
<i>Rh. evoluta</i>	1,7	—	—	—
<i>S. insons</i>	66,1	18,8	3,7	4,5
<i>P. laetabilis</i>	—	1,7	1,8	—
<i>P. scruposa</i>	11,3	5,5	1,8	7,6
<i>A. stylata</i>	11,2	58,8	3,7	4,5
<i>D. rectus</i>	0,8	2,9	3,7	1,5
<i>Rh. spinifer</i>	—	0,1	—	14,7
<i>P. cingulatus</i>	—	0,1	—	—
<i>M. mucoreus</i>	0,6	3,4	19,9	6,1
<i>Ch. villosa</i>	0,5	3,4	69,1	—
<i>M. morosum</i>	3,6	3,2	—	56,1
Autres espèces ..	2,8 (4 esp.)	2,0 (1)	—	3,5 (4)
Total individus ..	831	1 147	107	136
Total espèces ...	13	12	7	12
Écart-type	$\sigma = 18$	$\sigma = 16,6$	$\sigma = 26,6$	$\sigma = 17$

2. — *Stations types*. Ruisseau affluent du lac Supérieur d'Estibère (2.3); ruisseau tourbeux dans la région supérieure d'Estibère (2.7); source sur rive droite du ruisseau de Cap-de-Long (4.2); deuxième affluent rive droite du ruisseau d'Estaragne dans le cirque inférieur (5.9).

3. — *Composantes écologiques et divers types d'habitat*. Ce groupement constitue une variante du précédent et les milieux habités sont du même type avec toutefois des courants souvent plus rapides et des mousses abondantes.

Les prélèvements effectués dans les stations types peuvent être regroupés en quatre habitats distincts (tableau IV) :

- les pierres en courant modéré,
- les pierres en courant très lent à lent,
- les pierres et vase en courant nul,
- les pierres faiblement recouvertes de mousses.

On note les mêmes espèces dominantes — *S. insons* et *A. stylata* — que précédemment en courant modéré et lent. Les autres différences sont dues, d'une part à la présence de mousses : *M. morosum* (dominant dans les mousses) peuple les pierres en courant lent et modéré, d'autre part à la plus grande étendue des milieux vaseux : *Ch. villosa* domine largement en courant nul, *P. laetabilis* et surtout *P. scruposa* forment une partie notable du peuplement dans les différents habitats. Les valeurs de σ , moins importantes, traduisent des différences moins marquées entre les pourcentages de l'ensemble des espèces sur les substrats pierreux; les milieux vaseux présentent un σ toujours assez élevé.

— GROUPEMENT 4 A RHYACOPHILA CONTRACTA — RH. EVOLUTA (fig. 11).

1. — *Composantes spécifiques*.

Espèces constantes : *Rhyacophila contracta*, *Rh. evoluta*, *Rh. tristis*, *Synagapetus insons*, *Drusus discolor*, *D. rectus*, *Micrasema morosum*.

Espèces accessoires : *Rhyacophila angelieri*, *Plectrocnemia laetabilis* ou *scruposa* (?), *Apatania stylata*, *Potamophylax cingulatus*, *Melampophylax mucoreus*, *Allogamus auricollis*.

Autres espèces : 11.

2. — *Stations types*. Ruisseau d'Estaragne dans la Prade des Alhets (5.4); affluent rive droite du ruisseau d'Estaragne, au-dessus du chemin de la Prade des Alhets (5.15); ruisseau de Badet (8.1); ruisseau des Granges d'Ourtigué (15.5).

3. — *Composantes écologiques*. Ces stations sont situées dans les torrents froids et rapides, alimentés le plus souvent par la fonte des névés dans l'étage subalpin et le haut de l'étage monta-

	1.1	1.2	3.3	4.1	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.8	5.11	5.15	8.1	9.2	10.2	11.1	13.2	15.1	15.5	16.1	16.2	16.4	17.2
Rh. angelieri ..				*		*	*	*				*								*		*	*	*
Rh. contracta ..	*									*	*			*		*		*	*	*	*	*	*	*
Rh. evoluta			*							*	*								*	*	*	*	*	*
Rh. martynovi ..																*				*				*
Rh. occidentalis																				*				
Rh. rupta												*								*				
Rh. tristis					*	*		*				*	*			*		*	*	*	*	*	*	*
S. insons	*	*								*			*	*				*		*	*	*	*	*
Ph. montanus ...																*	*							
W. tri. triang.		*																		*				
P. geniculata ..																	*							
P. laetabilis ..	*						*		*			*				*				*		*	*	*
P. scruposa				*				*					*											*
A. stylata											*	*	*					*	*	*	*	*	*	*
D. discolor	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
D. rectus		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
P. cingulatus ..	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
M. mucoreus			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
A. auricollis ..	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ch. villosa							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
S. graellsii																			*	*	*	*	*	*
M. morosum	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
M. vestitum																			*	*	*	*	*	*
Th. gallicum ...								*				*		*					*	*	*	*	*	*

FIG. 11. — Stations correspondant au groupement 4.

gnard. Le plus caractéristique de ces torrents dans le bassin de la vallée d'Aure est le ruisseau d'Estaragne.

Les eaux sont toujours froides et bien oxygénées, le pH neutre ou basique (7 à 8,2). Suivant la nature des terrains traversés (calcaires ou granitiques), les valeurs varient de 30 à 80 ppm pour l'alcalinité et la dureté totale, de 52 à 125 micromhos/cm pour la conductivité.

4. — *Divers habitats.* Quatre habitats peuvent être distingués dans les stations types :

- les pierres en courant rapide à très rapide,
- les pierres en courant lent à modéré,
- les pierres en courant nul (ces 2 habitats existent dans les diverticules du lit principal ou à la faveur d'un replat de terrain),
- les mousses en courant rapide.

Les différences dans les peuplements sont assez nettes (tableau V).

— Les pierres en courant rapide ou très rapide sont marquées par la dominance des espèces du genre *Rhyacophila* et surtout de *Drusus discolor* dont les larves vivent accrochées aux pierres, serrées les unes contre les autres.

— Dans les pierres à courant lent, les pourcentages importants d'*Apatania stylata* (52,3) ainsi que celui moindre de *Synagapetus insons* (5,4), rappellent les peuplements observés dans les sources froides.

— Deux espèces dominent dans les mousses : *Drusus discolor* (43,7 %) et *Micrasema morosum* (41,6 %).

— Certaines espèces présentent des pourcentages toujours notables dans chacun des habitats : *A. stylata*, *D. discolor*, *M. morosum*.

— Les pourcentages sont inversés pour *Rh. contracta* et *Rh.*

TABLEAU V. — Stations types du groupement 4 : pourcentages de larves récoltées dans les habitats : pierres en courant rapide à très rapide (P. C. r.), pierres en courant modéré à lent (P. C. m. l.), pierres en courant nul (P. C. n.) et mousses en courant rapide (M. C. r.).

	P. C. r.	P. C. m. l.	P. C. n.	M. C. r.
<i>Rh. angelieri</i>	2,3	—	—	—
<i>Rh. contracta</i> ...	3,7	0,2	0,1	5,3
<i>Rh. evoluta</i>	12,2	0,2	—	2,1
<i>Rh. tristis</i>	1,1	—	—	0,5
<i>S. insons</i>	1,1	5,4	1,7	—
<i>P. laetabilis</i>	—	0,5	0,3	—
<i>A. stylata</i>	5,8	52,3	5,9	4,7
<i>D. discolor</i>	55,3	19,9	8,6	43,7
<i>D. rectus</i>	4,6	4,2	7,8	1,8
<i>P. cingulatus</i>	0,1	—	—	—
<i>M. mucoreus</i>	—	1,0	1,9	—
<i>A. auricollis</i>	4,7	9,8	69,2	—
<i>M. morosum</i>	7,8	5,1	4,3	41,6
Autres espèces ..	1,3 (3 esp.)	1,4 (3)	0,2 (2)	0,3 (1)
Total individus ..	1 033	762	1332	1954
Total espèces ...	14	13	11	8
Écart-type	$\sigma = 15,5$	$\sigma = 14,5$	$\sigma = 20,2$	$\sigma = 18,7$

evoluta dans les pierres et dans les mousses; la première de ces espèces est plus nettement muscicole que la seconde.

— Les valeurs de σ , toujours assez élevées, sont moins importantes cependant en courant rapide qu'en courant nul.

5. — *Rapports avec les autres peuplements.* Les interférences avec les peuplements des sources, déjà signalées plus haut, sont marquées ici par la présence, parfois abondante, d'*A. stylata* et de *M. mucoreus* dans les parties les plus calmes des torrents. Elles traduisent, d'une manière particulièrement claire dans ces 3 groupements, l'impossibilité d'établir des coupures nettes entre les peuplements des différents milieux. Les critères utilisés de présence ou d'absence des espèces ne sont valables qu'à la limite et s'il est exact que des populations importantes de *D. discolor* ne s'établissent qu'en présence de courant rapide ou très rapide et qu'*A. stylata* ou *M. mucoreus* tendent à être absentes de ces mêmes courants rapides ou très rapides, tous les intermédiaires existent entre les deux types de milieu et entre les deux types de peuplement.

Lorsque les amplitudes de température augmentent, dans les stations assez éloignées des sources pour que l'influence des variations thermiques quotidiennes puisse être ressentie, on note l'apparition d'*Allogamus auricollis* dans les parties calmes où cette espèce vient remplacer *D. rectus*.

Les stations les plus basses, ou situées dans les vallées ouvertes sur la plaine de la Neste d'Aure (ruisseau de la Mousquère, ruisseau du Lavedan) abritent des espèces de moyenne altitude : *Rh. martynovi*, *Rh. occidentalis*, *S. graellsii*, *M. vestitum*.

Ces trois tendances coexistent dans une même station (15.5) de la vallée du ruisseau de la Mousquère où des espèces de moyenne montagne et de sources froides voisines viennent s'ajouter au noyau caractéristique du groupement.

4.3. — Groupements du type C : eaux courantes à forte amplitude thermique

— GROUPEMENT 5 A *RHYACOPHILA MERIDIONALIS* — *RH. EVOLUTA* (fig. 12).

1. — Composantes spécifiques.

Espèces constantes : *Rhyacophila evoluta*, *Rh. meridionalis*, *Rh. tristis*, *Agapetus fuscipes*, *Philopotamus montanus*, *Hydropsyche pellucidula*, *Potamophylax latipennis*, *Odontocerum albicorne*, *Sericostoma personatum*.

Espèces accessoires : *Rhyacophila mocsaryi*, *Plectrocnemia scurposa*, *Silo graellsii*, *Thremma gallicum*.

Autres espèces : 19.

2. — *Stations types*. Ruisseau déversoir du lac Supérieur d'Estibère (2.5); ruisseau déversoir des méandres du cirque inférieur d'Estibère (2.29).

	1.7	1.12	1.19	1.23	2.5	2.10	2.14	2.19	2.20	2.27	2.29	3.6	3.23	3.28	6.7	13.4
<i>Rh. contracta</i>					.											
<i>Rh. evoluta</i>		.			.					.	.			.		
<i>Rh. laevis</i>																.
<i>Rh. meridionalis</i> .				.		.	.	.			.			.		
<i>Rh. mocsaryi</i>	.	.		.							.					
<i>Rh. occidentalis</i> .				.											.	
<i>Rh. praemorsa</i>															.	
<i>Rh. rupta</i>											.					
<i>Rh. tristis</i>		.	.		.				.	.				.	.	.
<i>G. conformis</i>										.						
<i>A. fuscipes</i>															.	
<i>Ph. montanus</i>								.					.			
<i>Ph. variegatus</i> ...																
<i>W. tri. triang.</i> ..															.	
<i>P. geniculata</i>																
<i>P. scruposa</i>	.	.	.													.
<i>P. flavo-maculatus</i>										.						
<i>H. pellucidula</i> ...																
<i>D. discolor</i>									.							
<i>D. rectus</i>	.								.							
<i>P. cingulatus</i>								.								
<i>P. latipennis</i>				.	.	.			.	.	.			.	.	
<i>H. radiatus</i>										.					.	
<i>M. mucoreus</i>												.				
<i>S. sequax</i>																
<i>Ch. villosa</i>						.			.							
<i>A. pyrenaea</i>							.							.		
<i>O. albicorne</i>	.			.	.			.			.	.	.		.	
<i>S. graellsii</i>	.			.							.					
<i>M. morosum</i>		.														
<i>S. personatum</i>	.	.		.	.			.		.					.	.
<i>Th. gallicum</i>													.	.		

FIG. 12. — Stations correspondant au groupement 5.

3. — *Composantes écologiques.* Avec pour noyau caractéristique *A. fuscipes* — *Ph. montanus* — *H. pellucidula*, ce groupement vit dans les déversoirs des lacs de la prairie subalpine. Le caractère essentiel de ces milieux est leur grande dépendance vis-à-vis du régime thermique des lacs qui les alimentent. Les températures maximales atteignent, en été, de fortes valeurs : 16,5° C et 20,5° C dans les deux stations types, jusqu'à 25° C dans le ruisseau déversoir du lac inférieur d'Estibère (2.27). Les débits, importants lors de la fonte des neiges, peuvent s'affaiblir considérablement au mois d'août avec la baisse du niveau de l'eau dans les lacs. La teneur en oxygène dépasse largement la saturation durant la journée dans les déversoirs des lacs à végétation importante; pH : 7 à 7,7. La minéralisation des eaux peut être faible (ruisseau déversoir des Laquettes : station 3.28); elle augmente lorsque les lacs ne sont plus situés sur terrain granitique (ruisseau déversoir des lacs de Bastan : station 1.7), mais les valeurs de l'alcalinité (20-55 ppm), de la dureté (10-55 ppm) et de la conductivité (16-85 micromhos/cm) restent comparables à celles des milieux précédents.

4. — *Divers habitats.* Deux habitats ont été considérés dans les stations types (tableau VI) :

- les pierres en courant rapide à très rapide,
- les pierres en courant lent à modéré.

On constate dans le premier de forts pourcentages pour *Ph. montanus* (57,6) et *H. pellucidula* (30,9), dans le second la dominance d'*A. fuscipes* (59,3), alors qu'*H. pellucidula* (20,9) demeure toujours abondant. *Rh. meridionalis* forme une partie appréciable du peuplement dans les deux habitats. Les écarts-types de la distribution des pourcentages sont comparables aux valeurs les plus faibles des milieux précédents.

5. — *Rapports avec les autres peuplements.* Les températures estivales, généralement élevées, permettent à une faune différente de celle des milieux précédents de s'établir dans les déversoirs des lacs de l'étage subalpin. C'est ici que bon nombre d'espèces de basse et moyenne montagne atteignent leur altitude maximale : *Rh. mocsaryi*, *Rh. occidentalis*, *G. conformis*, *O. albicorne*, *S. graellsii* et *S. personatum*, ainsi qu'*A. fuscipes*, *Ph. montanus* et *H. pellucidula* qui, par leur fréquence et leur abondance, forment le noyau caractéristique de ces milieux.

Ce groupement présente donc une grande analogie avec les milieux d'altitude moyenne dont il ne constitue qu'un prolongement dans l'étage subalpin.

Dans les déversoirs des lacs les plus élevés, quelques rares espèces des groupement 1, 2 et 3 peuvent venir s'ajouter aux précédentes : *Rh. contracta*, *P. cingulatus*, *M. mucoreus*, et *M. morosum*.

TABLEAU VI. — Stations types du groupement 5; pourcentages de larves récoltées dans les habitats : pierres en courant rapide (P. C. r.), pierres en courant modéré à lent (P. C. m. l.).

	P. C. r.	P. C. m. l.
<i>Rh. evoluta</i>	—	1,4
<i>Rh. meridionalis</i> .	2,7	3,6
<i>Rh. mocsaryi</i> . . .	0,1	—
<i>Rh. tristis</i>	0,7	1,8
<i>A. fuscipes</i>	5,2	59,3
<i>Ph. montanus</i> . . .	57,6	1,8
<i>P. scruposa</i>	1,0	1,4
<i>H. pellucidula</i> . .	30,9	20,9
<i>P. latipennis</i>	0,3	0,3
<i>O. albicorne</i>	1,0	1,8
<i>S. graellsii</i>	—	1,8
<i>S. personatum</i> . .	0,2	1,4
<i>Th. gallicum</i>	0,2	3,6
Autres espèces . .	0,1 (1 esp.)	0,9 (3)
Total individus . .	1 019	278
Total espèces . . .	12	15
Écart-type	$\sigma = 17,8$	$\sigma = 15,5$

Enfin, les parties calmes de certaines stations (2.5, 2.27) abritent des formes récoltées habituellement dans les lacs voisins : *P. flavo-maculatus*, *A. pyrenaica*.

— GROUPEMENT 6 A RHYACOPHILA MOCSARYI (fig. 13).

1. — Composantes spécifiques.

Espèces constantes : *Rhyacophila evoluta*, *Rh. martynovi*, *Rh. mocsaryi*, *Rh. tristis*, *Glossosoma conformis*, *Agapetus fuscipes*, *Philopotamus montanus*, *Hydropsyche instabilis*, *Odontocerum albicorne*, *Silo graellsii*, *Micrasema minimum*, *Sericostoma personatum*.

Espèces accessoires : *Rhyacophila denticulata*, *Rh. eatoni*, *Rh. rupta*, *Hydropsyche pellucidula*, *Potamophylax cingulatus*, *P. lati-*

	18.2	19.2	19.3	19.4	19.5	20.3	20.4	21.1	22.3	22.4	24.1	25.3	25.4
Rh. denticulata					.								
Rh. dorsalis					.								
Rh. eatoni			.			.	.				.		
Rh. evoluta	.		.			.	.						
Rh. fasciata													
Rh. martynovi						.	.	.	.		.		
Rh. meridionalis							.	.					
Rh. mocsaryi	.		.		.	.	.		.	.	.	.	.
Rh. oblitterata					.								
Rh. occidentalis	.	.				.							
Rh. philopotamoïdes			.										
Rh. praemorsa				.		.							
Rh. relictæ							.						
Rh. rupta		.	.	.			.	.	.	.	.		
Rh. tristis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
G. boltoni													
G. conformis						.							
A. fuscipes													
Ph. montanus													
Ph. variegatus					.								
W. mediana												.	
W. tri. triang.			.										
P. conspersa (?)						.	.	.	.	.	.	.	.
P. flavo-maculatus ..											.		
P. kingi							.						
C. cintranus		.											
Lype sp.			.										
H. instabilis													
H. pellucidula													
D. felix													
P. granulatus			.			.					.		
Hydroptila sp.			.			.							
D. discolor		.											
A. chauviniana													
P. cingulatus	.							.	.	.	.	.	.
P. latipennis							.	.	.	.	.	.	.
H. digitatus						.	.	.	.	.	.	.	.
H. radiatus													
M. mucoreus			.										
Ch. villosa	.				.	.							
A. pyrenaea													
O. albicorne	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.
A. dissimilis						.	.	.	.	.	.	.	.
S. graellsii		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C. irrorata			.										
L. basalis													
M. longulum		.			.	.						.	.
M. minimum										.			
M. morosum													
M. vestitum													
S. personatum	.	.				.	.	.	.	.	.	.	.
Th. gallicum						.	.	.	.	.	.	.	.

FIG. 13. — Stations correspondant au groupement 6.
(un adulte de *H. radiatus* a été capturé aux environs de 20.4, plusieurs adultes de *M. vestitum* entre 25.3 et 25.4)

pennis, *Chaetopteryx villosa*, *Micrasema longulum*, *Thremma gallicum*.

Autres espèces : 31.

2. — *Stations types*. Ruisseau du col d'Aspin (18.2); ruisseau d'Ardengost à 860 m d'altitude (20.4); ruisseau de Sarranet à 690 m d'altitude (25.3).

3. — *Composantes écologiques*. Pour ces stations, situées sur des ruisseaux de faible largeur (1 à 3 m), vers 800 m d'altitude, l'influence de l'importante bordure d'arbres du rivage se manifeste par :

— des apports nutritifs abondants dus aux particules emportées par les eaux d'une part, aux accumulations de feuilles mortes en automne d'autre part;

— des températures relativement constantes en été par suite de l'épaisseur de l'ombre. Les maxima sont voisins de 13 à 14° C; par une des journées les plus chaudes du mois d'août, la température variait de 13 à 16° C en 24 h à la station 19.5.

— Enfin l'humidité et les pluies plus régulières entraînent des étiages moins sévères qu'au-dessus de 1 800 m.

Le pH varie de 7 à 8,2. L'oxygénation est légèrement inférieure à la valeur de saturation en août (90 à 98 %). La minéralisation des eaux, généralement plus importante que dans le Massif de Néouvielle (alc. : 50-110 ppm, dur. : 40-105 ppm, χ 18 : 68-181 micromhos/cm), est franchement plus élevée à la station 24.1 (alc. : 160 ppm, dur. : 165 ppm, χ 18 : 285 micromhos/cm) caractérisée par la présence abondante de Gammare.

4. — *Divers habitats*. Deux types d'habitats ont été considérés (tableau VII) :

— les pierres en courant rapide à très rapide,

— les pierres en courant très lent à lent.

Pour les prélèvements effectués dans les stations types, trois espèces — *A. fuscipes*, *Ph. montanus*, *H. instabilis* —, présentent des pourcentages supérieurs à 10 dans les courants les plus rapides, *A. fuscipes* est largement dominante en courant lent.

Les plus faibles valeurs de σ traduisent une moins grande dispersion des pourcentages ainsi qu'un plus grand nombre d'espèces présentes : les milieux considérés présentent un caractère moins extrême que les précédents.

5. — *Rapports avec les autres groupements*. La présence abondante d'*A. fuscipes* et de *Ph. montanus* rend manifeste la parenté de ce groupement avec celui des déversoirs de lacs en prairie subalpine. La station 19.2 n'est autre qu'un déversoir de lac situé dans une vallée du « front pyrénéen » [GAUSSEN 1931], permettant

TABLEAU VII. — Stations types du groupement 6; pourcentages de larves récoltées dans les habitats : pierres en courant rapide (P. C. r.) et pierres en courant lent (P. C. l.).

	P. C. r.	P. C. l.
<i>Rh. denticulata</i> ..	0,5	0,1
<i>Rh. eatoni</i>	0,2	0,5
<i>Rh. evoluta</i>	2,6	0,1
<i>Rh. martynovi</i> ..	2,5	0,1
<i>Rh. mocsaryi</i> ...	4,0	0,1
<i>Rh. rupta</i>	0,3	—
<i>Rh. tristis</i>	1,4	0,3
<i>G. conformis</i>	3,9	4,6
<i>A. fuscipes</i>	10,1	71,2
<i>Ph. montanus</i> ...	34,6	2,5
<i>H. instabilis</i>	21,6	5,8
<i>H. pellucidula</i> ..	1,0	—
	+ 4,2	+ 0,7
<i>P. cingulatus</i>	0,3	0,1
<i>P. latipennis</i>	0,3	0,3
<i>Ch. villosa</i>	0,7	—
<i>O. albicorne</i>	1,0	7,9
<i>S. graellsii</i>	2,6	1,5
<i>M. longulum</i>	1,1	—
<i>M. minimum</i>	1,1	0,5
<i>S. personatum</i> ..	1,6	0,5
<i>Th. gallicum</i>	0,3	0,7
Autres espèces ..	3,3 (6 esp.)	2,1 (6 esp.)
Total individus ..	1 963	1 224
Total espèces ...	27	24
Écart-type	$\sigma = 8$	$\sigma = 14,4$

l'installation d'un plus grand nombre d'espèces que dans le massif de Néouvielle.

Deux stations (24.1 et 25.4) présentent cependant des peuplements légèrement distincts marqués par le remplacement de *Glossosoma*

conformis par *G. boltoni* et la présence de *Rhyacophila fasciata* et *Rh. relictata*. Il faut noter que dans le groupe considéré, ces stations sont les plus basses en altitude; leur largeur dépasse ici 2 à 3 m et les températures maximales peuvent être plus élevées (17° C à 25.4). Notons encore que c'est à la station 24.3 que la minéralisation de l'eau s'est révélée la plus importante. Les composantes écologiques comme les composantes spécifiques annoncent ici les conditions réalisées pour une part dans la partie inférieure de la rivière de la Neste et surtout dans des stations extérieures à la vallée d'Aure, telles celles du Bassin du Lez ou des Prépyrénées [BERTHÉLEMY 1966], sur lesquelles nous reviendrons dans un autre article.

4.4. — Groupements intermédiaires.

— GROUPEMENT 7 A RHYACOPHILA PRAEMORSA (fig. 14).

1. — Composantes spécifiques.

Espèces constantes ou accessoires : *Rhyacophila eatoni*, *Rh. evoluta*, *Rh. praemorsa*, *Rh. rupta*, *Rh. tristis*, *Synagapetus insons*, *Philopotamus montanus*, *Plectrocnemia scruposa*, *Hydropsyche instabilis*, *Drusus discolor*, *D. rectus*, *P. cingulatus*, *Melampophylax mucoreus*, *Chaetopteryx villosa*, *Odontocerum albicorne*, *Silo graelsi*, *Micrasema morosum*, *Sericostoma personatum*.

Autres espèces : 13.

2. — *Stations types*. Le petit nombre de stations renfermant ce groupement rend délicate la séparation entre les espèces constantes et accessoires et la distinction entre ces deux catégories n'est pas mentionnée ici. Aucune des stations n'abrite à la fois les 18 espèces citées ci-dessus mais toutes en renferment un assez grand nombre pour pouvoir être considérées comme voisines d'une station type.

3. — *Composantes écologiques*. Les milieux examinés forment la région des sources des ruisseaux précédents avec lesquels ils sont comparables du point de vue des composantes écologiques. Il faut toutefois signaler :

- un environnement souvent différent : nous sommes ici dans la partie inférieure de l'étage du sapin et les feuillus peuvent prendre une importance moindre,

- des largeurs plus faibles, le lit des ruisseaux en ces endroits étant toujours inférieur à 1 m,

- des régimes thermiques tendant vers une plus grande stabilité,

- une minéralisation des eaux moins importante : dans la vallée du ruisseau d'Ardengost, on note pour l'alcalinité, la dureté et la conductivité des valeurs de 30 ppm, 30 ppm et 46 micromhos/cm en 20.2, contre 90 ppm, 90 ppm et 145 micromhos/cm en 20.3;

	20.2	22.1	22.2	25.1	25.2
Rh. eatoni			.		
Rh. evoluta					
Rh. laevis			.		
Rh. meridionalis ...		.			
Rh. mocsaryi					
Rh. occidentalis ...	.				
Rh. philopotamoïdes		.	.		
Rh. praemorsa					
Rh. relictæ	.				
Rh. rupta	.	.			
Rh. tristis	.		.		
G. conformis					
A. fuscipes			.		
S. insons				.	
Ph. montanus			.		
W. tri. triang.			.		.
P. scruposa	.	.	.	.	
T. assimilis (?) ...			.		
H. instabilis		.	.		
H. pellucidula				.	
D. discolor		.	.		
D. rectus					
P. cingulatus	.			.	
M. mucoreus		.	.	.	
Ch. villosa	.				
O. albicorne	.				.
S. graellsii	.		.		.
M. longulum	.				
M. minimum	.				
M. morosum			.		.
S. personatum	.	.	.	.	.

FIG. 14. — Stations correspondant au groupement 7.

les variations sont semblables dans la vallée du Nistos (alc. : 25 ppm, dur. : 10 ppm, χ_{18} : 23 micromhos/cm en 25.2, contre 50 ppm, 40 ppm et 68 micromhos/cm en 25.3).

4. — *Divers habitats*. Trois habitats ont été considérés pour l'ensemble des stations renfermant ce groupement (tableau VIII) :

— pierres en courant rapide ($v > 50$ cm/s),

TABLEAU VIII. — Stations types du groupement 7; pourcentages de larves récoltées dans les habitats : pierres en courant rapide (P. C. r.), pierres en courant lent (P. C. l.) et bords à courant nul (B. C. n.).

	P. C. r.	P. C. l.	B. C. n.
<i>Rh. eatoni</i>	3,0	3,2	—
<i>Rh. evoluta</i>	5,2	1,2	—
<i>Rh. praemorsa</i> ..	19,8	15,0	—
<i>Rh. rupta</i>	3,5	1,7	—
<i>Rh. tristis</i>	6,6	2,3	—
<i>S. insons</i>	2,2	—	—
<i>Ph. montanus</i> ...	6,1	5,9	—
<i>P. scruposa</i>	3,1	1,2	—
<i>H. instabilis</i>	20,0	20,5	—
<i>D. discolor</i>	5,8	1,7	—
<i>D. rectus</i>	10,5	11,8	—
<i>P. cingulatus</i>	5,3	—	—
<i>M. mucoreus</i>	0,5	0,8	26,7
<i>Ch. villosa</i>	1,3	2,3	68,9
<i>O. albicorne</i>	2,4	23,2	2,2
<i>S. graellsii</i>	2,2	0,8	—
<i>M. morosum</i>	0,3	0,8	—
<i>S. personatum</i> ..	0,5	—	2,2
Autres espèces ..	(10 esp.) 1,1	(7) 3,1	—
Total individus ..	986	205	116
Total espèces ...	28	22	4
Ecart-type	$\sigma = 5,1$	$\sigma = 6,8$	$\sigma = 31,5$

- pierres en courant lent à modéré ($v < 40$ cm/s),
- bords à courant nul.

Les deux premiers abritent une faune riche et variée (28 et 22 espèces récoltées), les écarts-types des distributions des pourcentages atteignent les valeurs les plus faibles de celles calculées pour l'ensemble des habitats de la vallée : il s'agit véritablement de « stations à Trichoptères ». *Rh. praemorsa*, *H. instabilis* et *D. rectus* dominant en courant rapide et en courant lent où vient alors s'ajouter *O. albicorne*.

Les conditions sont totalement différentes dans les vasques du bord à courant nul où 2 espèces — *M. mucoreus* et *Ch. villosa* — forment plus des trois-quarts du peuplement trichoptérologique.

5. — *Rapports avec les peuplements voisins.* Comme plusieurs des groupements suivants, c'est l'hétérogénéité qui domine ici. Les sources de moyenne montagne sont peuplées à la fois par des espèces rencontrées dans les milieux les plus froids et les plus élevés (*S. insons*, *D. discolor*, *D. rectus*, *M. morosum*) auxquelles viennent se joindre les espèces des ruisseaux de moyenne altitude et des déversoirs de lac (*Ph. montanus*, *H. instabilis*, *O. albicorne*...). On constate suivant les stations des variations qui rendent la première ou la deuxième tendance dominante. *Rh. praemorsa*, également abondante est caractéristique de ces milieux.

— GROUPEMENT 8 A RHYACOPHILA MARTYNOVI (fig. 15).

1. — *Composantes spécifiques.*

Espèces constantes ou accessoires : *Rhyacophila evoluta*, *Rh. martynovi*, *Rh. occidentalis*, *Rh. tristis*, *Glossosoma conformis*, *Philopotamus montanus*, *Hydropsyche pellucidula*, *Drusus rectus*, *Halesus digitatus*, *Micrasema morosum*.

Autres espèces : 19.

2. — *Stations types.* Ruisseau d'Espiaube en amont de Vignec (14.3).

3. — *Composantes écologiques.* Les stations abritant ce groupement sont situées sur deux ruisseaux de la vallée d'Aure — les ruisseaux d'Espiaube et du Lavedan. Ils prennent leurs sources à plus de 2 000 m et se jettent dans la Neste aux environs de 800 m d'altitude. Leurs pentes sont très fortes; ils sont alimentés par des sources étagées tout au long de leur cours. Cette dernière particularité, jointe à des rives encaissées et bien ombragées, entraîne de faibles variations thermiques tout au long de l'année (T° max. : 10 et 13° C sur l'Espiaube, 15° C sur le Lavedan; T° min. supérieure à 2° C en hiver à la station la plus éloignée de la source).

	14.1	14.2	14.3	16.6
Rh. angelieri				.
Rh. contracta	.			.
Rh. evoluta	■	■	.	■
Rh. martynovi	.	■	■	.
Rh. mocsaryi	.		.	
Rh. obliterated		.		
Rh. occidentalis ...		■	■	■
Rh. tristis	.	■	■	.
G. conformis	■	.	.	
A. fuscipes	.	.		
Ph. montanus	■	.	.	■
W. tri. triang.			.	
P. scruposa		.		
H. pellucidula	■		.	.
D. felix			.	
D. discolor		.		■
D. rectus	■	■	.	■
P. cingulatus	.	.		
P. nigricornis		.		
H. digitatus	.	■	.	
M. mucoreus		.		
Ch. villosa	.			
B. maurus	.			
O. albicorne	.			
S. graellsii	.			
M. morosum	■	■	■	.
M. vestitum				.
S. personatum	.			.
S. furcifera			.	

FIG. 15. — Stations correspondant au groupement 8.

Le courant est rapide à très rapide, la teneur en oxygène voisine de la saturation. Les plus fortes minéralisations ont été rencontrées en 14.3 (alc. 110 ppm, dur. : 105 ppm, χ 18 : 180 micromhos/cm en août). Le pH varie de 6,9 à 8,1.

4. — *Divers habitats*. Par suite de la rareté des courants inférieurs à 50 cm/s, deux habitats constituent pratiquement ces stations :

- les pierres en courant rapide,
- les mousses en courant rapide.

Les pourcentages du tableau IX ont été calculés sur les prélèvements réalisés dans l'Espiaube. Le premier habitat, avec 22 espèces, abrite une faune variée. L'écart-type de la distribution des pourcentages est voisin de ceux des habitats les plus riches des sources de moyenne altitude ($\sigma = 6,5$). Dans les mousses par contre, *M. morosum* domine avec 87,8 % du peuplement; les autres espèces sont très peu abondantes, à l'exception de *D. rectus* et *Rh. martynovi*, également présentes dans les deux habitats.

TABLEAU IX. — Stations du ruisseau d'Espiaube; pourcentages de larves récoltées dans les habitats : pierres en courant rapide (P. C. r.) et mousses en courant rapide (M. C. r.).

	P. C. r.	M. C. r.
<i>Rh. evoluta</i>	8,6	—
<i>Rh. martynovi</i> ..	5,1	4,4
<i>Rh. occidentalis</i> .	6,0	—
<i>Rh. tristis</i>	5,9	1,5
<i>G. conformis</i>	6,1	—
<i>Ph. montanus</i> ...	7,1	0,2
<i>H. pellucidula</i> ..	15,8	0,2
<i>D. rectus</i>	26,3	4,6
<i>H. digitatus</i>	2,0	—
<i>M. morosum</i>	10,2	87,8
Autres espèces ..	(12 esp.) 6,9	(4) 1,3
Total individus ..	449	628
Total espèces ...	22	10
Ecart-type	$\sigma = 6,5$	$\sigma = 27,4$

5. — *Rapports avec les autres peuplements.* Comme le précédent, ce groupement est lui aussi composite, avec toutefois une nette prédominance des espèces d'eau froide, due à l'influence des sources situées à haute altitude : *Rh. martynovi*, *D. rectus* et surtout *M. morosum*.

— GROUPEMENT 9 A *RHYACOPHILA OCCIDENTALIS* (fig. 16).

1. — *Composantes spécifiques.*

Espèces constantes : *Rhyacophila occidentalis*, *Rh. tristis*, *Glossosoma conformis*, *Philopotamus montanus*, *Hydropsyche pellucidula*, *Drusus rectus*, *Silo graellsii*, *Micrasema vestitum*, *Thremma gallicum*.

Espèces accessoires : *Rhyacophila martynovi*, *Agapetus fuscipes*, *Potamophylax cingulatus*, *P. latipennis*, *Melampophylax mucoreus*, *Allogamus auricollis*, *Sericostoma personatum*.

Autres espèces : 27.

2. — *Stations types.* Neste de Couplan en amont du pont de Couplan (7.2); Neste de Couplan en aval du pont de Badet (7.3); ruisseau du Lavedan au pont de Lascouère (16.8); ruisseau du Lavedan au pont de Trespounts (16.9).

3. — *Composantes écologiques.* Ces stations sont situées au-dessus de 800 m, sur des ruisseaux dont l'alimentation principale est fournie par des sources importantes, vers 1 500 m d'altitude. Les rives sont moyennement ombragées, la largeur du lit permet l'installation d'habitats variés. Les températures maximales, égales à 8 - 9° C au voisinage de la source atteignent 14° C dans les stations les plus éloignées. La diversité des terrains traversés entraîne d'importantes différences dans la minéralisation des eaux (alc. 40 - 95 ppm, dur. : 35 - 85 ppm, χ_{18} : 57 - 151 micromhos/cm). Le pH varie de 7,8 à 8,3 au mois d'août.

4. — *Divers habitats.* Le tableau X concerne les prélèvements effectués dans les 4 stations types. Quatre habitats peuvent être considérés :

- les pierres en courant rapide à très rapide ($v > 50$ cm/s),
- les pierres en courant lent à modéré,
- les vasques du bord à courant très lent à nul, avec des pierres et des accumulations de fins débris végétaux (brindilles, feuilles ...),
- les mousses en courant rapide.

Les habitats sur substrats pierreux montrent des peuplements analogues, l'écart-type de la distribution des pourcentages étant voisin de 8 pour les deux premiers, légèrement plus important pour le troisième (8,6). La dominance de *M. vestitum* dans les pierres en courant rapide à très rapide est due en partie à la présence de

	7.1	7.2	7.3	15.3	15.6	15.7	16.7	16.8	16.9
Rh. denticulata				.					
Rh. evoluta	.							.	
Rh. martynovi		.							.
Rh. mocsaryi		.							
Rh. meridionalis ...		.	.						.
Rh. occidentalis ...		.							
Rh. rupta	.	.	.	.	.	.	.	.	
Rh. tristis	.	.	.	.	.	.	.	.	
G. conformis		.				.			
A. fuscipes		.							
Ph. montanus					.	.			
Ph. variegatus		.							
W. tri. triang.		.	.	.					
P. geniculata			.						
P. laetabilis				.					
P. scruposa	.	.							
Plectrocnemia sp. ..								.	
H. pellucidula					.	.	.		
P. granulatus			.						
A. meridiana							.		A
A. stylata	.								
D. discolor	.								
D. rectus				.	.	.	.	.	
L. hirsutus							.		A
P. cingulatus	.	.	.	.				.	.
P. latipennis							.	.	.
P. nigricornis	.	.					.		
S. vibex									A
H. digitatus	.	.						.	.
H. radiatus		.	.						
M. mucoreus			.				A		
A. auricollis	.								
Ch. villosa									
A. pyrenaea							A		
O. albicorne								.	
S. graellsii	.	.			.	.			
M. longulum		.	.					.	
M. minimum									
M. morosum	.	.							
M. vestitum									
S. personatum						.	.	.	
S. furcifera			.						
Th. gallicum				.					

FIG. 16. — Stations correspondant au groupement 9.

quelques mousses dont la faune a été mélangée à celle des pierres en 7.3. A l'exception de cette espèce dont le pourcentage doit être considéré comme inférieur, les pierres en courant rapide à très rapide n'abritent pas d'espèces nettement dominantes. Dans les courants plus lents, les espèces dominantes sont *A. auricollis* (26,8 %) et *A. fuscipes* (23,1 %). Cette dernière espèce tend à prendre un pourcentage plus important dans le peuplement des courants nuls (30,8 %), où elle est suivie par *A. auricollis* et *M. mucoreus*, plus fréquentes parmi les débris d'origine végétale.

TABLEAU X. — Stations types du groupement 9; pourcentages de larves récoltées dans les habitats : pierres en courant rapide (P. C. r.), pierres en courant lent (P. C. l.), bords à courant nul (B. C. n.) et mousses en courant rapide (M. C. r.).

	P. C. r.	P. C. l.	B. C. n.	M. C. r.
<i>Rh. martynovi</i> ..	0,3	0,2	—	—
<i>Rh. occidentalis</i> ..	2,2	1,0	0,1	—
<i>Rh. tristis</i>	0,4	0,2	0,1	0,4
<i>G. conformis</i>	5,4	2,5	0,9	—
<i>A. fuscipes</i>	14,0	23,1	30,8	—
<i>Ph. montanus</i> ..	5,8	1,1	—	0,2
<i>H. pellucidula</i> ..	8,2	6,5	0,6	0,9
<i>D. rectus</i>	5,9	13,7	2,5	0,1
<i>P. cingulatus</i>	< 0,1	0,6	1,1	0,1
<i>P. latipennis</i>	2,2	1,9	6,4	—
<i>M. mucoreus</i>	—	1,7	17,6	—
<i>A. auricollis</i>	7,7	26,8	18,8	—
<i>S. graellsii</i>	5,7	3,3	0,8	—
<i>M. vestitum</i>	34,7	1,7	1,1	66,3
<i>S. personatum</i> ..	< 0,1	1,6	5,0	—
<i>Th. gallicum</i>	4,5	11,0	10,5	4,4
Autres espèces ..	(4 esp.) 2,8	(3) 3,1	(4) 3,7	(3) 27,6
Total individus ..	3 427	1 799	1 156	854
Total espèces ...	19	18	18	10
Ecart-type	$\sigma = 8,1$	$\sigma = 7,9$	$\sigma = 8,6$	$\sigma = 24,1$

Pour les mousses, on note enfin de grandes différences dans la distribution des pourcentages ($\sigma = 24,1$) résultant de la large dominance d'une espèce muscicole, *M. vestitum* qui, dans ce groupement, prend la place de *M. morosum*. Le fort pourcentage pris ici par les « autres espèces » est dû à *M. minimum* (27,1 %) qui vient s'ajouter à *M. vestitum* dans les mousses de la station 16.8.

5. — *Rapports avec les autres groupements.* La présence abondante de *M. vestitum* semble liée à l'importance des sources de l'étage du hêtre-sapin. Lorsque par leur débit, ces sources peuvent exercer une influence prépondérante dans l'alimentation des ruisseaux qui en découlent, *M. vestitum* est abondante (Neste de Couplan, vallée du ruisseau de la Mousquère). Lorsqu'au contraire, comme c'est le cas sur le ruisseau d'Espiaube, l'alimentation essentielle est due à des sources de haute altitude, on assiste à la disparition totale de *M. vestitum* qui, dans les mousses, est remplacée par *M. morosum*. Le ruisseau du Lavedan montre des conditions intermédiaires entre ces deux extrêmes en 16.9.

Les trois stations de la Neste de Couplan (7.1, 7.2, 7.3) présentent les deux grandes tendances propres à ce groupement (fig. 16). Les espèces des sources et des milieux froids, présentes ou abondantes en 7.1, sont absentes ou rares en 7.3; parmi elles : *Rh. martynovi*, *A. stylata*, *D. rectus*, *P. cingulatus*, *M. morosum*, *Th. gallicum*. Inversement, les espèces des groupements 5 et 6 deviennent plus abondantes en 7.3; citons *Rh. mocsaryi*, *A. fuscipes*, *Ph. montanus*, *H. pellucidula*, *S. graellsii*.

Les groupements des stations les plus éloignées des sources — 7.3 et 16. 8 notamment — évoquent par la dominance des trois espèces *A. fuscipes*, *Ph. montanus* et *H. pellucidula*, ainsi que par la présence de *Rh. meridionalis*, *O. albicorne*, *S. graellsii* et *S. personatum*, les groupements des déversoirs des lacs de l'étage subalpin.

— GROUPEMENT 10 (fig. 17).

1. — *Composantes spécifiques.*

Espèces constantes ou accessoires : *Rhyacophila contracta*, *Rh. tristis*, *Synagapetus insons*, *Philopotamus montanus*, *Plectrocnemia laetabilis*, *P. scruposa*, *Drusus discolor*, *D. rectus*, *Potamophylax cingulatus*, *Melampophylax mucoreus*, *Thremma gallicum*.

Autres espèces : 21.

2. — *Stations types.* A défaut de véritables stations types, les stations suivantes abritent une part importante des espèces constantes ou accessoires et peuvent être citées ici : ruisseau déversoir de la tourbière d'Aumar sur le plateau (3.16); ruisseau déversoir de la tourbière d'Aumar, dans la « sapinière » des passades d'Aumar (3.17); ruisseau déversoir de la tourbière Despax (3.21); ruisseau déversoir de la tourbière Despax après la confluence de la fontaine

	2.16	3.16	3.17	3.21	3.22	5.12	8.5	12.2	16.3
Rh. angelieri									
Rh. contracta		.				.	.	.	.
Rh. evoluta	.					.		.	
Rh. laevis						.			
Rh. martynovi								.	
Rh. occidentalis									.
Rh. philopotamoïdes .								.	
Rh. rupta			.		.			.	
Rh. tristis		.					.	.	.
S. insons								.	
Ph. montanus									
W. tri. triang.	.					.		.	
P. geniculata									
P. laetabilis				.		.			.
P. scruposa									
H. pellucidula				.		.			
A. stylata		.	.	.		.			
D. discolor		.						A	.
D. rectus						.		A	
L. bipunctatus		.							
P. cingulatus			.		.	.		.	
P. latipennis		.							
H. radiatus	.								
M. mucoreus	.		.		.		.	.	
A. auricollis						.			
Ch. villosa	.								
A. pyrenaea	.			.					
S. graellsii						.			
M. morosum	.		.	.				A	
M. vestitum						.		.	
S. personatum								.	
Th. gallicum									

FIG. 17. — Stations correspondant au groupement 10.

de l'Ermite (3.22); affluent rive droite du ruisseau d'Estaragne, à l'Ouest du lac dit « lac des Nymphes » (5.12).

3. — *Composantes écologiques*. Ces milieux sont surtout caractérisés par de fortes amplitudes thermiques en été. Les eaux qui peuvent subir des réchauffements importants dans la journée sont ramenées à la température des sources pendant la nuit. Il s'ensuit des amplitudes quotidiennes pouvant atteindre 18° C au mois d'août (station 3.21). Les particules entraînées sont abondantes et les dépôts vaseux importants dans les vasques à courant nul.

4. — *Divers habitats*. Les pourcentages du tableau XI portent sur les prélèvements des stations citées parmi les stations types. Trois habitats ont été considérés :

- les pierres en courant rapide à très rapide,
- les pierres en courant lent à modéré,
- les bords à courant très lent à nul.

La dispersion des pourcentages est la moins forte en courants rapides à très rapides, caractérisés par la dominance de deux *Dru-*

TABLEAU XI. — Stations du groupement 10; pourcentages de larves récoltées dans les habitats : pierres en courant rapide (P. C. r.), pierres en courant modéré à lent (P. C. m. l.) et bords à courant nul (B. C. n.).

	P. C. r.	P. C. m. l.	B. C. n.
<i>Rh. contracta</i> ..	1,4	0,3	—
<i>Rh. tristis</i>	3,3	1,1	—
<i>S. insons</i>	19,5	55,1	2,5
<i>Ph. montanus</i> ...	5,6	6,9	—
<i>P. scruposa</i>	1,0	7,0	10,5
<i>P. laetabilis</i>	0,4	5,0	7
	+ 1,4	+ 12,0	+ 17,5
<i>D. discolor</i>	37,2	0,5	—
<i>D. rectus</i>	24,2	4,5	—
<i>P. cingulatus</i>	0,2	1,9	1,6
<i>M. mucoreus</i>	0,1	1,1	61,4
<i>Th. gallicum</i>	2,6	14,8	7,5
Autres espèces ..	4,5 (6 esp.)	1,8 (3)	9,5 (4)
Total individus ..	3 101	1 349	120
Total espèces ...	17	14	10
Ecart-type	$\sigma = 10,7$	$\sigma = 14,3$	$\sigma = 18,4$

sus (*D. discolor* et *D. rectus*). *S. insons* domine en courant lent à modéré, *M. mucoreus* en courant très lent à nul. La distinction des larves de *P. scruposa* et *P. laetabilis* est souvent délicate. Les deux espèces se répartissent dans les trois habitats avec, dans tous les cas, un pourcentage plus important pour la première que pour la deuxième.

5. — *Rapports avec les autres peuplements.* Ce sont surtout des espèces des sources et des torrents froids de haute altitude qui dominent ici. Parmi les formes de déversoirs des lacs, seule *Ph. montanus* atteint la classe III.

4.5. — Basse Neste et milieux voisins.

— GROUPEMENT 11 A RHYACOPHILA DORSALIS — RH. MERIDIONALIS (fig. 18).

	17.5	26.4	26.5
Rh. dorsalis		.	
Rh. meridionalis ...			
Rh. oblitterata	.		.
Rh. relictta	.		
Rh. tristis	.		
G. boltoni	.	.	
A. fuscipes			
Ph. montanus			
P. pusilla			
H. instabilis			
H. pellucidula			
E. guttulata	.		
A. chauviniana		.	.
P. stellatus	.		.
A. auricollis			
B. maurus			.
A. bilineatus			
O. testacea			.
S. piceus	.		.
M. longulum			
S. personatum			.

FIG. 18. — Stations correspondant au groupement 11.
(lire *P. latipennis* au lieu de *P. stellatus*)

Ces stations sont perturbées par de grandes différences de niveau, créées artificiellement par les barrages et les prises d'eau échelonnées sur le cours de la Neste. Un certain équilibre réapparaît dans les derniers kilomètres de la rivière et en particulier à la station 26.5 (Neste au pont de Bizous) où deux habitats ont été prospectés :

- les pierres en courant rapide à très rapide,
- les pierres en courant lent à modéré.

H. pellucidula domine dans le premier, *G. boltoni* et *P. pusilla* dans le second.

TABLEAU XII. — Station 26.5; pourcentages de larves récoltées dans les habitats : pierres en courant rapide (P. C. r.) et pierres en courant lent (P. C. l.).

	P. C. r.	P. C. l.
<i>Rh. dorsalis</i>	1,1	0,7
<i>Rh. meridionalis</i> .	7,2	4,5
<i>Rh. oblitterata</i> ...	0,1	—
<i>G. boltoni</i>	8,5	35,6
<i>A. fuscipes</i>	1,2	3,5
<i>P. pusilla</i>	0,8	26,9
<i>H. instabilis</i>	2,9	0,5
<i>H. pellucidula</i> ..	64,3	13,2
	} + 2,5	
<i>A. chauviniana</i> ..	—	0,7
<i>P. latipennis</i>	—	0,2
<i>A. auricollis</i>	—	1,7
<i>Allogamus</i> sp ...	—	0,7
<i>B. maurus</i>	—	0,2
<i>A. bilineatus</i>	8,9	7,3
<i>S. piceus</i>	0,4	—
<i>M. longulum</i>	2,1	—
<i>S. personatum</i> ..	—	2,6
Total individus ..	938	558
Total espèces ...	11	14
Ecart-type	$\sigma = 19,4$	$\sigma = 11,1$

	8.6	9.8	10.4	11.2	13.3	13.6	17.3	17.4	26.1	26.3
Rh. angelieri	.									
Rh. fasciata								.		
Rh. martynovi		.	.	.						
Rh. meridionalis ..				.		.				
Rh. mocsaryi						.				
Rh. occidentalis ..										
Rh. rupta				.				.		
Rh. tristis			.			.	.			
G. conformis							.	.	.	
A. fuscipes								.	.	
Ph. montanus						.		.		
Ph. variegatus				.						
W. tri. triang.			.	.						
P. brevis										
P. sp.				.						
P. kingi				.				.		
H. pellucidula					.	.				.
D. discolor						.				
D. rectus				.	.					
E. guttulata							.			
A. chauviniana										
Limnephilus sp. ...								.		
P. cingulatus										
P. latipennis		.				.				.
H. radiatus										
M. mucoreus			.		.					
A. auricollis	.									
A. despaxi										
A. ligonifer										
Ch. villosa										
M. vestitum						.				.
M. longulum								.		.
S. personatum				.		.			.	.
Th. gallicum				.		.				

FIG. 19. — Stations correspondant au groupement 12.
(un adulte de *P. brevis* a été capturé entre 17.3 et 17.4, deux adultes de
P. cingulatus entre 8.6 et 9.3)

Le peuplement diffère des précédents par la présence de *Rh. dorsalis*, *P. pusilla*, *A. bilineatus*, espèces également récoltées dans la plaine de la Garonne à Toulouse. Dans les deux autres stations de la figure 18, on constate un appauvrissement de la faune, surtout caractérisé en 26.4.

— GROUPEMENT 12 A *RHYACOPHILA OCCIDENTALIS* — *RH. MERIDIONALIS* (fig. 19).

Certaines des espèces précédentes subsistent lorsqu'on remonte le cours de la Neste, *Rh. meridionalis*, *H. pellucidula* notamment, mais la faune s'enrichit par des apports des groupements 6, 8 et 9, en particulier dans les parties basses des affluents les plus importants : Neste du Louron (17.4) et Neste du Rioumajou (13.6). La présence constante et souvent abondante de *Rh. occidentalis* caractérise ces stations par ailleurs assez hétérogènes du point de vue des autres espèces.

4.6. — Groupements divers.

— GROUPEMENT 13 A *STENOPHYLAX SEQUAX* (fig. 20).

1. — Composantes spécifiques.

Espèces constantes : *Stenophylax sequax*, *Plectrocnemia scurposus*.

Espèces accessoires : *Plectrocnemia laetabilis*, *Rh. spinifer*, *M. mucoreus*.

Autres espèces : 12.

2. — Stations types. Ruisselet de la tourbière d'Aumar (3.15) ; ruisseau du col d'Estoudous (6.2).

3. — Composantes écologiques. Il s'agit de ruisselets de la prairie subalpine, bien ensoleillés et asséchés en partie à la fin de l'été. Ils sont issus de suintements ou de sources dont les températures maximales s'élèvent à 18 et 20° C dans les stations types.

— GROUPEMENT 14.

Rochers suintants à *Stactobia* (5.13, 6.5, 9.7 et 15.4).

Les milieux madicoles de la vallée d'Aure hébergent deux espèces de *Stactobia* : *S. eatoniella* et *S. maclachlani*. *Rhyacophila laevis* et *Wormaldia triangulifera triangulifera* peuvent aussi être récoltées dans ces stations, ainsi que des jeunes stades de *Melampophylax mucoreus*, *Chaetopteryx villosa* et *Potamophylax cingulatus* dont la présence est accidentelle. Les prélèvements réalisés dans ces milieux peu étendus ne peuvent pas être comparés quantitativement aux précédents.

	2.8	3.5	3.15	3.24	3.27	5.10	6.2	6.3	6.6
Rh. tristis						.			
Ph. montanus	.								
W. tri. triang.....	.								
P. laetabilis			.				.		
P. scruposa	.	.	.		.		.	.	.
D. rectus			.						
L. centralis				.	.				
Rh. spinifer		.	.				.	.	
P. cingulatus	.	.							
P. latipennis	.			.	.				
M. mucoreus		.	.			.	.	.	
S. sequax			.	.	.	.	.	.	
S. vibex				.					
Ch. villosa	.								
A. pyrenaea	.								
O. albicorne	.								
S. personatum	.								

FIG. 20. — Stations correspondant au groupement 13.

— GROUPEMENT 15.

Les mares temporaires pierreuses de l'étage subalpin abritent une seule espèce de Trichoptère : *Limnephilus bipunctatus*. Elles sont assez nombreuses dans l'étage subalpin : 1.4, 1.10, 2.1, 2.2, 2.11, 2.12, 2.30, 3.9 à 3.13, 3.26.

Certaines mares à *Carex* sont aussi susceptibles de s'assécher (stations 2.17, 3.8), *Limnephilus centralis* peut y être récoltée.

L'écologie et la biologie de ces espèces sont étudiées dans les chapitres IV et V.

4.7. — Autres communautés.

Malgré le nombre important de communautés intermédiaires envisagées, un certain nombre n'a pu être rapporté aux groupements précédents (fig. 21). Il s'agit de sources diverses situées à des altitudes variées. Certaines sont caractérisées par la présence d'espèces

	2.31	12.1	13.5	14.4	16.5	26.2
Rh. contracta	.					
Rh. denticulata	.	.				
Rh. evoluta						
Rh. laevis						
Rh. martynovi		.	.			
Rh. philopotamoïdes		.				
Rh. praemorsa	.					
Rh. relictæ						.
Rh. tristis			.	.	.	
A. fuscipes					.	
S. insons						
Ph. montanus						
W. tri. triang.						
P. brevis					.	
P. conspersa						.
P. geniculata		.				
P. scruposa		.			.	
H. pellucidula						.
P. granulatus					.	
A. meridiana						
D. rectus	.					
L. centralis						
L. sparsus	.					
Rh. spinifer	.		.			
P. cingulatus		.	.			
P. latipennis						.
P. nigricornis		.				
M. mucoreus	.					
S. sequax	.					
S. nycterobius						
A. pyrenaea	.					
B. maurus			.		.	
M. morosum		.				.
S. personatum			.		.	.
Th. gallicum	.	.				

FIG. 21. — Stations correspondant à des communautés diverses.
(un adulte de *Rh. evoluta* a été capturé aux environs de 2.31)

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	+ 0,101	+ 0,019	— 0,165	+ 0,112	— 0,092	— 0,163	— 0,011	+ 0,036	+ 0,168	— 0,126	— 0,036	+ 0,429
2		+ 0,747	+ 0,691	+ 0,124	— 0,080	+ 0,296	+ 0,448	+ 0,280	+ 0,633	— 0,363	+ 0,032	+ 0,493
3			+ 0,772	— 0,032	— 0,159	+ 0,218	+ 0,448	+ 0,124	+ 0,633	— 0,363	+ 0,032	+ 0,324
4				+ 0,176	— 0,103	+ 0,212	+ 0,521	+ 0,325	+ 0,703	— 0,338	+ 0,195	+ 0,210
5					+ 0,418	+ 0,507	+ 0,487	+ 0,566	+ 0,384	— 0,184	+ 0,373	+ 0,280
6						+ 0,515	+ 0,283	+ 0,418	— 0,041	+ 0,029	+ 0,312	— 0,080
7							+ 0,536	+ 0,507	+ 0,139	— 0,107	+ 0,284	+ 0,140
8								+ 0,632	+ 0,230	— 0,220	+ 0,238	+ 0,213
9									+ 0,239	— 0,102	+ 0,373	+ 0,202
10										— 0,201	+ 0,199	+ 0,317
11											+ 0,187	— 0,179
12												+ 0,032

Fig. 22. — Affinité (carré moyen de contingence) entre les groupements.

peu communes dans la vallée d'Aure (*Stenophylax nycterobius* en 2.31, *Apatania meridiana* en 13.5 et en 16.5).

Enfin les stations 1.8, 8.4, 9.1, 17.1 et 23.1 étaient insuffisamment prospectées pour figurer dans les tableaux précédents. Les prélèvements en 9.5 et 9.6 ont surtout été effectués dans le but d'obtenir des larves de *Rhyacophila*. La station 14.5 était très fortement perturbée par l'influence humaine.

5. — SIGNIFICATION DES GROUPEMENTS ENVISAGÉS

5.1. — Corrélation entre groupements.

La matrice d'intercorrélation des groupements (*fig. 22*) a été établie par le calcul du carré moyen de contingence d'après le critère présence-absence des espèces. Seules les espèces présentes au moins une fois dans une classe d'abondance supérieure à 1 ont été considérées; la comparaison porte sur un total de 56 espèces. Cette méthode peut être considérée comme équivalente à celle d'un χ^2 effectué entre les groupements sur la base de leur composition spécifique, avec $N = 56$.

Deux niveaux ont été retenus dans la recherche des noyaux d'affinité :

$\Phi_c > 0,6$: liaisons en traits pleins,

$0,4 < \Phi_c < 0,6$: liaisons en tirets.

On observe ainsi (*fig. 23*) :

- un noyau bien individualisé (2 - 3 - 4 - 10), correspondant aux milieux froids de haute altitude;
- deux ensembles de noyaux aux affinités plus faibles (5 - 7 - 8 - 9 et 5 - 6 - 7 - 9) dans lesquels figurent les groupements des ruisseaux de basse et moyenne montagne et des déversoirs des lacs d'altitude;
- le groupement 8 du ruisseau d'Espiaube est intermédiaire; il entre dans la composition de deux noyaux (2 - 3 - 4 - 8 et 5 - 7 - 8 - 9);
- les groupements 11 et 12 sont plus isolés. Le groupement 11 de la basse Neste présente des valeurs de Φ_c négatives avec la plupart des autres groupements;
- enfin, les liaisons 13-1 et 13-2 traduisent le caractère intermédiaire des ruisselets de la prairie subalpine, peuplés à la fois par des formes de lacs (1) et de sources (2).

La composition et l'agencement de ces noyaux d'affinité indiquent :

- l'influence combinée de l'altitude et du régime thermique dans la répartition spatiale des groupements;
- l'importance des groupements intermédiaires ou de transition.

FIG. 23. — Mise en évidence des noyaux d'affinité entre groupements.

5.2. — Localisation des groupements en fonction de l'altitude et du régime thermique.

La figure 24 concerne les stations prospectées dans la Vallée d'Aure. Chaque point représentatif d'une station est déterminé par l'altitude (en ordonnée) et par la température maximale observée (en abscisse). Les stations les plus froides sont situées vers la gauche, les stations à forte amplitude thermique vers la droite. Quelques stations dont les mesures de températures ne correspondaient manifestement pas aux températures maximales d'été n'ont pas été retenues. Malgré l'utilisation d'une seule donnée — la température maximale —, cette représentation donne une image approchée du régime thermique des stations aux différentes altitudes.

Les régimes les plus divers peuvent être rencontrés en haute montagne, depuis les stations où les températures maximales ne dépassent pas 5°C jusqu'à celles où elles atteignent 27°C . Au-dessous de 1 700 m d'altitude, un net étranglement se produit. Les températures maximales sont situées aux environs de 8°C pour les stations les plus froides, aux environs de 16°C pour les stations les plus chaudes.

Les symboles utilisés indiquent le groupement représenté dans chacune des stations. Il est alors possible de délimiter un même groupement — ou plusieurs groupements voisins — en encerclant les stations correspondantes. On obtient ainsi des ensembles présentant des interpénétrations plus ou moins importantes; leurs aires varient avec l'étalement des stations en fonction de l'altitude et des températures maximales observées.

Trois niveaux peuvent être distingués.

a) LES ALTITUDES INFÉRIEURES. Un premier ensemble limité à 3 stations correspond au groupement 11 de la basse vallée de la Neste.

b) LES ALTITUDES MOYENNES. La faune précédente s'appauvrit dans le groupement 12 dont l'ensemble s'étend vers le haut et interfère avec deux autres ensembles de moyenne montagne. L'un occupe les stations à température maximale faible vers les altitudes plus élevées (groupements 8 et 9), l'autre les stations à température maximale élevée (groupements 6 et 7). Ce schéma rend compte du mélange quasi-inextricable des groupements à ce niveau de la vallée. Toutes les aires occupées par les ensembles dans l'espace altitude-température de la figure 24 interfèrent les unes avec les autres. Ce phénomène provoque la formation de peuplements intermédiaires dont la distinction n'est possible que grâce à une analyse biocénétique préalable.

Trois tendances s'interpénètrent à ce niveau, dans la vallée d'Aure.

Dans la faune des rivières de montagne, quelques espèces de la basse Neste coexistent avec des espèces des ruisseaux de moyenne altitude. Quelques formes spéciales à ces stations (*Rh. occidentalis*) permettent de supposer l'existence d'un groupement bien individualisé en d'autres vallées pyrénéennes mais mal représenté en vallée d'Aure (groupement 11). Deux raisons peuvent être invoquées :

— la morphologie de la vallée — très resserrée aux altitudes moyennes — ne permet pas le développement de biotopes propices au groupement;

— l'action de l'homme — retenues d'eau, conduites artificielles — a surtout perturbé la vallée au niveau de ces milieux déjà faiblement représentés : Neste d'Aure dans sa région moyenne et parties inférieures de ses affluents les plus larges (Neste du Louron, Rioumajou).

Le deuxième ensemble est formé par les groupements 8 et 9. Il occupe les ruisseaux de moyenne montagne, naissant à plus de 1 500 m et dont le cours est constamment alimenté par des sources secondaires. Aux plus hautes altitudes, ces groupements se retrouvent dans les stations à faibles variations thermiques (Artigousse, Espiaube).

Le troisième ensemble, correspondant aux groupements 6 et 7, est localisé aux altitudes supérieures dans des stations froides

FIG. 24. — Localisation des groupements en fonction de l'altitude (en ordonnée) et de la température maximale (en abscisse).

(sources du groupement 7), mais aussi dans les stations à température maximale élevée (stations supérieures du ruisseau de Lastie). Il vient alors interférer avec les groupements les plus eurythermes de haute montagne.

c) LES ALTITUDES SUPÉRIEURES.

Les stations froides de haute altitude abritent l'ensemble figuré par des croix. Il s'agit du noyau d'affinités 2 - 3 - 4 - 10 de la figure 23 (sources, torrents issus de névés, déversoirs de tourbières froides).

Le deuxième ensemble de haute montagne correspond aux groupements 1 des lacs de l'étage subalpin et 5 de leurs déversoirs. Dans ces stations, les températures maximales sont nettement plus élevées. Le groupement 5 des déversoirs de lacs présente des affinités importantes avec ceux de moyenne montagne dont il représente un prolongement en altitude. De même, les eaux stagnantes (mares et lacs) abritent, à côté d'espèces particulières (*A. pyrenaea*, *L. guadaramicus*) des formes de plaine et de basse montagne.

Les aires occupées par ces deux ensembles sont nettement individualisées. Plusieurs zones de contact peuvent néanmoins être observées :

— entre les ensembles de haute altitude, correspondant aux stations des groupements 10 où un mélange de faunes a été observé. Les ruisselets du groupement 13 présentent de grandes variations du point de vue des températures maximales.

— entre l'ensemble des stations froides de haute altitude et celui des stations les plus froides de moyenne montagne : il s'agit essentiellement du groupement 8 du ruisseau d'Espiaube dont le caractère intermédiaire a déjà été signalé.

— entre l'ensemble des stations chaudes de haute altitude et celui des stations les plus chaudes de moyenne montagne.

5.3. — Profil en long et zones de contact.

Une impression générale se dégage de l'observation des figures 23 et 24 : il existe dans la vallée d'Aure une dualité entre deux types de peuplement. Le premier, constitué par le noyau 2 - 3 - 4 - 10 (fig. 23), vit en altitude dans les milieux les plus froids; la proportion d'endémiques et d'espèces boréo-alpines y est importante. Le second peuplement comprend des espèces à répartition géographique plus étendue. Il s'est établi en basse et moyenne montagne et remonte au-dessus de 1 600 - 1 800 m dans les stations les moins froides. Entre ces deux tendances entrevues dès le début de ce chapitre sur les « espèces fondamentales », s'établissent de nombreux contacts.

Le profil en long de la figure 25 précise les localisations des peuplements et de leurs interférences dans les eaux courantes de la vallée d'Aure.

Le peuplement des stations froides de haute altitude (noyau d'affinité 2 - 3 - 4 - 10) occupe les régions supérieures des torrents

FIG. 25. — Profil en long de la Neste d'Aure et de ses affluents (les longueurs par rapport à l'embouchure sont approximatives).
 Les principales stations d'eau courante sont représentées par des cercles. En blanc : groupements de haute montagne; en noir : groupements de basse et moyenne montagne; en gris : groupements intermédiaires.

dont les sources naissent au-dessus de 2 400 m. Les limites inférieures — vers 1 350 m — correspondent à des ruisseaux à fortes pentes tels que le Lassas et un affluent du ruisseau de la Mousquère.

Le second peuplement est bien représenté dans les groupements 5 des déversoirs de lacs et 6 des ruisseaux de moyenne montagne. Il comprend d'autre part les groupements 11 et 12 de la basse Neste et de son prolongement à *Rh. occidentalis*.

Les zones de contact s'établissent :

— en altitude dans les ruisseaux à forte amplitude thermique d'été (groupement 10) et dans les ruisselets de la prairie subalpine (groupement 13) ;

— dans les régions moyennes des ruisseaux à grande dénivellation et forte pente tels que l'Espiube, la Mousquère, le Lavedan (groupements 8 et 9) ;

— dans la région des sources des ruisseaux de moyenne montagne : Ardengost, Baricave, Nistos (groupement 7 à *Rh. praemorsa*).

5.4. — Influence des particularités topographiques de la vallée d'Aure.

Le resserrement de la vallée aux altitudes moyennes entraîne l'absence ou la rareté de certains biotopes dans le bassin de la Neste d'Aure. En d'autres bassins, des stations à températures maximales plus faible ou plus élevée sont mieux représentées entre 800 et 1 600 m d'altitude. La figure 24 rend compte de ce faible étalement des stations suivant l'axe des températures dans la partie moyenne de la vallée d'Aure. Certaines espèces trouvent ainsi peu de milieux propices à leur développement ; il s'ensuit une véritable inhibition de groupements qui, ailleurs, peuvent être florissants. Des espèces comme *Rh. denticulata*, *Rh. obliterata*, *Rh. fasciata*, *Rh. philopotamoïdes*, *D. felix*, *A. meridiana*, *S. furcifera* sont mieux représentées dans des vallées voisines. En vallée d'Aure, quelques individus peuvent subsister au sein des groupements définis plus haut mais plusieurs de ces espèces vivent dans les stations non classées. Les communautés de ces dernières stations forment l'amorce de groupements qui n'existent en vallée d'Aure qu'à l'état potentiel (cf. les « oosynusies » ou « synusies à l'état latent » — CASSAGNAU 1961 —).

La morphologie n'est d'ailleurs pas seule en cause pour expliquer l'absence ou la rareté de certaines espèces. La faible minéralisation des eaux entraîne par exemple la rareté des espèces du genre *Tinodes*, abondantes dans les ruisseaux calcaires des Pyrénées. Inversement, dans des vallées différentes, certains groupements bien représentés en vallée d'Aure se trouvent à leur tour masqués, quelques rares biotopes leur permettant seuls de subsister.

Les particularités topographiques créent dans certains cas de nettes discontinuités entre les groupements. Ainsi, plusieurs affluents de la Neste d'Aure (Saux, Moudang, Rioumajou) traversent des

plateaux herbeux assez longs, entre 1 600 et 1 400 m d'altitude. Les ruisseaux présentent des cours variables dans les lits larges et pierreux ainsi formés; certains peuvent même disparaître temporairement par infiltration des eaux (ruisseau de Lustou). Ces zones sont presque totalement azoïques et les larves d'insectes aquatiques y sont rares ou absentes. Il existe alors une coupure entre les communautés d'amont et d'aval; le passage se fait sans transition entre les groupements de haute montagne et ceux de moyenne montagne. Les conditions sont totalement différentes dans les ruisseaux tels que l'Espiaube ou le Lavedan, à forte pente, continuellement peuplés sur tout leur cours, entre 2 000 et 800 m d'altitude. Ici, la plus grande partie du ruisseau est peuplée par une faune intermédiaire entre les groupements du type 4 à *Rh. contracta* et ceux à *Rh. occidentalis* ou à *Rh. mocsaryi*. Le passage de l'un aux autres est graduel sans qu'il soit possible de préciser une limite exacte.

Enfin, une dernière originalité de la vallée d'Aure doit être soulignée. Plusieurs bassins de haute altitude (Merlans, Bastan, Port-Bieil) présentent une orientation N.-S. Un tel exemple est rare sur le versant français des Pyrénées où la grande majorité des vallées s'ouvre vers le Nord [CHOUARD 1949 a]. Cette disposition est celle des vallées espagnoles et on peut supposer dans ces dernières un développement important des groupement du type 5, caractérisé par la remontée en altitude des formes de basse et moyenne montagne.

6. — LES HABITATS D'EAU COURANTE : REMARQUES SUR LES « MOSAÏQUES » DE BIOTOPES

La juxtaposition de différents habitats a depuis longtemps été remarquée dans les eaux courantes et il est classique de distinguer les peuplements des fonds pierreux, vaseux ou des mousses [THIENEMANN 1912]. La distinction des communautés de ces éléments de « mosaïques » a fait l'objet de plusieurs travaux, tant pour le crénon que pour le rithron ou le potamon [cf. ILLIES et BOTOSANEANU 1963]. Les biotopes des ruisseaux de montagne s'opposent à ceux des sources par leur plus grande instabilité, à ceux des fleuves par leur faible superficie. Par suite, des échanges plus étroits et des limites plus floues s'établissent entre les diverses communautés d'une même station. Plusieurs aspects de ces rapports sont envisagés dans ce paragraphe.

6.1. — Répartition des espèces abondantes dans les habitats d'une station.

Les espèces abondantes d'une station donnée peuvent être récoltées dans les divers habitats de cette station. Ainsi *Drusus discolor*

(espèce rhéophile) atteint des pourcentages notables sur les différents substrats des stations types du groupement 4 (tableau V). Les espèces muscicoles — *Micrasema morosum*, *M. vestitum* — occupent tous les habitats des stations correspondant aux groupements 4 et 9 (tableaux V et X). Il en est de même pour les espèces de courant lent comme *Apatania stylata* des groupements 2, 3 et 4, *Agapetus fuscipes* du groupement 9 et *Thremma gallicum* du groupement 10 (tableaux III, IV, V, X et XI).

Dans leurs conditions de vie optimales, ces espèces tendent à occuper tous les habitats disponibles, y compris ceux qui, en principe, leur sont défavorables. Avec un climat hydrologique moins propice, elles se cantonnent à leur habitat de préférence et subissent la concurrence d'autres espèces qui deviennent à leur tour expansives. Ainsi, *Drusus discolor*, abondant dans tous les habitats des torrents froids de haute altitude, est pratiquement limité aux pierres en courant rapide dans les sources du groupement 7.

6.2. — Changements d'habitats d'une même espèce suivant les stations.

Deux cas peuvent être considérés au sujet de la localisation des espèces dans les divers habitats.

1° Certaines espèces sont plus ou moins strictement liées à un type d'habitat, les espèces du genre *Rhyacophila* dans les eaux rapides ou très rapides, les espèces du genre *Micrasema* dans les mousses. Elles sont souvent caractéristiques des groupements et présentent une faible amplitude écologique. Les remplacements d'amont vers l'aval sont nets au sein d'un même genre : la vicariance s'effectue suivant la plus ou moins grande distance par rapport à la source, en fonction de facteurs tels que le régime thermique et le débit.

2° D'autres espèces peuvent former une partie notable du peuplement en différents habitats d'une même station. Elles présentent une plus large amplitude écologique vis-à-vis des groupements envisagés précédemment. Le remplacement des espèces d'un même genre de l'amont vers l'aval est beaucoup moins précis et on constate un changement d'habitat suivant les stations.

Ce dernier cas est particulièrement net chez *Drusus rectus* et *Allogamus auricollis*.

Drusus rectus forme une partie importante du peuplement des pierres en courant rapide dans les déversoirs des tourbières à forte amplitude thermique (groupement 10) ; ses plus forts pourcentages sont ensuite en courant lent dans le groupement 9 et en courant nul dans le groupement 4 (Tableau XIII).

De même *Allogamus auricollis* occupe un pourcentage plus important du peuplement des courants lents que nuls dans les stations

TABLEAU XIII. — *Drusus rectus* : pourcentages du peuplement des divers habitats dans trois groupements (4, 9 et 10).

	P. C. r.	P. C. l.	P. C. n.
Torrents froids de haute montagne (4)	4,6	4,2	7,8
Ruisseaux à <i>Micrasema vestitum</i> (9)	5,9	13,7	2,5
Déversoirs des tourbières froides (10)	24,2	4,5	0

de la Neste de Couplan (groupement 9). Le rapport est inversé en Estaragne (groupement 4) : Tableau XIV.

TABLEAU XIV. — *Allogamus auricollis* : pourcentages du peuplement des divers habitats dans deux groupements (4 et 9).

	P. C. r.	P. c. l.	P. C. n.
Torrents froids de haute montagne (4)	4,7	9,8	69,2
Ruisseaux à <i>Micrasema vestitum</i> (9)	7,7	26,8	18,8

Cette tendance des espèces à grande amplitude altitudinale est générale. Elle se manifeste encore par la présence d'espèces d'eau courante de basse et moyenne montagne dans les lacs de l'étage subalpin (groupement 1) : *Polycentropus flavo-maculatus*, *Potamophylax latipennis*, *Halesus radiatus*, *Chaetopteryx villosa*, *Mystacides azurea*.

On assiste ainsi à un déplacement des espèces non strictement liées à un type d'habitat : les larves vivant en courant rapide dans les stations où les températures maximales sont élevées forment une partie importante des peuplements en courant lent ou nul lorsque la température maximale s'abaisse. Les localisations signalées par BOTOSANEANU [1960] et FLINT [in BOTOSANEANU 1960] sont en accord avec ces observations. L'effet compensateur de la température et de la vitesse du courant détermine des localisations différentes de larves suivant les stations. Les expériences montrant l'influence de la vitesse du courant et de la température sur le métabolisme respira-

toire des larves d'insectes aquatiques [PHILIPSON 1954, AMBÜHL 1959, COLLARDEAU 1961] suggèrent l'importance des conditions d'oxygénation dans la détermination de ces localisations.

6.3. — Variations dans les distributions des pourcentages.

Les différentes valeurs prises par l'écart-type de la distribution des pourcentages sont regroupées dans le tableau XV. Plusieurs constatations méritent d'être soulignées :

TABLEAU XV. — Valeurs prises par l'écart-type de la distribution des pourcentages (σ) pour les différents groupements dans les pierres en courant rapide (P. C. r.), pierres en courant moyen (P. C. m.), pierres en courant lent (P. C. l.), bords à courant nul (B. C. n.) et mousses.

Habitats Groupements	P.C. r.	P. C. m.	P. C. l.	B. C. n.	Mousses
2		21	27,9	26,8	
3		18	16,6	26,6	17
4	15,5	14,5		20,2	18,7
5	17,8	15,5			
6	8		14,4		
7	5,1		6,8	31,5	
8	6,5				27,4
9	8,1	7,9		8,6	24,1
10	10,7		14,3	18,4	
11	19,4		11,1		

— Les plus fortes valeurs de σ sont atteintes dans les mousses et dans les bords à courant nul. Ces milieux sont caractérisés chez les Trichoptères par la présence d'une espèce nettement plus abondante que les autres. Ce sont les espèces du genre *Micrasema* dans les mousses, divers Limnephilidae en courant nul : *Melampophylax mucoreus*, *Chaetopteryx villosa*, *Allogamus auricollis*. Il n'a pas été possible de distinguer les milieux vaseux à courant nul des substrats pierreux à courant lent pour le groupement 9, ces deux habitats étant étroitement imbriqués dans les stations prospectées.

— Pour l'ensemble des substrats pierreux, les valeurs de σ en courant rapide, modéré ou lent sont assez voisines dans les sources, ou dans les ruisseaux sous leur influence directe. Elles sont élevées dans les groupements 2 et 3, faibles dans les groupements 7 et 9.

— Dans le groupement 11 des stations de la basse Neste (Pont de Bizous), σ est plus faible en courant lent qu'en courant rapide où 1 à 2 espèces tendent à être plus abondantes que les autres. Pour les Trichoptères de ce groupement, les pierres en courant rapide constituent un milieu plus extrême. Plusieurs espèces fluviales sont ici à leur limite altitudinale de répartition : *Rh. dorsalis*, *P. pusilla*, *A. bilineatus*, *O. testacea*.

— Inversement, dans les groupements 6 et 10 de moyenne montagne, la dispersion des pourcentages est réduite dans les courants les plus rapides. Les abondances relatives sont voisines; les Trichoptères de ces groupements appartiennent typiquement au rhitron.

Les diverses valeurs prises par les dispersions des pourcentages rendent compte globalement des différences entre les peuplements des habitats d'eau courante. Cependant, il n'apparaît pas plus de limites tranchées entre les « éléments de puzzle » [DUSSART 1966] constitués par ces habitats qu'il n'y en avait entre les stations. Si, dans les fleuves, une plus grande superficie confère une relative stabilité aux habitats, les conditions sont fondamentalement différentes dans les eaux du rhitron. Plus que dans tout autre écosystème d'eau douce, l'aspect dynamique prend ici le pas sur l'aspect statique : variations saisonnières des composantes écologiques, déplacements actifs ou passifs des larves, envol des adultes et choix des lieux de pontes. Des précisions seront apportées sur ce point dans le chapitre consacré aux cycles biologiques des Trichoptères de la vallée d'Aure.

7. — CONCLUSION

Si l'étude du seul cours principal d'une rivière montre le caractère transitoire des biocénoses benthiques [MATLAND 1966], ce caractère apparaît encore plus nettement quand on considère l'ensemble d'un réseau hydrographique, y compris les affluents. Les groupements se fondent les uns dans les autres, certains affluents sont entièrement occupés par des peuplements de transition. Seule l'analyse biocénotique d'un réseau limité permet de distinguer les tendances principales et les stations types les abritant. Les communautés de ces dernières apparaissent comme des états d'équilibre définis à partir de l'étude d'un ensemble de stations d'une région donnée. Elles pourront alors servir de point de comparaison, de référence, dans des travaux portant sur d'autres régions ou sur d'autres bassins hydrographiques.

Les figures 23 et 24 montrent l'importance prépondérante des régimes thermiques dans la localisation des groupements, notamment en haute montagne. Il ne saurait être question d'expliquer la complexité des répartitions écologiques dans les eaux courantes par

l'influence d'un seul facteur. Cependant, l'étude des zonations des eaux courantes ne peut éviter toute référence aux régimes thermiques, surtout dans un réseau prenant ses sources au-dessus de 1 600 - 1 800 mètres d'altitude (cas « atypique » d'ILLIES et BOTOSANEANU 1963).

La description de la répartition écologique des Trichoptères de la vallée d'Aure a permis de définir certains groupements d'espèces, de connaître leurs rapports, leurs différences et leurs ressemblances. Les stations comprenant ces groupements ont été décrites et dans la plupart des cas, une correspondance a été établie entre les « composantes spécifiques » et les « composantes écologiques ». Le rôle de quelques-unes de ces composantes en tant que facteurs de répartition est envisagé dans le chapitre suivant, consacré aux espèces de haute montagne.

CHAPITRE III

LES ESPÈCES DE HAUTE MONTAGNE

Les groupements définis dans l'étude de la répartition écologique des Trichoptères se sont révélés à la fois mieux caractérisés et mieux individualisés dans la partie supérieure de la Neste d'Aure. La haute montagne constitue un milieu extrême, son étude permet de dégager avec plus de netteté les principales associations d'espèces et le rôle des facteurs limites. Par suite de la présence du laboratoire d'Orédon, la densité des stations prospectées est plus élevée et plus homogène au-dessus de 1 800 m, pour les bassins de l'Oule et d'Orédon, que pour l'ensemble de la vallée d'Aure.

Ces conditions justifient l'étude particulière des Trichoptères de haute montagne.

L'importance de la distribution des stations est fondamentale dans toute analyse quantitative de la flore ou de la faune d'une région donnée. Pour GREIG-SMITH [1964], le choix *a priori* de stations considérées comme typiques d'un certain milieu dépend d'idées préconçues et ne peut fournir la base d'une étude statistique. Les relevés doivent être disposés « systématiquement » ou au « hasard ». Pratiquement, la réalisation de tels relevés se heurte à de grandes difficultés dans l'ensemble des milieux aquatiques d'un même bassin hydrographique. La disposition régulière des stations (séparées par une distance standardisée) peut être envisagée dans l'étude d'un seul cours d'eau; elle est inapplicable dans le Massif de Néouvielle où les sources, suintements, torrents, lacs et mares présentent des relations variées dans un réseau compliqué et capricieux.

La méthode utilisée ici permet toutefois d'éliminer une certaine part de subjectivité : sur le versant des Nestes du Massif de Néouvielle, les prélèvements ont été effectués dans le plus de stations possible. Il ne s'agit pas véritablement d'un des types de distribution signalés ci-dessus. On peut toutefois penser que dans les limites de l'aire étudiée (versant W. du Massif de Néouvielle au-dessus de 1 800 m) chaque point d'eau présente une chance sensiblement égale de figurer dans les stations prospectées.

Il est alors possible de déterminer quantitativement l'ossature des associations entre espèces des Trichoptères de haute montagne et d'envisager le rôle des facteurs du milieu dans leur répartition.

1. — AFFINITÉ CÉNOTIQUE

Dans la détermination des affinités entre espèces de haute montagne, les habitats et non plus les stations ont été considérés. La station 5.15 par exemple a été subdivisée en :

- mousses en courant rapide à très rapide,
- pierres en courant rapide à très rapide,
- pierres en courant très lent à lent.

La comparaison porte ainsi sur 144 habitats situés au-dessus de 1 800 m d'altitude, dans le bassin de l'Oule (stations 1.1. à 1.23), le vallon d'Estibère (stations 2.1 à 2.31), le bassin d'Aumar (stations 3.1 à 3.28), le bassin de Cap de Long (stations 4.1 et 4.2), le vallon d'Estaragne (stations 5.1 à 5.16), et les environs immédiats d'Orédon (stations 6.1 à 6.7).

Les affinités entre espèces ont été déterminées par l'écart-quadratique moyen :

$$\Phi_c = \frac{[(C - P) N] - \frac{N}{2}}{\sqrt{A(N - A) B(N - B)}} \quad (\text{voir page 430})$$

dans lequel $N = 144$.

Vingt-neuf espèces ont été comparées. Les espèces les moins fréquentes (nombre de présences inférieur à 9) n'ont pas été retenues; les valeurs de Φ ne rendaient pas compte de leurs affinités réelles avec les espèces les plus fréquentes.

Les affinités et incompatibilités les plus remarquables sont indiquées dans le tableau XVI. Pour chaque espèce, affectée de son nombre de présence A dans les 144 relevés, les espèces les plus affines sont citées dans l'ordre décroissant de Φ . C est le nombre de présences simultanées des deux espèces considérées. Les incompatibilités éventuelles (signe —) sont mentionnées à la fin de chaque paragraphe.

Les valeurs de Φ_c supérieures à 0,21 ont seules été indiquées (soit un χ^2 voisin de 6,63 et un seuil de probabilité P égal à 10^{-2}).

Pour $\Phi \geq 0,27$, $\chi^2 = N\Phi^2$ voisin de 10,83, $P < 10^{-3}$;

pour $\Phi \geq 0,33$, $\chi^2 = N\Phi^2$ voisin de 16,15, $P < 10^{-4}$.

TABLEAU XVI. — Affinité cénotique entre 29 espèces de haute montagne.

Rhyacophila angelieri ($A = 9$)

	C	Φ_c		C	Φ_c
<i>M. morosum</i>	7	0,371	<i>Rh. evoluta</i>	6	0,242
<i>Rh. contracta</i>	7	0,353	<i>P. cingulatus</i>	5	0,235
<i>P. scruposa</i>	7	0,353	<i>D. discolor</i>	6	0,218

Rhyacophila contracta (A = 31)

	C	Φ_c		C	Φ_c
<i>M. morosum</i>	17	0,453	<i>Rh. angelieri</i>	7	0,353
<i>Rh. evoluta</i>	18	0,388			

Rhyacophila evoluta (A = 37)

<i>D. discolor</i>	22	0,404	<i>Ph. montanus</i>	16	0,311
<i>Rh. contracta</i>	18	0,388	<i>H. pellucidula</i>	13	0,291
<i>D. rectus</i>	26	0,378	<i>Rh. angelieri</i>	6	0,242
<i>M. morosum</i>	17	0,378			
<i>Rh. tristis</i>	18	0,373	<i>A. pyrenaea</i>	3	—0,215

Rhyacophila meridionalis (A = 9)

<i>O. albicorne</i>	9	0,577	<i>H. pellucidula</i>	7	0,423
<i>A. fuscipes</i>	5	0,494	<i>S. personatum</i>	6	0,408
<i>Ph. montanus</i>	9	0,493			

Rhyacophila tristis (A = 32)

<i>H. pellucidula</i>	16	0,478	<i>M. morosum</i>	12	0,231
<i>Ph. montanus</i>	18	0,451			
<i>Th. gallicum</i>	10	0,388			
<i>Rh. evoluta</i>	18	0,373	<i>A. pyrenaea</i>	2	—0,218

Agapetus fuscipes (A = 10)

<i>Rh. meridionalis</i>	5	0,494	<i>O. albicorne</i>	8	0,464
<i>H. pellucidula</i>	8	0,464	<i>Ph. montanus</i>	9	0,455

Synagapetus insons (A = 39)

<i>A. stylata</i>	25	0,589	<i>P. scruposa</i>	15	0,251
<i>D. rectus</i>	26	0,347			
<i>M. mucoreus</i>	24	0,343			
<i>M. morosum</i>	15	0,278	<i>P. latipennis</i>	1	—0,274

Philopotamus montanus (A = 31)

<i>H. pellucidula</i>	18	0,582	<i>Rh. tristis</i>	18	0,451
<i>O. albicorne</i>	18	0,581	<i>S. personatum</i>	11	0,344
<i>Rh. meridionalis</i>	9	0,493	<i>Rh. evoluta</i>	16	0,311
<i>A. fuscipes</i>	9	0,455	<i>Th. gallicum</i>	7	0,227

Plectrocnemia laetabilis (A = 22)

<i>M. mucoreus</i>	17	0,379	<i>Rh. spinifer</i>	5	0,289
<i>Ch. villosa</i>	13	0,355	<i>A. stylata</i>	11	0,254

Plectrocnemia scruposa (A = 31)

<i>Th. gallicum</i>	14	0,341	<i>Rh. angelieri</i>	7	0,353
<i>M. morosum</i>	14	0,327	<i>S. insons</i>	15	0,251
<i>P. cingulatus</i>	13	0,298	<i>Ch. villosa</i>	13	0,226
<i>M. mucoreus</i>	18	0,257	<i>A. stylata</i>	13	0,215

Polycentropus flavo-maculatus (A = 12)

	C	Φ_c		C	Φ_c
<i>L. gadarramicus</i>	6	0,481	<i>S. personatum</i>	5	0,254
<i>P. latipennis</i>	10	0,464			
<i>A. pyrenaea</i>	9	0,365	<i>D. rectus</i>	0	—0,240
<i>H. radiatus</i>	4	0,337	<i>M. mucoreus</i>	0	—0,220

Hydropsyche pellucidula (A = 24)

<i>O. albicorne</i>	16	0,600	<i>Rh. meridionalis</i>	7	0,423
<i>Ph. montanus</i>	18	0,582	<i>Th. gallicum</i>	7	0,293
<i>S. personatum</i>	12	0,486	<i>Rh. evoluta</i>	13	0,291
<i>Rh. tristis</i>	16	0,478			
<i>A. fuscipes</i>	8	0,464	<i>M. mucoreus</i>	2	—0,248

Apatania stylata (A = 35)

<i>S. insons</i>	25	0,589	<i>M. morosum</i>	13	0,240
<i>D. rectus</i>	31	0,577	<i>P. scruposa</i>	13	0,215
<i>M. mucoreus</i>	26	0,471			
<i>Ch. villosa</i>	19	0,409	<i>O. albicorne</i>	0	—0,253
<i>P. laetabilis</i>	11	0,254	<i>S. personatum</i>	0	—0,221

Drusus discolor (A = 41)

<i>M. morosum</i>	19	0,412	<i>Rh. angelieri</i>	6	0,218
<i>Rh. evoluta</i>	22	0,404			
<i>D. rectus</i>	24	0,254	<i>A. pyrenaea</i>	2	—0,278

Drusus rectus (A = 56)

<i>A. stylata</i>	31	0,577	<i>D. discolor</i>	24	0,254
<i>M. morosum</i>	22	0,381			
<i>Rh. evoluta</i>	26	0,378	<i>P. latipennis</i>	3	—0,304
<i>M. mucoreus</i>	32	0,376	<i>L. centralis</i>	0	—0,251
<i>S. insons</i>	26	0,347	<i>O. albicorne</i>	3	—0,242

Limnephilus bipunctatus (A = 16)

Aucune affinité avec les autres espèces.

Limnephilus centralis (A = 13)

<i>L. gadarramicus</i>	5	0,365	<i>M. mucoreus</i>	0	—0,230
------------------------	---	-------	--------------------	---	--------

Limnephilus gadarramicus (A = 11)

<i>P. flavo-maculatus</i>	6	0,481	<i>L. centralis</i>	5	0,365
<i>P. latipennis</i>	9	0,432			

Potamophylax cingulatus (A = 28)

<i>P. scruposa</i>	13	0,298	<i>M. mucoreus</i>	16	0,231
<i>Rh. angelieri</i>	5	0,235			

Potamophylax latipennis (A = 30)

<i>P. flavo-maculatus</i>	10	0,464	<i>M. mucoreus</i>	4	—0,230
<i>L. gadarramicus</i>	9	0,432	<i>M. morosum</i>	1	—0,214
<i>A. pyrenaea</i>	14	0,278			

Rhadicleptus spinifer (A = 9)

	C	Φ_c		C	Φ_c
<i>M. mucoreus</i>	8	0,294	<i>P. laetabilis</i>	5	0,289

Halesus radiatus (A = 9)

<i>P. flavo-maculatus</i>	4	0,337	<i>O. albicorne</i>	5	0,269
---------------------------	---	-------	---------------------	---	-------

Melampophylax mucoreus (A = 50)

<i>A. stylata</i>	26	0,471	<i>Rh. spinifer</i>	8	0,294
<i>P. laetabilis</i>	17	0,379	<i>P. scruposa</i>	18	0,257
<i>D. rectus</i>	32	0,376	<i>P. cingulatus</i>	16	0,231
<i>S. insons</i>	24	0,343	<i>O. albicorne</i>	1	—0,287
<i>Ch. villosa</i>	21	0,316	<i>S. personatum</i>	0	—0,284

Chaetopteryx villosa (A = 34)

<i>A. stylata</i>	26	0,409	<i>M. mucoreus</i>	21	0,316
<i>P. laetabilis</i>	13	0,355	<i>P. scruposa</i>	13	0,226

Annitella pyrenaea (A = 34)

<i>P. flavo-maculatus</i>	9	0,365	<i>D. discolor</i>	2	—0,278
<i>P. latipennis</i>	14	0,278	<i>Rh. tristis</i>	2	—0,218
			<i>Rh. evoluta</i>	3	—0,215

Odontocerus albicorne (A = 24)

<i>H. pellucidula</i>	16	0,600	<i>H. radiatus</i>	5	0,269
<i>Ph. montanus</i>	18	0,581			
<i>Rh. meridionalis</i>	9	0,577			
<i>S. personatum</i>	12	0,486	<i>M. mucoreus</i>	1	—0,287
<i>A. fuscipes</i>	8	0,464	<i>A. stylata</i>	0	—0,253

Micrasema morosum (A = 29)

<i>Rh. contracta</i>	17	0,453	<i>P. scruposa</i>	14	0,327
<i>D. discolor</i>	19	0,412	<i>S. insons</i>	15	0,278
<i>D. rectus</i>	22	0,381	<i>A. stylata</i>	13	0,240
<i>Rh. evoluta</i>	17	0,378	<i>Rh. tristis</i>	12	0,231
<i>Rh. angelieri</i>	7	0,371	<i>P. latipennis</i>	1	—0,214

Sericostoma personatum (A = 19)

<i>H. pellucidula</i>	12	0,486	<i>P. flavo-maculatus</i>	5	0,254
<i>O. albicorne</i>	12	0,486			
<i>Rh. meridionalis</i>	6	0,408	<i>M. mucoreus</i>	0	—0,284
<i>Ph. montanus</i>	11	0,344	<i>D. rectus</i>	0	—0,269

Thremma gallicum (A = 14)

<i>Rh. tristis</i>	10	0,388	<i>H. pellucidula</i>	7	0,293
<i>P. scruposa</i>	14	0,341			

2. — LES NOYAUX D'AFFINITÉ

Les noyaux d'affinité mis en évidence par la méthode des polygones (pour $\Phi \geq 0,27$) peuvent être disposés en trois séries distinctes (tableau XVII).

TABLEAU XVII. — Noyaux d'affinité des Trichoptères de haute montagne dans le Massif de Néouvielle.

I. A — *L. bipunctatus*

B — {	<i>L. centralis</i>	C — {	<i>L. gadarramicus</i>
	<i>L. gadarramicus</i>		<i>P. latipennis</i>
			<i>P. flavo-maculatus</i>
			<i>A. pyrenaea</i>

II. A — {	<i>S. personatum</i>	B — {	<i>O. albicorne</i>	C — {	<i>Ph. montanus</i>
	<i>O. albicorne</i>		<i>Rh. meridionalis</i>		<i>H. pellucidula</i>
	<i>Rh. meridionalis</i>		<i>Ph. montanus</i>		<i>Rh. evoluta</i>
	<i>H. pellucidula</i>		<i>H. pellucidula</i>		<i>Rh. tristis</i>
			<i>A. fuscipes</i>		

III. A — {	<i>M. mucoreus</i>	B — {	<i>P. laetabilis</i>	C — {	<i>D. rectus</i>
	<i>A. stylata</i>		<i>Ch. villosa</i>		<i>D. discolor</i>
	<i>S. insons</i>		<i>M. mucoreus</i>		<i>Rh. evoluta</i>
	<i>D. rectus</i>				<i>M. morosum</i>
				D — {	<i>Rh. evoluta</i>
					<i>M. morosum</i>
					<i>Rh. contracta</i>

2.1. — Série I : les espèces d'eau dormante.

A) *Limnephilus bipunctatus* est indifférente aux autres espèces. Dans le Massif du Néouvielle, elle vit presque exclusivement dans les mares temporaires alimentées par la fonte des neiges.

B) *Limnephilus centralis* et *Limnephilus gadarramicus* peuplent les mares et les lacs à végétation abondante. La première de ces espèces dépose ses œufs à la base des tiges de *Carex* dans lesquelles elle se fixe fréquemment pour effectuer sa nymphose; la seconde construit son fourreau larvaire exclusivement à l'aide de matériel végétal (*Carex vulgaris* et *rostrata*, *Potamogeton praelongus*) d'une

manière analogue à l'espèce de plaine *L. rhombicus*. Certaines mares habitées par ces espèces sont susceptibles de s'assécher à la fin de l'été, moins régulièrement cependant que les mares à *L. bipunctatus*.

C) *Potamophylax latipennis* — *Polycentropus flavo-maculatus* — *Annitella pyrenaea* peuplent la majorité des lacs de haute altitude. Elles cohabitent avec *L. centralis* et *L. guadarramicus* dans les habitats herbeux.

Les noyaux B et C sont réunis dans le groupement 1 des lacs de l'étage subalpin (p. 439).

2.2. — Série II : les espèces d'eau courante à température maximale élevée en été.

Les noyaux de cette série sont caractérisés par la présence constante de *Ph. montanus* et *H. pellucidula*.

A) Le premier (*S. personatum* — *O. albicorne* — *Rh. meridionalis* — *Ph. montanus* — *H. pellucidula*) se rencontre dans les stations dont le substrat est formé de pierres assez grosses pour former des remous et créer des zones d'eaux mortes importantes. *S. personatum* et *O. albicorne* s'abritent du courant dans ces zones où s'accumulent des débris végétaux.

B) Sur les pierres de petite et moyenne dimension où règne un courant constamment modéré ou rapide, *S. personatum* disparaît au profit d'*A. fuscipes*.

C) Enfin, les habitats à courant très rapide sont occupés par *Ph. montanus* — *H. pellucidula* — *Rh. evoluta* — *Rh. tristis*. On note ici la disparition d'*A. fuscipes* et l'apparition des deux *Rhyacophila* les plus indifférents au régime thermique en haute montagne : *Rh. evoluta* et *Rh. tristis*.

Les espèces caractéristiques de ces trois noyaux sont constantes dans le groupement 5 des déversoirs de lacs (page 449).

2.3. — Série III : les espèces d'eau courante à température maximale peu élevée en été.

A) Le noyau d'affinité *M. mucoreus* — *A. stylata* — *S. insons* — *D. rectus* constitue la base du peuplement trichoptérologique des sources froides d'altitude (groupements 2 et 3). Il est le point de départ de deux séries distinctes.

B) *P. laetabilis* — *Ch. villosa* — *M. mucoreus* caractérisent les milieux vaseux à courant très lent ou lent, avec de fortes accumulations de débris végétaux. *P. scruposa* et *P. cingulatus* ne présentent pas d'affinités constamment élevées avec chacune de ces trois espèces mais peuvent être citées ici.

C) Les torrents froids issus de ces sources ou des névés, aux eaux très rapides, abritent *D. discolor* — *Rh. evoluta* — *M. morosum*. *D.*

rectus préfère les endroits calmes à certains stades de sa vie larvaire et présente une affinité moindre vis-à-vis de *D. discolor*.

D) *Rh. evoluta* — *M. morosum* — *Rh. contracta* sont caractéristiques des mousses de ces mêmes torrents.

Ces deux derniers noyaux composent le groupement 4 des torrents froids de haute montagne (page 446).

Excepté *L. bipunctatus*, isolé dans les mares temporaires, les noyaux considérés se disposent d'une façon continue à l'intérieur de chaque série; chacun découle du précédent par substitution d'une ou de plusieurs espèces. Les discontinuités sont plus marquées entre chacune des trois séries. Certaines espèces assurent cependant des liaisons par leurs affinités avec les formes des séries voisines.

Entre les séries I et II : *P. flavo-maculatus* et *S. personatum* présentent une affinité réciproque notable.

Entre les séries II et III : par ses affinités avec *Ph. montanus*, *H. pellucidula*, *Rh. tristis* d'une part, avec *D. discolor*, *Rh. contracta*, *D. rectus*, *M. morosum* d'autre part, *Rh. evoluta* se retrouve dans les noyaux des eaux rapides des torrents froids et des torrents à fortes amplitudes thermiques.

Parmi les espèces dont les liaisons sont moins évidentes, *H. radia-tus* présente des affinités avec *P. flavo-maculatus* et *O. albicorne*, *Th. gallicum* avec *Rh. tristis* et *H. pellucidula* d'une part, *P. scruposa* d'autre part.

Les incompatibilités les plus importantes (fig. 26) sont celles opposant des espèces d'eau dormante (*A. pyrenaea*, *P. flavo-maculatus*, *L. centralis*, *P. latipennis*) à des espèces d'eau courante froide (*D. discolor*, *D. rectus*, *S. insons*) d'une part, des espèces de déversoirs de lacs (*S. personatum*, *O. albicorne*, *H. pellucidula*) à des espèces de sources froides (*A. stylata*, *M. mucoreus*) d'autre part.

3. — FACTEURS EXTRINSÈQUES DE LA RÉPARTITION DES TRICHOPTÈRES EN HAUTE MONTAGNE

La localisation des noyaux d'affinité les plus caractéristiques de haute montagne a permis d'entrevoir l'influence de certains facteurs externes. Il convient alors de vérifier ces hypothèses et de préciser dans quelle mesure les facteurs envisagés influencent la répartition des Trichoptères dans les eaux du Massif de Néouvielle.

En fait, deux facteurs essentiels retiendront notre attention : le régime thermique et la vitesse du courant. A part quelques bandes calcaires ou schisteuses, la majorité des stations prospectées était située sur sol granitique et il n'a pas été possible de mettre en corrélation le chimisme de l'eau et la répartition des espèces. D'autres

FIG. 26. — Incompatibilités réciproques entre les espèces de haute altitude ($\Phi < -0,24$).

(A. p. : *Annitella pyrenaica*; A. s. : *Apatania stylata*; D. d. : *Drusus discolor*; D. r. : *Drusus rectus*; H. p. : *Hydropsyche pellucidula*; L. c. : *Limnephilus centralis*; M. m. : *Melampophylax mucoreus*; O. a. : *Odontocerum albicorne*; P. fm. : *Polycentropus flavo-maculatus*; P. l. : *Potamophylax latipennis*; S. i. : *Synagepetus insons*; S. p. : *Sericostoma personatum*.

facteurs externes ont, il est vrai, un rôle non négligeable; ils sont cependant masqués par la température et la vitesse du courant qui, par leurs contrastes et leurs intensités, jouent le rôle de facteurs limites dans les milieux aquatiques de haute montagne. Leurs variations sont d'ailleurs en relation avec des facteurs externes variés : ensoleillement, exposition, enneigement pour la température; pente, nature et stabilité du substrat pour la vitesse du courant.

3.1. — Méthode.

Les tests statistiques mis en œuvre dans une comparaison facteur-espèce diffèrent suivant la nature qualitative ou quantitative des deux données considérées [GREIG-SMITH 1964, p. 144; BONNET 1964, p. 250].

Les mesures de température et de vitesse de courant peuvent être portées sur des échelles de valeur et ces deux facteurs semblent au premier abord constituer des données quantitatives typiques. Ils agissent cependant sur la répartition des organismes par leurs variations et leurs cycles quotidiens ou saisonniers. C'est donc le régime thermique ou le régime des vitesses de courant d'une station qui devrait être enregistré en continu. On conçoit l'impossibilité de réaliser une telle étude dans 144 habitats situés au-dessus de 1 800 m d'altitude. Aussi, dans la comparaison facteur-espèce, les températures et les vitesses de courant ont-elles été considérées comme des données qualitatives : amplitudes thermiques faibles (t° max. $< 12^{\circ}$ C) et amplitudes thermiques fortes (t° max. $> 12^{\circ}$ C); courants nuls ou faibles (v. max. < 25 cm/s) et courants forts (v. max. > 25 cm/s).

Les régimes de ces facteurs sont certes rendus d'une manière grossière mais cette première approximation est plus en rapport avec la connaissance partielle que nous avons de la plupart des stations étudiées. Ces deux facteurs dont le rôle dans la répartition des larves d'insectes aquatiques est essentiel, ne peuvent en effet être totalement ignorés, même si nous n'en connaissons pas les cycles d'une façon approfondie.

Le facteur et l'espèce étant dichotomisés en présence (+) et absence (—), le test de χ^2 peut être utilisé pour déterminer le degré d'affinité d'une espèce X pour le facteur considéré (cas de deux données de nature qualitative).

Pour la vitesse du courant par exemple, la table de contingence peut être construite comme l'indique la figure 27.

		Courant fort +	Courant faible —	
Sp. X	+	C Relevés en courant fort avec sp. X	B — C Relevés en courant faible avec sp. X	B
	—	A — C Relevés en courant fort sans sp. X	(N-A) — (B-C) Relevés en courant faible sans sp. X	N — B
		A	N — A	N

FIG. 27. — Table de contingence espèce X - facteur courant.

Avec les notations de la figure 27, le χ^2_c pour 1 degré de liberté s'exprime par :

$$\chi^2_c = \frac{[(C - P|N) - N/2]^2 N}{A(N - A) B(N - B)}$$

avec $P = \frac{AB}{N}$,

formule équivalente de :

$$\chi^2_c = \frac{[(ad - bc) - N/2]^2 N}{(a + b)(a + c)(b + d)(c + d)}$$

dans laquelle $a = C$, $b = B - C$, $c = A - C$, $d = (N - A) - (B - C)$.

[LISON 1958, p. 303; BONNET 1964, p. 314; SOUTHWOOD 1966, p. 328].

3.2. — La température.

TEMPÉRATURES HIVERNALES.

Les températures de l'eau, relevées en hiver, sous la glace et la neige, sont voisines de 0° C.

— 5 et 10 novembre :

station 5.1 : $t^\circ = +2^\circ \text{ C}$ (glace sur les bords);

station 5.4 : $t^\circ = 0^\circ \text{ C}$ (glace sur les bords);

station 3.10 : $t^\circ = +2^\circ \text{ C}$ (sous fine pellicule de glace);

— 17 décembre :

station 2.5 : $t^\circ = 0^\circ \text{ C}$;

station 3.10 : $t^\circ = 0^\circ \text{ C}$ sous 20 cm de glace;

— 4 février :

station 1.2 : $t^\circ = +1^\circ \text{ C}$ sous la glace ($t^\circ \text{ ext.} = -3^\circ \text{ C}$);

— 12 et 13 mars :

station 5.4 : $t^\circ = +1^\circ \text{ C}$ (sous 50 à 70 cm de neige);

station 3.28 : $t^\circ = +1^\circ \text{ C}$ (partiellement enneigé);

station 3.22 : $t^\circ \text{ max.} = +1^\circ \text{ C}$; $t^\circ \text{ min.} = -0,5^\circ \text{ C}$ (du 11-3 au 15-3-66; $t^\circ \text{ extérieure}$ variant de $+6^\circ \text{ C}$ à -10° C);

— 30 mars :

station 3.10 : $t^\circ = 0^\circ \text{ C}$ (sous 120 cm de neige);

— 26 avril :

station 5.15 : $t^\circ = +1^\circ \text{ C}$ (partiellement enneigé);

— 25 mai :

station 3.10 : $t^\circ = +3^\circ \text{ C}$ (sous 1 cm de glace).

Les sources exceptées, les valeurs maximales de température mesurées en juillet et en août renseignent donc sur les amplitudes thermiques annuelles des 144 habitats étudiés.

La température maximale de 12° C utilisée pour séparer les faibles des fortes amplitudes thermiques délimite assez bien les deux types

de milieux : sources et torrents froids d'une part, mares, lacs et déversoirs, ruisseaux alimentés par des suintements de la prairie subalpine d'autre part.

Les affinités et incompatibilités vis-à-vis du facteur « faible amplitude thermique » sont indiquées dans le tableau XVIII.

Les espèces les plus affines appartiennent à la série II des sources et des torrents froids; les incompatibilités les plus significatives concernent des espèces des séries I et II des lacs et de leurs déversoirs. Les valeurs de χ^2_c calculées pour les autres espèces sont inférieures et n'ont pas été retenues ici (seuil de probabilité P voisin de 10^{-3}).

TABLEAU XVIII. — Valeurs de χ^2 les plus significatives dans la comparaison espèce — facteur faible amplitude thermique, espèce — facteur courant fort.

Milieux froids à faibles amplitudes thermiques (A = 48).

— Affinités :

	B	C	χ^2_c		B	C	χ^2_c
<i>A. stylata</i>	35	27	39,99	<i>S. insons</i>	39	24	19,18
<i>D. rectus</i>	56	35	34,99	<i>M. mucoreus</i>	50	28	17,74
<i>Rh. contracta</i>	31	22	23,06	<i>M. morosum</i>	29	19	16,94

-- Incompatibilités :

	B	C	χ^2_c		B	C	χ^2_c
<i>P. latipennis</i>	30	1	15,30	<i>S. personatum</i>	19	0	10,97
<i>H. pellucidula</i>	24	0	14,37	<i>Ph. montanus</i>	31	3	9,95
<i>O. albicorne</i>	24	0	14,37				

Courants forts (A = 45).

— Affinités :

	B	C	χ^2_c		B	C	χ^2_c
<i>Rh. evoluta</i>	37	27	40,29	<i>H. pellucidula</i>	24	18	25,64
<i>Rh. contracta</i>	31	23	33,87	<i>M. morosum</i>	29	19	19,84
<i>Ph. montanus</i>	31	23	33,87	<i>D. discolor</i>	41	23	16,47
<i>Rh. tristis</i>	32	22	26,87				

VARIATIONS JOURNALIÈRES DE LA TEMPÉRATURE EN ÉTÉ.

Trois enregistrements de température en continu retiendront notre attention; ils ont été réalisés dans des stations d'eau courante des environs d'Orédon, à des altitudes voisines :

- le ruisseau d'Estaragne vers 1 980 m (en amont de la station 5.4),
- le ruisseau déversoir des Laquettes vers 1 930 m (station 3.28),
- le ruisseau déversoir de la tourbière Despax vers 2 100 m (station 3.21).

Ces trois torrents présentent des pentes très fortes entre 2 000 et 1 900 m (30 à 60 %); leur différence essentielle est dans leur mode d'alimentation.

L'Estaragne (*fig. 28 A*) est issu d'un névé qui impose à l'eau du torrent une température toujours basse. Les variations de température de l'air peuvent élever la température du torrent à 12° C pendant la journée mais elles ne provoquent pas d'amplitudes quotidiennes supérieures à 7° C. Dès que l'effet de l'ensoleillement disparaît, les températures de l'eau s'abaissent à celles de la source (5-6° C environ).

Les Laquettes (*fig. 28 B*) forment des réservoirs où l'eau s'échauffe et conserve une température élevée durant la belle saison. Les températures minimales du torrent déversoir s'abaissent rarement au-dessous de 12° C au mois d'août, les températures maximales atteignent 16 et 18° C. Cet effet tampon des lacs d'alimentation vis-à-vis des températures diminue lentement en automne avec la baisse de la température atmosphérique moyenne. Ce régime thermique est réalisé dans les déversoirs des lacs du massif (Bassin de l'Oule, Estibère). La courbe de température de l'air présente ici une allure différente de celles des deux autres stations par suite de l'exposition de l'habitat où la sonde a été placée. Cette particularité microclimatique n'influence pas la température du ruisseau et quelques mètres plus loin la courbe de température de l'air aurait été semblable à celles des *fig. 28 A* et *28 C*.

Enfin, le troisième torrent présente un type intermédiaire entre les deux précédents. L'alimentation est assurée par une source froide à fort débit (station 3.18). Les eaux sortent de terre à une température d'environ 4° C et s'étalent ensuite dans le petit bassin de la tourbière Despax. Sous l'effet de l'ensoleillement, les températures s'élèvent à 20-22° C durant la journée. L'appareil enregistreur a été placé 100 m plus bas dans le torrent déversoir; les variations suivantes peuvent être constatées (*fig. 28 C*) :

- pendant la journée, les températures du ruisseau, influencées par celles des eaux stagnantes du bas de la tourbière, s'élèvent jusqu'à 16 et 17° C, les températures sont analogues à celles des déversoirs de lacs.

FIG. 28. — Variations de température de trois torrents de haute altitude (trait continu) en fonction des variations de la température extérieure (tirets). A : Estaragne (enregistrement du 10-VIII-1965 au 14-VIII-1965); B : déversoir des Laquettes (enregistrement du 3-IX-1966 au 7-IX-1966); C : déversoir de la tourbière Despax (enregistrement du 9-IX-1964 au 13-IX-1964).

— l'influence de la source se fait ressentir dès la fin du jour et les températures nocturnes se rapprochent quotidiennement de 5° C. Ces températures minimales sont alors analogues à leurs homologues du ruisseau d'Estaragne.

Le faible volume des eaux stagnantes de la tourbière ne permet pas l'existence d'une réserve thermique comparable à celle des lacs plus importants. Les amplitudes thermiques quotidiennes sont, par suite, importantes (12° C environ).

Les conditions réalisées en juin sont différentes :

— les températures de l'Estaragne demeurent voisines de celles de la source;

— les lacs n'ayant pas encore emmagasiné leur réserve thermique, les températures de leurs déversoirs demeurent faibles;

— dans la tourbière Despax, la faible profondeur et le faible volume des eaux permet une réaction beaucoup plus sensible aux réchauffements diurnes. Le torrent déversoir peut déjà présenter des fluctuations journalières plus importantes.

Une diminution des amplitudes thermiques quotidiennes a été constatée au cours de l'année dans certains ruisseaux de plaine [MACAN 1958 b, EDINGTON 1966]. Ce phénomène a été mis en rapport avec l'échauffement progressif du sol au cours de l'été [EDING-

TABLEAU XIX. — Pourcentages de larves récoltées dans le ruisseau d'Estaragne (station 5.4), dans le déversoir des Laquettes (3.28) et dans le déversoir de la tourbière Despax (3.21).

Estaragne (5.4)		Déversoir Laquettes (3.28)		Déversoir Tourb. Despax (3.21)	
<i>A. auricollis</i> .	51,1	<i>Ph. montanus</i> .	49,6	<i>S. insons</i>	47,3
<i>D. discolor</i> ..	29,7	<i>H. pellucidula</i> .	22,2	<i>D. rectus</i>	39,6
<i>Rh. evoluta</i> ..	10,2	<i>O. albicorne</i> ..	14,5	<i>Rh. tristis</i> ..	3,6
<i>Rh. contracta</i> .	3,3	<i>Ph. variegatus</i> .	8,8	<i>Ph. montanus</i> .	2,8
<i>D. rectus</i>	2,5	<i>Rh. tristis</i> ..	2,3	<i>M. mucoreus</i> ..	2,3
<i>M. morosum</i> ..	2,3	<i>P. latipennis</i> .	0,9	<i>P. scruposa</i> ..	1,4
<i>S. insons</i>	0,3	<i>Th. gallicum</i> .	0,7	<i>Rh. evoluta</i> ..	1,2
<i>P. scruposa</i> ..	0,2	<i>Rh. meridiona-</i> <i>lis</i>	0,7	<i>D. discolor</i> ..	0,4
<i>Rh. angelieri</i> .	0,2	<i>A. pyrenaea</i> ..	0,3	<i>P. cingulatus</i> .	0,3
<i>Rh. tristis</i>	0,2			<i>A. stylata</i>	0,2
<i>M. mucoreus</i>				<i>M. morosum</i> ..	0,2
<i>Th. gallicum</i>				<i>P. laetabilis</i> ..	0,2
<i>P. cingulatus</i>				<i>H. pellucidula</i> .	0,1
				<i>A. pyrenaea</i> ..	0,1
Prélèvements .	31	Prélèvements .	15	Prélèvements .	20
Total.	3 233	Total.	441	Total.	2 208

TON 1966]. Les trois torrents étudiés ici ne permettent pas de retrouver ces conditions pour la haute montagne. Les amplitudes thermiques quotidiennes augmentent au cours de l'été en Estaragne et dans le déversoir de la tourbière Despax, les influences de la source et du rayonnement solaire étant tour à tour prépondérantes. L'effet régularisateur des lacs conserve une température élevée aux torrents déversoirs à la fin de l'été; inversement, ces températures se maintiennent constamment basses au début de l'été. L'élévation progressive des températures maximales et minimales est sous la dépendance du régime thermique des lacs et les amplitudes quotidiennes demeurent faibles.

La composition centésimale des faunes trichoptérologiques des trois torrents fait l'objet du tableau XIX. La station 5.4 de l'Estaragne présente un peuplement typique du groupement 4 des torrents froids de haute altitude (p. 446). Le déversoir des Laquettes (3.28) abrite la faune habituelle du groupement 5 des déversoirs de lacs (page 449); la presque totalité des espèces sont des formes de basse montagne. La station (3.21) du déversoir de la tourbière Despax montre un peuplement composite et intermédiaire où les espèces abondantes des deux stations précédentes cohabitent sans atteindre des pourcentages importants. La présence de *S. insons* et de *D. rectus* (avec 47,3 et 39,6 % du peuplement), montre l'influence du peuplement de la source de la tourbière sur la partie supérieure du torrent déversoir.

3.3. — La vitesse du courant.

Une analyse précise du rôle de la vitesse du courant est rendue délicate par les facteurs associés au courant tels que nature du substrat, apports trophiques [MACAN 1963] et variations de débits [KRESSER 1961]. Par ailleurs, les phénomènes apparaissant au voisinage immédiat du substrat, au-dessus, au-dessous et entre les pierres, ne sont pas décelés par une mesure effectuée en pleine eau à 5 cm du fond [AMBÜHL 1959]. Enfin, la vitesse du courant ne présente pas la même signification aux différents stades de la vie aquatique d'une même espèce. Dans les rapports de l'espèce et du courant, les études de comportement sont primordiales et quelques-uns de ces aspects seront envisagés dans les pages suivantes.

Nous nous en tiendrons à la comparaison espèce-facteur à partir de la table de contingence de la figure 27. Les espèces montrant une affinité importante pour le facteur vitesse du courant figurent au tableau XVIII; ce sont les espèces caractéristiques des noyaux rhéophiles II et III (tableau XVI). La valeur de 25 cm/s retenue pour vitesse maximale (période de crue) sépare les courants nuls, très lents et lents des courants modérés, rapides et très rapides.

3.4. — Positions relatives des noyaux d'affinité par rapport au régime thermique et aux vitesses du courant.

Dans la figure 29, les espèces caractéristiques des noyaux d'affinité de haute montagne sont localisées en fonction de leur degré

FIG. 29. — Position relative des noyaux d'affinité par rapport au régime thermique (y_2 suivant l'axe des ordonnées) et aux vitesses de courant (x_2 suivant l'axe des abscisses). Voir texte.

(A. fus. : *Agapetus fuscipes*; A. pyr. : *Annitella pyrenaica*; A. sty. : *Apatania stylata*; Ch. vil. : *Chaetopteryx villosa*; D. dis. : *Drusus discolor*; D. rec. : *Drusus rectus*; H. pell. : *Hydropsyche pellucidula*; L. bip. : *Limnephilus bipunctatus*; L. cen. : *Limnephilus centralis*; L. gua. : *Limnephilus guadarramicus*; M. mor. : *Micrasema morosum*; M. muc. : *Melampophylax mucoreus*; O. alb. : *Odontocerum albicorne*; P. fm. : *Polycentropus flavomaculatus*; P. lae. : *Plectrocnemia laetabilis*; P. lat. : *Potamophylax latipennis*; Ph. mont. : *Philopotamus montanus*; Rh. cont. : *Rhyacophila contracta*; Rh. ev. : *Rhyacophila evoluta*; Rh. tri. : *Rhyacophila tristis*; S. ins. : *Synagapetus insons*; S. per. : *Sericostoma personatum*).

d'affinité pour les deux facteurs vitesse du courant (χ^2 suivant l'axe des abscisses) et amplitude thermique (χ^2 suivant l'axe des ordonnées). Les espèces les plus rhéophiles sont situées vers la droite, les plus sténothermes vers le haut.

Les liaisons entre espèces sont figurées en traits pleins pour les valeurs de Φ_c supérieures à 0,27 ($P < 10^{-3}$), en pointillés pour les valeurs de Φ_c légèrement inférieures (tableau XVI).

Pour plus de clarté, seules les espèces caractéristiques ont été représentées.

Les trois séries du tableau XVII se disposent ainsi par rapport à ces deux axes :

— Les espèces des lacs sont localisées dans le quart inférieur gauche de la figure (incompatibilités par rapport aux deux facteurs) mais seule *P. latipennis* présente une incompatibilité significative vis-à-vis des faibles amplitudes thermiques.

— Les noyaux de la série II sont localisés dans le quart inférieur droit et montrent dans leur ensemble une incompatibilité nette vis-à-vis des faibles amplitudes thermiques. L'affinité pour les « courants forts » augmente quand on passe des noyaux A à C de cette série.

— Les espèces de la série III sont localisées dans la partie supérieure de la figure.

Le noyau caractéristique des sources *D. rectus* — *S. insons* — *M. mucoreus* — *A. stylata* ne présente pas de χ^2 significatifs par rapport à la vitesse du courant; ces espèces réagissent par contre au régime thermique et montrent une nette affinité pour les faibles amplitudes thermiques.

A partir de ce noyau, on retrouve les deux tendances évoquées au tableau XVII : vers les milieux vaseux (les espèces *Ch. villosa* et *P. laetabilis* ne réagissent pas par rapport aux deux facteurs considérés, tout au moins pour ces prélèvements de haute montagne); vers les courants forts (les espèces montrent des χ^2 importants vis-à-vis de ce dernier facteur).

Les liaisons entre ces tendances « froides » (séries III) et « chaudes » (séries I et II) se font par l'intermédiaire d'espèces rhéophiles peu conditionnées par le régime thermique en montagne : *Rh. tristis* et *Rh. evoluta*.

3.5. — Autres facteurs.

Le tableau XX indique les valeurs de χ^2 les plus significatives calculées dans la comparaison espèce-facteur vase et espèce-facteur mousse. Les correspondances sont ici moins nombreuses et plus délicates à interpréter.

Les dépôts vaseux sont en effet difficiles à définir et les différences entre les « eaux troubles » et les « eaux claires » de PRAT et CHOUARD [1928] parfois peu évidentes. *P. scruposa* et *P. laetabilis* fréquentent des milieux franchement vaseux à courant très lent

Ch. villosa semble plutôt attiré dans ces milieux par les accumulations de débris végétaux (aiguilles de pins) qu'elle y trouve.

L'abondance de mousses coïncide avec la présence d'un courant fort et de températures constamment fraîches. Aussi, si *M. morosum* peut être considérée comme une forme franchement muscicole, il n'en est pas de même de *D. discolor* et *Rh. contracta* qui vivent dans les courants forts des torrents froids. Le rapport est ici différent : les mousses et les deux dernières espèces coïncident dans des milieux où elles trouvent des conditions de vie qui leur conviennent.

TABLEAU XX. — Valeurs de χ^2 les plus significatives dans la comparaison espèce — facteur vase et espèce — facteur mousses.

Milieux vaseux (A = 60).

	C	χ^2_c		C	χ^2_c
<i>L. bipunctatus</i>	15	20,08	<i>Ch. villosa</i>	23	12,36
<i>P. scruposa</i>	23	17,19	<i>P. laetabilis</i>	15	7,51

Mousses (A = 15).

	C	χ^2_c		C	χ^2_c
<i>M. morosum</i>	15	66,40	<i>Rh. contracta</i>	10	20,19
<i>D. discolor</i>	12	21,83			

4. — FACTEURS INTRINSÈQUES

« Entre le vivant et le milieu, le rapport s'établit comme un débat où le vivant apporte ses normes propres d'appréciation des situations, où il domine le milieu, et se l'accommode » [CANGUILHEM 1965]. Il est difficile de tenir compte des originalités spécifiques dans une étude portant sur près de 100 espèces. Les cycles biologiques du chapitre suivant permettent d'aborder ce problème dans quelques cas, l'étude des facteurs propres aux espèces ou « facteurs intrinsèques » préciseront tout d'abord certaines particularités de l'ordre des Trichoptères.

4.1. — Répartition des types morphologiques dans les habitats de haute montagne.

La variété des mœurs larvaires fait de l'Ordre des Trichoptères l'un des moins homogènes parmi les insectes aquatiques. L'étude des divers types larvaires a été envisagée d'un point de vue phylé-

tique [ROSS 1956, SCHMID 1958] et d'un point de vue écologique [DODDS et HISAW 1925, PERCIVAL et WHITEHEAD 1929, 1930]. Il est aussi possible de mettre en corrélation le type de fourreau et le mode de nutrition des espèces [ILLIES 1961].

Les cinq types morphologiques distingués dans ce travail peuvent être mis en relation avec le mode de nutrition, globalement connu pour la plupart des genres [SILTALA 1907, PERCIVAL et WHITEHEAD 1929, SLACK 1936, NIELSEN 1942, SCOTT 1959].

1° Les larves carnivores nues. Ce sont les espèces du genre *Rhyacophila* qui ne construisent un fourreau qu'au moment de la nymphose.

2° Les larves à fourreau aplati sur le substrat. Elles broutent la couverture d'algues en raclant la face supérieure des pierres du ruisseau. Cette forme s'est développée chez plusieurs familles; il s'agit d'un caractère de convergence plus lié semble-t-il au mode de nutrition qu'à la vitesse du courant. Citons dans le Massif de Néouvielle :

G. conformis,
A. fuscipes,
S. insons,

A. stylata,
Th. gallicum,
S. graellsii.

A ce type de racleur de substrat [VAILLANT 1965] appartiennent encore les deux espèces de *Stactobia* récoltées dans la vallée d'Aure.

3° Les larves à filets. La distribution de ces espèces est en partie liée à la vitesse du courant à laquelle il leur est possible de tisser leur filet [EDINGTON 1965]. Certaines exigent un courant rapide, d'autres s'accommodent de courants lents ou même nuls.

Ces larves se nourrissent d'animaux et détritux divers pris à leurs pièges, à l'exception des Philopotamidae qui vivent des algues du substrat. Dans le Massif de Néouvielle, ce sont :

Ph. montanus,
Ph. variegatus
W. tri. triangulifera,
P. laetabilis,

P. scruposa,
P. flavo-maculatus,
C. cintranus,
H. pellucidula.

4° Les formes muscicoles. La phase aquatique de leur cycle s'effectue dans les mousses ou dans leur voisinage immédiat. *M. morosum* au fourreau secrété est le seul représentant de ce type en haute montagne.

5° Les formes omnivores à fourreau cylindrique. Ce sont essentiellement des herbivores se nourrissant de plantes aquatiques, algues filamenteuses, etc... mais leur régime est souvent mixte. Ces larves peuvent aussi dévorer des proies animales, brouter le substrat comme *Drusus rectus* ou se nourrir de particules de vase. Les

fourreaux sont le plus souvent cylindriques, minéraux, végétaux ou mixtes, parfois nettement arqués.

L'abondance de ces types morphologiques dans les divers habitats d'eau courante est indiquée dans la figure 30.

— les larves carnivores nues (1) forment rarement une partie importante de la faune. Ceci peut être rapporté à la voracité des larves et au mode de ponte des femelles qui déposent leurs œufs

FIG. 30. — Pourcentages d'abondance des types morphologiques dans les habitats des stations-types des groupements 2, 3, 4 et 5. (1 : larves carnivores nues; 2 : larves racleuses de substrat; 3 : larves à filet; 4 : larves muscicoles; 5 : larves omnivores à fourreau cylindrique).

par groupes isolés. Les plus forts pourcentages sont atteints dans les courants rapides et les mousses des torrents froids.

— les formes racleuses de substrat (2) sont dominantes en courant lent à modéré sur substrat pierreux. Les sources bien ensoleillées de la prairie subalpine, avec une couverture biologique riche, leur offrent de bonnes conditions de nutrition.

— les larves à filet (3) sont rares dans les milieux les plus froids de haute altitude (sources, torrents issus de névés). Elles deviennent dominantes dans les courants rapides de certains cours d'eau transportant un matériel important. Dans les déversoirs de lacs, le plancton et les débris vaseux s'accumulent dans les filets des espèces du genre *Hydropsyche*. Dans les ruisseaux de l'étage forestier, ce sont les fragments et débris de nature exogène qui assurent la nourriture de ces formes. L'importance de la présence de lacs sur la productivité des eaux courantes [MÜLLER 1955, 1956] et sur l'abondance des Trichoptères constructeurs de filets [ILLIES 1956] est bien connue. Les conditions de nutrition, avec un apport important du lac sus-jacent, semblent jouer un rôle prépondérant dans la répartition de ces espèces. Toutefois, les formes à filets sont, dans leur majorité, des espèces d'eau chaude et les conditions thermiques peuvent, à la limite, intervenir elles aussi. Ainsi, les déversoirs de lacs très froids comme le ruisseau du lac des Isclots (station 17.2) ne contiennent pas de formes à filets. De même, le déversoir de la tourbière Despax (page 502) n'abrite que fort peu d'*Hydropsyche* et de *Philopotamus*, malgré la grande quantité de matériel transportée par le torrent.

— l'espèce muscicole *M. morosum* (4) est abondante dans les mousses; elle peut être rejointe dans son habitat par des larves carnivores de *Rhyacophila* et surtout par des herbivores — *D. discolor* par exemple.

— les larves omnivores (5) dominent en milieu agité et sans courant où des accumulations de vase et de débris végétaux leur permettent de se nourrir.

Le mode de nutrition et le comportement déterminent, en partie, la distribution des espèces dans les habitats aquatiques. La grande diversité des formes et des mœurs chez les larves de Trichoptères rend particulièrement nette l'importance de l'« appréciation » des composantes écologiques au niveau de chaque espèce. Les couches limites ou les eaux mortes du fond d'un torrent n'ont pas le même sens pour la larve nue et aplatie sur le substrat d'un *Rhyacophila*, pour un Limnephilide dans son fourreau cylindrique ou pour un *Hydropsyche* à l'affût dans son filet.

C'est donc l'autécologie et le comportement de chaque espèce qu'il faudrait envisager; quelques exemples seulement seront précisés dans le chapitre suivant.

4.2. — Rôle des adultes.

Les mœurs des adultes, et en particulier le mode de ponte des femelles, doivent aussi être évoqués ici. Les Trichoptères quittant le domaine aquatique à l'état adulte, il est en effet possible aux femelles de déposer leurs œufs en divers milieux ne correspondant pas obligatoirement au milieu d'origine.

Trois remarques peuvent être faites à ce sujet :

1° Le peuplement d'une station ne dépend pas uniquement des composantes écologiques qui lui sont propres, mais aussi des peuplements des stations voisines. Il s'établit ainsi chaque année des contacts, par l'intermédiaire de pontes déposées accidentellement dans des milieux où les conditions ne sont pas les plus propices au développement de l'espèce. Après une perturbation plus ou moins importante de la communauté, une régulation s'établit et tend à éliminer l'espèce peu adaptée au milieu : ces interférences entre stations voisines sont nettes en certaines régions de la prairie subalpine, les tourbières du plateau d'Aumar par exemple.

2° Certaines pontes peuvent être déposées dans des milieux où leur développement complet est impossible. Ainsi, la rive Sud du lac d'Orédon est occupée du mois d'avril au mois de juin par des ruisselets, des flaques d'eau plus ou moins importantes, consécutifs à la fonte des neiges. Ces milieux s'assèchent en juin. On y observe dès le mois de mai une grande abondance de larvules de *Limnephilides*, éclos à partir de pontes déposées au hasard, et qui ne dépasseront pas le stade II ou III.

3° Enfin la présence de *Limnephilus bipunctatus* dans des mares temporaires résultant de la fonte des neiges ne peut être expliquée que par le comportement de ponte des femelles, qui déposent leurs œufs dans les crevasses de la vase ou sous les pierres des mares asséchées (voir page 532).

5. — LOCALISATION DES NOYAUX D'AFFINITÉ EN DEUX VALLONS DE HAUTE MONTAGNE

Tels qu'ils ont été définis précédemment, les noyaux d'affinité correspondent à des équilibres statistiques établis à partir des stations prospectées sur l'ensemble du Massif. Il a été possible de les mettre en relation avec certaines conditions écologiques — température et vitesse du courant essentiellement. Il est toutefois intéressant de préciser leur disposition spatiale en deux vallons différents du Massif de Néouvielle : l'Estaragne et l'Estibère. Les altitudes des stations sont comparables (cf. annexe) ; les descriptions

FIG. 31. — Stations étudiées dans le vallon d'Estaragne (stations 5.1 à 5.16). La référence du vallon (5) n'est pas indiquée sur la carte. (Symboles des stations identiques à ceux de la figure 24).

FIG. 32. — Stations étudiées dans le vallon d'Estibère (stations 2.1 à 2.30). La référence du vallon (2) n'est pas indiquée sur la carte. (Symboles identiques à ceux de la figure 24).

du premier chapitre montrent des différences fondamentales dues à l'orientation, au mode d'alimentation, à la présence de lacs et de tourbières dans le réseau hydrographique d'Estibère.

5.1. — L'Estaragne (fig. 31).

La série III est représentée dans la plupart des stations du vallon. Les différents noyaux d'affinité de cette série sont mélangés dans la région des sources affluentes du ruisseau principal : stations 5.7, 5.9, 5.14 et 5.16 des groupements 2 et 3. Les noyaux de la tendance rhéophile (III C et III D) sont plus typiquement représentés dans le ruisseau d'Estaragne lui-même et dans ses affluents les plus rapides : stations 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.8, 5.11 et 5.15 du groupement 4. Enfin, deux stations hébergent des communautés intermédiaires entre les séries II et III : la station 5.12 (groupement 9) à forte amplitude thermique, la station 5.10 (groupement 13) en partie asséchée à la fin de l'été.

5.2. — L'Estibère (fig. 32).

La série I est représentée d'une part dans les mares temporaires (*L. bipunctatus*) : stations 2.1, 2.2, 2.11, 2.12 et 2.30 du groupement 15, d'autre part dans les lacs et les tourbières (noyaux IB et IC) : stations 2.4, 2.9, 2.13, 2.17, 2.18, 2.22, 2.23, 2.25, 2.26 et 2.28 du groupement 1. Les noyaux d'affinités de la série II sont mélangés dans les déversoirs des lacs : stations 2.5, 2.10, 2.14, 2.19, 2.20, 2.27 et 2.29 du groupement 5. La série III est localisée aux sources froides de la région supérieure d'Estibère et de la bordure des lacs : stations 2.3, 2.6, 2.7, 2.15, 2.21 et 2.24 des groupements 2 et 3. Enfin deux communautés intermédiaires entre les séries II et III figurent en 2.16 (groupement 9) et en 2.8 (groupement 13).

5.3. — La zonation des ruisseaux principaux (fig. 33).

Les faunes des ruisseaux principaux sont fondamentalement différentes dans les deux vallons.

Dans le ruisseau d'Estaragne, les espèces de la série III sont bien représentées sur presque toute la longueur du cours d'eau *Rh. angelieri*, *Rh. contracta*, *Rh. evoluta*, *D. discolor*, *D. rectus* et *M. morosum*. *A. auricollis*, abondante à la dernière station, diminue progressivement vers l'amont où elle est remplacée par *D. rectus* dans les habitats à courant nul ou faible.

Les espèces du ruisseau d'Estibère sont celles de la série II : *Rh. meridionalis*, *A. fuscipes*, *Ph. montanus*, *H. pellucidula*, *O. albicorne* et *S. personatum*. La présence d'espèces de l'Estaragne est accidentelle : *Rh. contracta* à la station 2.5, *D. rectus* et *D. discolor* à la station 2.20. Les habitats les plus calmes hébergent des espèces de la série I (*P. latipennis*, *A. pyrenaica*). Des espèces de moyenne

FIG. 33. — Pourcentages de larves récoltées dans les ruisseaux d'Estaragne et d'Estibère.

altitude apparaissent aux stations inférieures : *Rh. mocsaryi*, *G. conformis*, *S. graellsii*.

Dans ces deux ruisseaux dont les largeurs sont comparables et les altitudes semblables, les successions d'amont vers l'aval sont totalement différentes. Par son exposition et son alimentation, l'Estaragne représente le type des ruisseaux froids de haute altitude dans les Pyrénées centrales. Avec ses nombreuses ruptures de pente et ses lacs établis en amont de verrous glaciaires, l'Estibère correspond à un type de ruisseau bien représenté sur les reliefs glaciaires des massifs granitiques. Dans un cas comme dans l'autre, les conditions topographiques déterminent des régimes thermiques différents.

La faune du ruisseau d'Estaragne est, dans son ensemble, une faune sténotherme de haute montagne. Les espèces de basse altitude sont localisées dans les dernières stations du ruisseau principal d'une part, dans certains affluents au régime thermique différent d'autre part (5.10 et 5.12). En Estibère, la faune froide de haute montagne est localisée dans le voisinage immédiat des sources et dans les lacs les plus élevés (*Annitella pyrenaea*). L'ensemble du ruisseau principal abrite une faune à grande amplitude altitudinale où *A. fuscipes*, *Ph. montanus* et *H. pellucidula* sont numériquement dominantes.

CHAPITRE IV

**CYCLES BIOLOGIQUES
ET ÉVOLUTION SAISONNIÈRE DE LA FAUNE**

Les prélèvements réguliers d'individus d'une même espèce dans les divers habitats d'une station permettent de suivre le développement des larves.

Chez les Trichoptères, les stades larvaires peuvent être déterminés par des mesures de la longueur ou de la largeur de la capsule céphalique. La longueur a été préférée ici; elle permet une meilleure séparation des stades pour les genres *Rhyacophila* et *Micrasema*. A partir du stade nymphal, il est aisé de remonter aux stades N-1, N-2, N-3... (fig. 34 A) d'après les prélèvements réalisés dans une même station. L'incertitude apparaît dans la distinction du premier stade et dans la détermination du nombre de stades larvaires.

Les travaux réalisés sur ce sujet montrent l'existence de cinq stades chez les larves de Trichoptères [SILTALA 1907, NIELSEN 1942, NOVAK 1959, NOVAK et SEHNAL 1963, PHILIPSON 1961, GOWER 1966, TACHET 1967]. Ce n'est toutefois pas toujours le cas et NIELSEN [1942] signale sept stades chez *A. fuscipes*.

Il est donc indispensable de compléter les mesures par des élevages. Ceux-ci ont été réalisés au laboratoire à partir de pontes ou de femelles gravides récoltées sur le terrain. Quelques espèces ont été obtenues à la suite d'accouplements effectués en élevage. Le stade I peut ainsi être déterminé avec certitude et les larvules comparées à celles recueillies dans les prélèvements. Cette vérification a été faite pour toutes les espèces dont le cycle est décrit en détail dans ce travail. Certaines ont pu être suivies jusqu'au stade IV ou même jusqu'au stade adulte (*L. bipunctatus*).

Les cycles biologiques de quelques espèces sont indiqués en premier lieu; l'évolution de la faune trichoptérologique en deux stations de haute et moyenne altitude est envisagée dans la deuxième partie de ce chapitre.

1. — CYCLES BIOLOGIQUES DE QUELQUES ESPÈCES**1.1. — *Rhyacophila occidentalis*.**

La longueur de la capsule céphalique aux différents stades larvaires est indiquée figure 34 A. Les discontinuités sont nettes entre les cinq stades.

FIG. 34. — *Rhyacophila occidentalis*. A. : Distribution de 5 stades larvaires d'après les longueurs des capsules céphaliques. B : Pourcentages des stades larvaires récoltés en courant lent ($v < 15$ cm/s) et en courant rapide ($v > 50$ cm/s). Les nombres de larves mesurées sont indiqués à droite des histogrammes.

— CYCLE BIOLOGIQUE (fig. 35). Il a été déterminé pour la station 13.6 de la Neste de Rioumajou (alt. 1 110 m). A partir de pontes déposées de juillet à septembre, la croissance s'effectue essentiellement en automne et en hiver. Le stade I est dominant en août, le stade II en octobre et en novembre, les stades III et IV en février. Plus de 50 % des individus sont au stade V en avril, les plus grandes proportions de nymphes sont atteintes en juin et en juillet.

— DÉPLACEMENTS LARVAIRES. L'étude de l'abondance relative des individus de chaque stade en courant très lent ($v < 15$ cm/s) et en courant rapide ($v > 50$ cm/s) montre un pourcentage élevé des stades I et II en courant lent, des pourcentages équivalents pour les différents stades en courant rapide (fig. 34 B).

Fig. 35. — *Rhyacophila occidentalis*. Pourcentages de stades larvaires récoltés aux différents mois de l'année en 1965. Chaque graduation en ordonnée correspond à 10 % du nombre de larves mesurées. Les histogrammes en blanc indiquent les nombres réels (moins de 20 larves mesurées). Le nombre de larves mesurées est indiqué à droite de chaque histogramme. A = adultes.

Ces différences traduisent des déplacements de l'espèce au cours de sa vie larvaire. Les pontes sont déposées par petits paquets d'œufs simplement juxtaposés sans aucun ciment. De nombreux œufs peuvent être récoltés à l'intérieur même des fourreaux nymphaux abandonnés sous les pierres ou les rochers du milieu du torrent. Ce cas n'est pas rare pour *Rhyacophila occidentalis*; je l'ai aussi observé une fois chez *Rh. praemorsa*. Les pontes peuvent aussi être déposées sur le bord du ruisseau, dans les endroits calmes.

A l'éclosion, les jeunes larves peuvent être récoltées jusqu'aux stades II et III en courant nul ou très lent d'une part, dans les eaux mortes du milieu du ruisseau d'autre part. Leur résistance au courant est faible; les dissections de tubes digestifs montrent que leur nourriture est essentiellement à base de débris végétaux. Le régime carnivore n'apparaît qu'aux stades III et IV, à partir desquels la larve est capable de s'exposer aux courants plus importants.

1.2. — *Rhyacophila evoluta*.

— LONGUEURS DE LA CAPSULE CÉPHALIQUE AUX DIVERS STADES. Les dimensions de la capsule céphalique des cinq stades larvaires ne diffèrent pas suivant les populations de haute ou de basse altitude.

Les longueurs suivantes ont été mesurées :

— stade I.	0,4-0,45 mm,
— stade II.	0,6-0,8 mm,
— stade III.	1,0-1,2 mm,
— stade IV.	1,4-1,8 mm,
— stade V.	2,0-2,5 mm,

— CYCLES BIOLOGIQUES. La croissance des larves de *Rh. evoluta* a été considérée en plusieurs stations.

a) Station 25.3 du ruisseau de Sarranet : alt. 690 m (*fig. 36 A* et B). Les vols d'adultes ont lieu au mois d'août. Les pontes éclosent fin août-début septembre et la croissance s'effectue principalement durant l'hiver pour donner des nymphes en juin-juillet de l'année suivante. Le cycle larvaire a donc duré un an.

b) Station 5.4 du ruisseau d'Estaragne dans la Prade des Alhets alt. 1 920 m (*fig. 37 B*). Les pontes sont déposées dans le torrent en septembre-octobre. L'éclosion ne se produit qu'aux mois de juillet-août de l'été suivant au cours duquel la larve passe du stade I au stade III ou IV. Le développement, bloqué au stade III ou IV l'hiver suivant, ne reprend qu'en mars-avril de la seconde année. Le stade V est alors atteint en juillet, le stade nymphal en août et les adultes apparaissent en septembre-octobre. Le développement larvaire a duré deux ans; le premier hiver est passé à l'état d'œuf, le deuxième au stade III ou IV (*fig. 36 C*).

FIG. 36. — *Rhyacophila evoluta*. A : stades larvaires récoltés à la station 25.3 en 1965 et 1966 (en noir : pourcentages; en blanc : nombres réels). B : schéma du cycle à la station 25.3. C : schéma du cycle aux stations 3.21 et 5.4. D : schéma du cycle à la station 5.1. (A : adultes; o : œufs; I, II, III, IV, V : stades larvaires; N : nymphes).

c) Station 3.21 du déversoir de la tourbière Despax : alt. 2 180 m (fig. 37 C). La population de cette station présente un cycle analogue à celle de la station 5.4, avec toutefois un léger décalage : le deuxième hiver est passé au stade V.

d) Station 5.1 du ruisseau d'Estaragne au cirque supérieur : alt. 2 380 m (fig. 37 A). Les pontes déposées en octobre éclosent en juillet et en août de l'année suivante. Le premier été amène la larve au stade III en novembre, le deuxième été au stade V à la même époque. La nymphose s'effectue durant le troisième été; les adultes apparaissent en octobre. Le développement larvaire a duré trois ans. Le premier hiver est passé à l'état d'œuf, le second au stade III, le troisième au stade V (fig. 36 D).

FIG. 37. — *Rhyacophila evoluta*. A : stades larvaires récoltés à la station 5.1. B : stades larvaires récoltés à la station 5.4. C : stades larvaires récoltés à la station 3.21. (en noir : pourcentages; en blanc : nombres réels. Les pourcentages ont été calculés sur des prélèvements comprenant plus de 30 individus).

On constate donc pour cette espèce la possibilité de cycles sur un, deux ou trois ans. Les stations de basse altitude permettent une croissance hivernale. En montagne, suivant la durée de l'enneigement, deux ou trois arrêts de développement peuvent se produire. Les stations 5.4 et 3.21 sont recouvertes de glace et de neige environ quatre mois par an, la station 5.1 de sept à huit mois par an.

— *RHYACOPHILA ANGELIERI* ET *RHYACOPHILA CONTRACTA*. Ces deux espèces présentent des cycles analogues à ceux de *Rh. evoluta*. *Rh. angelieri* et *Rh. contracta* ont une vie larvaire de deux ans à la station 5.4 de l'Estaragne dans la Prade des Alhets. *Rh. contracta* se développe sur trois ans à la station 5.1 de l'Estaragne au cirque supérieur.

Le cycle de *Rh. contracta* est identique à celui de *Rh. evoluta* : les métamorphoses et les pontes se produisent aux mêmes époques de l'année. Les larvules du stade I des deux espèces ne peuvent d'ailleurs pas toujours être distinguées; il est possible que quelques stades I de ces deux espèces aient été confondus dans les figures 37 A et 37 B.

Le cycle de *Rh. angelieri* dure deux ans à la station 5.4 mais la métamorphose est plus tardive et ne s'effectue qu'en octobre-novembre. Les pontes ont lieu en novembre et peut-être en décembre, alors que les premières neiges sont déjà tombées. Cette époque tardive des pontes de *Rh. angelieri* lui interdit probablement les altitudes plus élevées : la partie supérieure du ruisseau d'Estaragne est recouverte de neige à partir du mois de novembre.

1.3. — *Rhyacophila mocsaryi* (fig. 38).

Rh. mocsaryi est l'un des premiers Trichoptères de l'année. Dans les Pyrénées, il peut être récolté en février, avril et mai [DÉCAMPS 1966]. Les récoltes du ruisseau de Sarranet (station 25.3) indiquent la croissance des larves de cette espèce. Les éclosions doivent avoir lieu aux mois de mai et juin. Il n'a cependant pas été possible de déterminer avec certitude les larves au stade I. Le 17 juillet, les larves récoltées étaient aux stades II et III; le stade V était atteint en septembre-novembre. Il dure jusqu'à la fin de l'hiver. Trois nymphes ont été récoltées en avril à cette station. La plus grande partie de la croissance s'effectue en été.

1.4. — *Micrasema morosum*.

Le cycle de cette espèce a été suivi en deux stations.

a) Station 5.15 : alt. 1 940 m (fig. 39 A).

Les pontes sont déposées en juin-juillet et l'éclosion a lieu en juillet-août. Les stades I n'ont été que fort peu retrouvés

FIG. 38. — *Rhyacophila mocsaryi* : stades larvaires récoltés à la station 25.3 en 1965 et 1966 (en noir : pourcentages; en blanc : nombres réels).

en cette station, contrairement aux stations d'Espiaube et du Lavedan. Il est possible que ce stade soit très bref à la station 5.15. Le stade II peut être récolté en juillet-août, le stade III en août-septembre, le stade IV en octobre. La larve passera le premier hiver à ce stade. Le stade V s'effectue de mai à août-septembre l'année suivante et aboutit en fin d'été au stade nymphal ou prénympchal. En effet, à partir du mois d'août la larve s'enferme dans son four-

reau et c'est au stade prénymphal ou nymphal qu'elle passera le deuxième hiver. Les adultes ne prennent leur vol qu'en mai-juin l'année suivante.

Cette dernière phase du cycle a été confirmée par élevage. Des larves au stade V ayant commencé à préparer leur fourreau pour

FIG. 39. — *Micrasema morosum*. A : stades larvaires récoltés à la station 5.15 en 1962. B : stades larvaires récoltés aux stations 14.1 et 14.2 en 1964 (février et avril) et en 1965. (en noir : pourcentages; en blanc : nombres réels).

la nymphose ont été placées dans une cage d'élevage dans la station 5.15; les fourreaux étaient complètement fermés avant l'hiver; les adultes n'ont été observés qu'au mois de juin de l'année suivante.

Le développement larvaire dure donc deux ans en cette station. Le premier hiver est passé au stade IV, le second au stade pré-nymphé ou nymphe.

b) Stations 14.1 et 14.2 du ruisseau d'Espiaube : alt. 1 290 m à 1 360 m (fig. 39 B).

Le développement de *M. morosum* est ici plus difficile à interpréter pour deux raisons : les comptages et mesures portent sur deux stations dont les régimes thermiques sont légèrement différents (cf. annexe); les prélèvements de février et d'avril n'ont pas été effectués la même année que les autres et ne sont mentionnés qu'à titre indicatif.

Par comparaison avec la station précédente, la période de vol est plus longue : début mai à septembre. Le stade I semble durer plus longtemps et a été normalement retrouvé dans les prélèvements. Les stades V et nymphal sont par contre plus courts.

Les prélèvements de fin d'année s'opposent à ceux du début de l'année par les pourcentages d'individus aux différents stades. L'allure bimodale des histogrammes des mois d'août, septembre et décembre peut être interprétée comme résultant de l'échelonnement des éclosions qui auraient lieu, pour une même génération, au début et à la fin de l'été. Un nivellement se produirait en hiver pour donner des histogrammes unimodaux de février et d'avril. Ce cycle durerait ainsi un an. Suivant la rigueur de l'hiver, certains individus peuvent aussi ne parvenir à l'état adulte qu'au bout de deux ans. Le cycle serait alors analogue à celui de la population de la station précédente.

1.5. — *Micrasema vestitum*.

Deux populations ont été suivies : celle de la NESTE de Couplan au pont de Badet (station 7.3) et celle de la NESTE de Couplan au pont de Couplan (station 7.2). Ces deux stations sont assez voisines l'une de l'autre, elles diffèrent surtout par des températures maximales plus élevées en 7.3 (cf. annexe).

Au pont de Badet (fig. 40 A), les pontes de *Micrasema vestitum* peuvent être remarquées dans le ruisseau en juillet et en août. Les premières éclosions paraissent avoir lieu au mois d'août; le premier stade n'a pas été récolté sur le terrain. Le 10.IX, la majorité des larves est au stade III. La croissance ne semble pas arrêtée en hiver; le passage du stade III au stade V s'effectue entre octobre et avril. Le 25.IV, les larves ont commencé leur nymphose. Des nymphes sont récoltées pendant tout l'été.

FIG. 40. — *Micrasema vestitum*. A : stades larvaires récoltés à la station 7.3 en 1965-66. B : stades larvaires récoltés à la station 7.2 en 1965-66. (en noir : pourcentages; en blanc : nombres réels. Les nombres de larves mesurées sont indiqués vers l'intérieur de la figure).

Au pont de Couplan (*fig. 40 B*) on observe un léger retard par rapport à la population précédente. Le 12-X, les stades II et III ont été récoltés au lieu des stades III et IV au pont de Badet. Entre juin et août de nombreuses nymphes ont été récoltées au pont de Couplan alors qu'aux mêmes mois la plupart des fourreaux nymphaux étaient vides au pont de Badet (6, 10 et 5 nymphes en juin, juillet et août pour plusieurs centaines de fourreaux nymphaux examinés). Enfin le 10-IX-66, deux larves au stade II ont été récoltées au pont de Couplan, quelques nymphes subsistaient encore à cette station.

1.6. — *Drusus rectus*.

La croissance des larves a été considérée en deux stations.

a) Station 3.21 du déversoir de la tourbière Despax : alt. 2 180 m (*fig. 41 A*). L'interprétation des histogrammes est compliquée par l'absence de nymphes dans les prélèvements de cette station. Le développement semble toutefois durer deux ans : les individus au stade V le 11 mai donnent des adultes dont les pontes éclosent en octobre (histogramme du 11-X). Les larves, aux stades II et III le 11 mai, poursuivent leur croissance durant tout l'été; elles atteignent le stade V en septembre-octobre et passeront l'hiver à ce stade avant de se métamorphoser dans le courant de l'été suivant.

Les prélèvements d'octobre réalisés en 1962, 1964 et 1965 (*fig. 41 C*) montrent une allure générale semblable pour les histogrammes : les deux maxima correspondant à la présence des deux générations nées, l'une dans le courant de l'année, l'autre l'année précédente. Cependant, un décalage peut être constaté : le développement de la jeune génération de 1965 est nettement en retard par rapport à ses homologues de 1962 et 1964 qui ont déjà atteint les stades II et III au mois d'octobre.

b) Stations 14.1 et 14.2 du ruisseau d'Espiaube : alt. 1 290 m à 1 360 m (*fig. 41 B*). Le cycle dure ici une année. De jeunes larves ont déjà atteint le stade II au mois d'août mais la durée d'éclosion est assez étalée. En décembre et en janvier, les stades II et III sont encore dominants. Le stade V est atteint en avril, les adultes apparaissent en mai-juin. La croissance des larves est donc ici assez lente entre les mois d'août et décembre-janvier, plus rapide entre janvier et avril.

1.7. — *Allogamus auricollis*.

— VARIATIONS DES TAILLES DES STADES LARVAIRES AUX DIVERSES ALTITUDES. La diminution de la taille d'une même espèce aux altitudes élevées a été signalée chez les adultes de *Limnephilides*

FIG. 41. — *Drusus rectus*. A : stades larvaires récoltés en 1965 à la station 3.21. B : stades larvaires récoltés en 1962 et 1963 aux stations 14.1 et 14.2. (en noir : pourcentages; en blanc : nombres réels). C : pourcentages de stades larvaires récoltés en octobre, en 1962, 1964 et 1965 à la station 3.21.

[SCHMID 1961]. L'étude des deux populations d'*A. auricollis* de la Neste de Couplan (station 7.2) et de l'Estaragne (station 5.4) permet une comparaison de l'accroissement des divers stades larvaires (fig. 42 B).

L'axe vertical de la figure représente les diverses longueurs de la capsule céphalique (classes de 0,05 en 0,05 mm). Le nombre

FIG. 42. — *Allogamus auricollis*. A : longueur des ailes antérieures des adultes capturés aux stations 7.2 (à gauche) et 5.4 (à droite) : ♂ en blanc, ♀ en gris. B : longueurs des capsules céphaliques des différents stades larvaires aux stations 7.2 (à gauche) et 5.4 (à droite) : classes de 0,5 en 0,5 mm.

d'individus a été ramené à 100 pour chacun des stades larvaires des populations de basse et de haute altitude (respectivement à gauche et à droite de la figure). 150 à 200 larves ont été mesurées pour chaque stade. Il n'y a pas de différence de taille apparente entre les stades I des deux populations (centre de classe 0,20 mm). Les différences apparaissent à partir des stades II et III; elles s'accroissent aux stades IV et V. Ce même écart se retrouve chez les adultes (*fig. 42 A*) pour lesquels les longueurs des ailes ont été mesurées chez les ♂ et chez les ♀ des deux populations.

FIG. 43. — *Allogamus auricollis*. De gauche à droite : ovaire d'une femelle récemment métamorphosée (station 7.2), id^e (station 5.4), ovaires mûrs d'une femelle de la station 7.2.

— MATURATION DES OVAIRES. Les ovaires de quatre femelles de chacune des populations ont pu être observés peu de temps après la métamorphose, durant la période où la coloration est encore claire. Pour les femelles de haute altitude, les ovaires étaient déjà mûrs et présentaient des œufs parfaitement formés à l'intérieur des oviductes (2 à 5 œufs par oviducte). Ceux des femelles de basse altitude se présentaient sous une forme analogue à celle indiquée par NOVAK [1963] chez les *Limnephilides* (*fig. 43*). Un nombre trop faible de femelles récemment métamorphosées a pu être examiné. Toutefois, le dépôt de pontes et les éclosions de larvules sont plus précoces en Estaragne. Ceci permet de supposer, pour cette espèce, l'existence d'une maturation des ovaires plus longue chez les femelles de la NESTE de Couplan.

FIG. 44. — *Allogamus auricollis*. A : stades larvaires récoltés en 1965-66 à la station 7.2. B : stades larvaires récoltés en 1965 et 1966 à la station 5.4 (pourcentages portant sur plus de 50 larves pour chaque histogramme).

Aucune différence significative n'a été découverte entre le nombre d'oviductes des femelles de basse et de moyenne altitude. Le nombre d'œufs par oviducte est par contre nettement différent : 2 à 5 œufs pour la population d'Estaragne, 6 à 8 œufs pour la population de la NESTE de Couplan.

— CYCLES DE DÉVELOPPEMENT (*fig. 44 A et B*). Les premiers stades venaient d'apparaître le 22.X dans la NESTE de Couplan (*fig. 44 A*), alors que le 13 du même mois, 169 larves aux stades I et II avaient été récoltées en Estaragne (*fig. 44 B*). La population de haute altitude possède donc une avance notable, aux mois d'octobre et de novembre, sur celle de basse altitude. Les différences observées dans la maturation des ovaires peuvent en être la cause. Les conditions hivernales vont inverser cet écart et au mois de mars, la population de haute altitude se trouve légèrement en retard. Dès lors, les croissances vont s'effectuer de deux manières différentes : — au pont de Couplan, les larves s'accroissent très rapidement en avril et en mai. Le stade V est atteint au mois de juin par la presque totalité des individus. Ce stade se prolonge jusqu'en août; il a débuté en mai.

— En Estaragne, l'accroissement des larves est plus lent mais la durée du stade V est nettement plus réduite et semble durer, en moyenne, un mois de moins.

Ainsi, les deux populations arrivent au stade nymphal et au stade adulte approximativement en même temps.

Allogamus auricollis est à la limite de ses conditions de vie en Estaragne où elle ne remonte pas au-dessus de 2 100 m (p. 514). Cependant, à la différence des espèces précédentes, on ne constate aucun allongement de son cycle. Chez les individus de haute altitude, le retard dû au ralentissement de la croissance en hiver est compensé par la brièveté du stade V et par une maturation précoce des ovaires chez l'adulte. On constate dans ce cas une diminution de la taille des exemplaires de haute altitude.

1.8. — *Limnephilus bipunctatus*.

Limnephilus bipunctatus vit dans les mares temporaires résultant de la fonte des neiges (stations : 1.4, 1.10, 2.1, 2.2, 2.11, 2.12, 2.30, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12). Ces mares sont disséminées dans l'étage subalpin, entre 2 100 et 2 350 m d'altitude, dans les bassins de Port-Bieil, Estibère et Aumar. Elles sont régulièrement mises en eau chaque année par la fonte des neiges et atteignent leur maximum au début du mois de juin. Dès que la neige a disparu, les mares commencent à s'assécher, à la fois par infiltration de l'eau dans le sol et par évaporation (parfois assez importante par les journées bien ensoleillées). D'une manière générale, l'assèchement total se produit dans la deuxième quinzaine du mois de juillet. La

remise en eau peut se faire à deux période de l'année suivant le type de mare considéré. Certaines mares sont remises en eau partiellement par les pluies d'automne; d'autres dont le fond permet des infiltrations plus importantes ne seront remplies que par la fonte des neiges au printemps de l'année suivante.

Il y a donc un cycle régulier de ces milieux comprenant :

- un enneigement de 6 à 7 mois;
- une période de mise en eau de 3 à 4 mois;
- une période d'assèchement total de 2 à 3 mois.

La seule espèce de Trichoptère vivant dans ces milieux présente un cycle parallèle (fig. 45).

— La métamorphose a lieu en juillet et coïncide approximativement avec l'assèchement.

— La ponte se produit à la fin du mois d'août, à une période où les mares sont complètement à sec. Les femelles déposent sous les pierres et dans les crevasses d'assèchement 150 à 200 œufs réunis dans des masses gélatineuses; ils resteront à ce stade pendant toute la période d'assèchement.

— L'évolution est ensuite variable suivant le type de mare.

a) Lorsque la remise en eau a lieu en octobre, l'éclosion se produit dans les jours qui suivent et les larvules entament une période de vie active qui n'excède pas deux mois et les conduit au stade III en décembre. Le développement est interrompu par l'hiver et ne reprend qu'à la fonte des neiges au début du mois de mai. L'accroissement de longueur est en moyenne de 6 mm du 20 mai au 20 juin; la nymphose débute à la fin du mois de juin.

b) Quand la remise en eau n'est pas assurée par les pluies d'automne, *L. bipunctatus* passe l'hiver à l'état de larvule au stade I, incluse dans la masse gélatineuse de la ponte. Son développement ne commence qu'à la fonte de la neige. Il est alors très rapide et en un mois, cette population a rattrapé celle dont le développement avait débuté en automne.

Les amplitudes thermiques quotidiennes sont d'autant plus importantes qu'on s'approche de l'assèchement complet. Ce facteur accélère le développement larvaire; les nymphoses les plus précoces ont lieu dans les mares asséchées les premières. La mare de la station 2.12 par exemple n'est à sec qu'aux environs du 10-15 août : le développement des larves de *L. bipunctatus* est toujours plus en retard que dans les autres mares.

Mare de la station 3.9 le 15.VII.61 :

stade V : 28 individus,

stade nymphal : 34 individus.

Mare de la station 3.11 le 15.VII.61 :

stade V : 25 individus,

stade nymphal : 34 individus.

FIG. 45. — *Limnephilus bipunctatus* : stades larvaires récoltés dans les deux types de mares temporaires du plateau d'Aumard (voir texte).
(à gauche : remise en eau en octobre; à droite : remise en eau en juin).

Mare de la station 2.12 le 16.VII.61 :

stade IV : 1 individu,

stade V : 9 individus.

Ce facteur écologique externe n'est cependant pas le seul en cause. L'hibernation au stade œuf, ou plus exactement de larvule I incluse dans la masse gélatineuse de la ponte, paraît être bénéfique au développement postérieur de la larve. En effet, par suite d'un enneigement et d'une pluviosité abondants, les mares du plateau d'Aumar ont subi la même évolution en juin-juillet 1965. Malgré un régime thermique et une hauteur d'eau comparables, la même égalisation des populations a pu être observée (fig. 45).

— LE CYCLE DE *L. BIPUNCTATUS* EN BASSE ALTITUDE.

a) Une ponte de *L. bipunctatus* prélevée dans une des mares du plateau d'Aumar a été placée en élevage en octobre 1964, au laboratoire de Toulouse. Le développement larvaire a débuté dans les 24 heures suivant l'immersion des œufs. La température de l'eau était constante (12 à 13° C); l'alimentation consistait essentiellement en fragments de feuilles mortes. Quelques adultes ont pris leur vol en février et mars 1965. La durée du développement a donc été de 4-5 mois; il n'a pas été possible d'obtenir une nouvelle génération à partir de ces adultes trop peu nombreux.

b) Les dates de captures d'adultes en plaine sont bien distinctes. Dans les départements de l'Indre et de la Seine, BERLAND et MOSELY [1936] signalent des adultes en mai et en octobre. Des captures récentes de *Limnephilus bipunctatus* indiquent des dates analogues dans le Massif Central aux environs de Besse-en-Chandesse (J. BAUDOUIN, in litt.) : octobre 1965 et mai 1966. J'ai enfin capturé *L. bipunctatus* dans la région toulousaine en mars-avril d'une part, en octobre d'autre part.

Il n'est cependant pas possible de conclure à la présence de deux générations par an à basse altitude, sans élevage suivi de cette espèce. NOVAK et SEHNAL (1965) signalent l'existence d'une « diapause imaginale » chez *L. bipunctatus* en Europe centrale. La croissance larvaire étant hivernale en plaine, il y aurait allongement de la vie imaginale par rapport aux populations de haute montagne, avec — comme chez *A. auricollis* — une maturation des ovaires plus longue chez les femelles de plaine.

1.9. — Remarques.

La méthode des histogrammes permet l'étude du développement larvaire chez les Trichoptères. Il est en effet possible, à partir de mesures de la capsule céphalique, de délimiter les stades aquatiques d'une même espèce. Deux conditions doivent toutefois être réalisées :

— les mesures doivent porter sur une même population, c'est-à-dire sur les larves prélevées dans une même station, homogène du point de vue des conditions de climat hydrologique et enneigement;

— tous les habitats d'une même station doivent être prospectés, les localisations particulières à certains stades pouvant fausser les résultats (fig. 34 B).

— NATURE DE L'ARRÊT DU DÉVELOPPEMENT. Il est parfois difficile de distinguer le phénomène d'hibernation d'une diapause [DANILEVSKII 1965]. Les arrêts de développement à des stades variés suivant les stations indiquent l'influence directe des conditions défavorables sur les espèces de haute altitude. Ceci n'exclut cependant pas la possibilité de processus physiologiques internes.

Pour ces larves observées dans le Massif de Néouvielle, la période d'enneigement correspond à des alternances d'engourdissement et d'activité. Au-dessus de 1 800 m, à des températures de l'eau comprises entre 0 et 1° C, les larves récoltées en décembre, février et mars étaient immobiles ou se déplaçaient très lentement. L'augmentation de température entraînait une reprise immédiate de l'activité lorsque ces larves étaient ramenées vivantes à la station d'Orédon. Les tubes digestifs étaient parfois vides mais, pour plusieurs individus, contenaient des débris végétaux ou animaux récents, notamment chez *H. pellucidula*, *Rh. contracta*, *Rh. evoluta*, *D. discolor*. Les stades âgés des espèces récoltées montraient enfin un développement important des tissus graisseux.

— CYCLE DE DÉVELOPPEMENT ET RÉPARTITION ALTITUDINALE. Les Trichoptères de haute montagne sont caractérisés par leur possibilité de demeurer dans un état de vie ralentie à n'importe quel stade de leur cycle. Il s'agit suivant les espèces du stade œuf, de l'un des différents stades larvaires ou même du stade nymphal. Certaines espèces subissent difficilement cet arrêt; ceci interdit pour une part leur remontée aux altitudes supérieures. *Rhyacophila martynovi* et *Micrasema vestitum*, sténothermes d'eau froide, sont localisées dans les régions des sources en altitude moyenne (900-1 500 m); leur développement s'effectue pendant l'hiver. Elles ne se retrouvent pas en Estaragne où leur présence supposerait une transformation de leur cycle avec un arrêt de développement hivernal comme les espèces voisines *Rh. contracta*, *Rh. evoluta* et *M. morosum*.

Plusieurs cas peuvent être envisagés parmi les espèces remontant en haute montagne :

— on constate un allongement de la vie larvaire avec arrêts de développement en hiver. Entre ces arrêts, les larves se nourrissent pendant des périodes assez courtes mais qui, au total, correspon-

dent à la durée du développement de basse montagne (ex. : *Rhyacophila evoluta*, *Micrasema morosum*).

— l'espèce subsiste aux altitudes supérieures tant qu'il lui est possible d'accomplir son cycle dans une période identique à celle de basse altitude. L'hibernation entraîne alors une réduction de la période de nutrition; il s'ensuit une diminution de la taille (ex. : *Allogamus auricollis*).

— enfin les espèces non sténothermes remontent aux altitudes supérieures dans des milieux aux conditions climatiques adoucies par l'exposition ou par l'influence de lacs sus-jacents.

— CROISSANCE DES LARVES ET PÉRIODE DE VOL. Le développement larvaire s'effectue dans un intervalle de température variable pour chaque espèce et pour chaque stade d'une même espèce. Les températures maximales d'été et les températures minimales d'hiver forment, au-delà de certains seuils, des périodes critiques marquées par un ralentissement ou un arrêt du développement. Pour une espèce donnée, l'époque du cycle biologique à laquelle se produisent les conditions défavorables a une importance primordiale. La température n'est d'ailleurs que l'une des composantes (facilement mesurable) de conditions générales où interviennent l'éclairement, l'enneigement, l'oxygénation...

Le cycle d'*Allogamus auricollis* s'effectue sur un an en haute et basse altitude (fig. 44). A une croissance rapide d'été en haute altitude, s'oppose un ralentissement au stade V en basse altitude. Cette espèce donne un bon exemple du mode de développement larvaire des formes automnales. Les Trichoptères de la faune tardive ne présentent pas de décalage de leur période de vol avec l'altitude [DÉCAMPS 1967]. Comme *A. auricollis*, ces espèces parviennent aux stades V et nymphal aux mois d'été. L'allongement de la durée de ce stade en basse montagne permet une égalisation des populations des différentes altitudes : les métamorphoses ont lieu à la même époque, — en automne. Selon PLESKOT [1953] ces stades âgés correspondent à un grand besoin d'oxygène à une période où la température élevée de l'eau ne permet pas une concentration importante. Il s'ensuit une inhibition du développement, plus marquée pour les formes automnales dont les stades V et nymphal traversent la période estivale. Les populations de l'Estaragne sont avantagées sur ce point par des températures estivales peu élevées.

Parmi les Trichoptères de la faune automnale, le développement d'*Anabiola furcata* signalé par NOVAK [1959] est analogue à celui d'*Allogamus auricollis* en basse altitude.

2. — ÉVOLUTION DE LA FAUNE EN DEUX STATIONS DE LA VALLÉE D'AURE

2.1. — Estaragne dans la Prade des Alhets (station 5.4).

Les stades larvaires prélevés dans les différents habitats de cette station en 1965 et 1966 sont indiqués dans le tableau XXI.

2.1.1. — CROISSANCE DES ESPÈCES. Trois types de cycles ont pu être mis en évidence chez les Trichoptères de cette station (*fig. 46*).

a) Type *Allogamus auricollis*. Le cycle s'effectue sur un an, avec une croissance rapide en automne, un arrêt du développement en hiver, une croissance plus lente en été suivie de métamorphose en automne. A ce type appartiennent *Potamophylax cingulatus* et *Melampophylax mucoreus*.

b) Type *Rhyacophila evoluta*. Le cycle s'effectue sur deux ans. Les œufs déposés en automne n'éclosent qu'au début de l'été suivant; un deuxième arrêt hivernal a lieu aux stades III et IV. *Rh. angelieri* et *Rh. contracta* présentent le même mode de croissance.

c) Type *Micrasema morosum*. Le cycle s'effectue aussi sur deux ans mais il n'y a pas d'arrêt de développement au stade œuf. Le premier hiver est passé au stade IV, le second au stade nymphal. *Drusus rectus* présente probablement ce type de développement.

Pour tous les Trichoptères de cette station on constate un arrêt du développement en hiver; la croissance des larves s'effectue pendant les mois d'été et d'automne.

2.1.2. — DISTRIBUTION DES ESPÈCES DANS LES HABITATS. On observe la concentration habituelle de la faune en août-septembre au moment de l'étiage d'été, mais aussi une concentration caractéristique des milieux de haute montagne au mois de mars sous la neige.

En hiver, sous la couverture de neige, les débits sont très affaiblis. Le torrent n'occupe plus que le centre de son lit, les courants sont lents à modérés. Les vasques à eau calme des bords sont en partie asséchées et la faune se trouve rassemblée au centre du torrent. On trouve ainsi côte à côte des espèces rhéophiles (*Rh. evoluta*, *D. discolor*) et *A. auricollis* (12.III).

La crue consécutive à la fonte des neiges provoque un accroissement considérable du débit et des vitesses du courant vers le mois de mai. Il s'établit alors une nouvelle distribution de la faune dans les divers habitats, le plus souvent accompagnée d'une nouvelle distribution des habitats eux-mêmes sous l'effet du courant. Les différences de peuplement sont nettes entre les bords à eau agitée et le milieu du torrent. Plusieurs individus d'*A. auricollis* peuvent encore être récoltés sous les pierres en courant rapide

(29-VI). Leur nombre diminue très vite et la presque totalité des stades âgés se retrouve ensuite sur les bords abrités du courant, en compagnie de *D. rectus* plus rare. Sous l'influence des crues de printemps, il existe donc un déplacement passif des espèces peu rhéophiles qui viennent s'accumuler dans les endroits calmes. Le déplacement inverse qui, au début de l'hiver conduirait ces mêmes espèces des endroits calmes au centre du ruisseau ne peut être, s'il a lieu, qu'un déplacement actif. Les pontes sont en effet déposées en septembre, au cours de l'étiage d'été, dans les deux

TABEAU XXI. — Stades larvaires récoltés en différents habitats de la station 5.4 en 1965 et 1966. Pour les espèces dont les stades larvaires n'ont pas été établis avec certitude, seuls les stades jeunes, moyens et âgés ont été considérés (*Synagapetus insons* et *Thremma gallicum*).

[A. : *Allogamus*; D. : *Drusus*; M. : *Melampophylax (mucoreus)*; M. : *Micrasema (morosum)*; P. : *Plectrocnemia*; Rh. : *Rhyacophila*; S. : *Synagapetus*; Th. : *Thremma*].

12.III.66.

Courant modéré							
	I	II	III	IV	V	N	T
Rh. evoluta			2	22	11		35
D. discolor				2	29		31
A. auricollis		24	181				205
M. morosum				2			2

29.VI.65.

Bords sans courant							
	I	II	III	IV	V	N	T
Rh. contracta							
Rh. evoluta							
S. insons							
P. scruposa							
D. discolor							
D. rectus			3		3		6
P. cingulatus							
A. auricollis				41	61		102

Courant rapide							
	I	II	III	IV	V	N	T
Rh. contracta	3	1	1				3/2
Rh. evoluta				1			1
S. insons							8
P. scruposa	3		5			1	1
D. discolor		1	1		13		15
D. rectus				3	1		
P. cingulatus					1		
A. auricollis					34		34

12.VII.66.

Bords sans courant							
	I	II	III	IV	V	N	T
Rh. contracta							
Rh. evoluta							
Rh. tristis							
P. scruposa							
D. discolor							
D. rectus				8	4		12
M. mucoreus			3				3
A. auricollis				9	75		84
M. morosum							

Courant rapide							
	I	II	III	IV	V	N	T
Rh. contracta	3	1	3				4
Rh. evoluta		2			1		3
Rh. tristis			1				
P. scruposa						1	1
D. discolor		1	4	2	2	2	11
D. rectus					1		1
M. mucoreus							
A. auricollis			2		2		4
M. morosum							

3.VIII.66.

Rh. contracta
 Rh. evoluta
 D. discolor
 D. rectus
 A. auricollis
 M. morosum

Bords sans courant						
I	II	III	IV	V	N	T
				1		1
			9	2		11
			4	316		320
				2		2

Courant rapide						
I	II	III	IV	V	N	T
6				6		6
		44	51	3		98
				12		12
			3	3		6

1.IX.66.

Rh. angelieri
 Rh. contracta
 Rh. evoluta
 P. scruposa
 D. discolor
 D. rectus
 A. auricollis
 M. morosum
 Th. gallicum

Bords sans courant						
I	II	III	IV	V	N	T
				1		1
	4	5				9
					60	60

Courant rapide						
I	II	III	IV	V	N	T
		1				1
		2				2
	4	4		1		9
		1		2		3
		3	33	8		44
				3		3
				2	1	3
				17		1

13.X.65.

Rh. evoluta
 S. insons
 D. discolor
 D. rectus
 A. auricollis

Bords sans courant						
I	II	III	IV	V	N	T
	1					1
	1					1
89	15					104

Courant rapide						
I	II	III	IV	V	N	T
		1				1
			24	17		41
53	12					65

10.XI.65.

Rh. contracta
 Rh. evoluta
 P. scruposa
 D. discolor
 D. rectus
 A. auricollis

Courant rapide						
I	II	III	IV	V	N	T
		3	7	1	3	14
				1		1
			1	9		10
	2					2
4						4

habitats. Les larvules des stades I et II peuvent être récoltées, à l'entrée de l'hiver, sur les bords du ruisseau et sous les pierres en courant rapide. Ce sont ces dernières qui seraient entraînées par la crue de printemps dans les habitats les moins mouvementés. Cette perte de territoire serait compensée par le vol des adultes vers l'amont au moment de la ponte [Roos 1957].

2.2. — NESTE de Couplan au pont de Badet (station 7.3).

2.2.1. — ABONDANCE SAISONNIÈRE DE LA FAUNE. La majorité des stades jeunes a été capturée en automne (septembre, octobre, novembre). La plus grande partie des éclosions s'effectue à partir de la fin de l'été. Les concentrations de faune en hiver n'ont pas été observées comme en Estaragne, par suite d'un étiage hivernal moins sévère à cette altitude. Les variations de débit sont d'ailleurs perturbées par l'influence humaine : il est intéressant de remarquer ici deux influences sur l'abondance saisonnière de la faune.

a) La retenue des eaux par le barrage d'Orédon empêche toute l'eau de fonte des neiges de la haute montagne (au-dessus de 1 800 m) de se déverser au niveau du pont de Badet. La crue de printemps est par suite affaiblie; elle ne correspond pas à ce qu'elle devrait être pour une vallée où se déversaient les eaux des bassins d'Orédon et de l'Oule. On ne constate pas une diminution très nette de la faune dans les prélèvements de printemps : l'action des forts débits de fonte des neiges qui, en Estaragne, répartissent la faune pour la durée de l'été, est ici très atténuée.

b) Il n'existe pas, dans cette station, de concentration de la faune vers la fin de l'été, tout au moins en ce qui concerne les Trichoptères. Deux raisons peuvent être invoquées :

— une cause naturelle : aux mois d'août et septembre, les espèces les plus abondantes dans la station sont soit en vol, soit à l'état d'œuf. C'est le cas notamment d'*A. fuscipes* et de *M. vestitum*.

— une cause artificielle : le barrage de l'Oule déverse, au cours de l'été, une certaine partie de ses eaux par la cascade de Capèche. L'effet sur la faune est semblable à celui des crues naturelles de printemps en Estaragne.

2.2.2. — DISTRIBUTION SUIVANT LES HABITATS. *A. fuscipes* est de loin l'espèce la plus abondante sur les pierres en courant lent et modéré. Elle disparaît dans les endroits vaseux où subsistent *O. albicorne* et *S. personatum*. Comme *A. fuscipes*, les « brouteurs de substrat » montrent une préférence marquée pour les pierres en courant lent ou modéré (*S. graellsii*, *Th. gallicum*). Seule *G. conformis* semble plus rhéophile; elle est cependant peu représentée au pont de Badet.

La faune des courants rapides ou très rapides est hétérogène. A la différence des *Hypnum* de l'Estaragne, *Fontinalis squamosa* L., présente en cette station, ne forme pas de coussinets abritant les espèces du courant. Cette mousse est d'ailleurs peu abondante et bien souvent l'espèce muscicole *M. vestitum* est fixée aux pierres à la base des mousses. Elle se trouve ainsi mêlée aux espèces pétri-coles. Parmi ces dernières, deux sortes d'espèces peuvent être dis-

tinguées. Les premières sont solidement fixées aux pierres et doivent en être détachées à la pince, ce sont les véritables rhéophiles (*Rhyacophila*). Les secondes sont entraînées dans le filet-troubleau dès que les pierres sont remuées, elles se retrouvent à la fois dans les habitats à courants nuls ou très lents et sous les pierres les plus grosses (courant très rapide) où les eaux mortes sont assez étendues pour leur offrir une protection du courant (*A. auricollis*, *O. albicorne*, *S. personatum*).

2.2.3. — CROISSANCE DES ESPÈCES (fig. 46). Les cycles larvaires durent un an pour les Trichoptères de cette station. Plusieurs types de croissance peuvent être considérés.

a) les espèces automnales (*Allogamus auricollis*, *Rhyacophila occidentalis*) pour lesquelles on observe un arrêt ou un ralentissement de la croissance durant l'été aux stades les plus élevés (V et nymphal);

b) les espèces dont l'incubation des œufs est assez longue en été (*Micrasema vestitum*). On observe encore un grand étalement des éclosions. *Glossosoma conformis*, *Agapetus fuscipes*, *Philopotamus montanus* et *Silo graellsii* appartiennent aussi à ce type.

c) Certaines espèces à croissance estivale (*Rhyacophila mocsaryi*, *Rh. martynovi*) présentent un ralentissement du développement durant l'hiver.

2.3. — Discussion.

Plusieurs points importants peuvent être dégagés de la comparaison précédente.

2.3.1. — ÉVOLUTION SAISONNIÈRE DES COMPOSANTES ÉCOLOGIQUES.

a) En hiver, la couverture de neige plus importante entraîne une « mise en sommeil » plus ou moins profonde de la faune du torrent d'Estaragne. Un étiage sévère sous la neige provoque une concentration de la faune avec un mélange des espèces des divers habitats du torrent. En moyenne montagne, la couverture de neige est rare au-dessus du torrent; elle ne présente quelque importance qu'en des points localisés — aux passages d'avalanche. Une croissance hivernale est possible pour les larves de la Neste de Couplan. L'étiage hivernal est moins marqué et le mélange des espèces des différents habitats n'est pas aussi net qu'en haute montagne.

b) La crue consécutive à la fonte de la neige est violente et relativement soudaine en Estaragne. Sous son influence, s'effectue chaque année une répartition des habitats et de la faune. La crue de printemps est perturbée par les retenues artificielles dans la Neste de Couplan mais les conditions sont identiques dans les ruisseaux

de moyenne montagne : la crue de fonte des neiges n'a pas l'importance constatée en Estaragne, lorsque le ruisseau n'est pas en relation directe avec la haute altitude. Elle est plus étalée et peut débiter en hiver à la faveur d'un adoucissement temporaire. Par suite, l'établissement des communautés dans les divers habitats est plus durable; il n'y a pas chaque année une nouvelle distribution des habitats dans ces ruisseaux.

2.3.2. — DISPOSITION DES HABITATS.

Sous l'influence de la vitesse du courant, différents habitats s'établissent dans un cours d'eau. A ce point de vue, une différence remarquable doit être notée entre les deux stations étudiées. En Estaragne, la violence du courant entraîne l'existence de deux habitats bien tranchés : les courants très rapides du centre du torrent (pierres et mousses), les golfes du bord, abrités du courant et dont l'eau est simplement agitée. Entre les deux, les intermédiaires à courant lent ou modéré sont pratiquement inexistantes. La NESTE de Couplan abrite une gamme plus variée d'habitats. Ceci est dû à une plus grande largeur du lit du cours d'eau mais aussi à la présence de conditions intermédiaires du point de vue des vitesses du courant. Il existe en particulier des habitats à courant lent ou modéré sur des surfaces importantes.

Ces conditions permettent d'expliquer la rareté, en Estaragne, des « racleurs de substrat » (p. 507) si abondants dans la NESTE de Couplan (*Agapetus fuscipes*). Ces espèces s'accommodent en effet des courants lents et modérés, elles ne trouvent, dans le vallon d'Estaragne, des conditions favorables que dans les régions des sources des ruisselets affluents (*Apatania stylata*, *Synagapetus insons*).

2.3.3. — ÉVOLUTION SAISONNIÈRE DE LA FAUNE.

Le temps passé à l'état larvaire est allongé en haute montagne par rapport aux altitudes moyennes. Ceci entraîne des pertes plus importantes pour certaines espèces de haute montagne : les larves herbivores sont en particulier plus longtemps exposées aux formes prédatrices. Par ailleurs les nombres de larves récoltées ne sont pas directement comparables pour les espèces de haute et de moyenne altitude : deux générations différentes de *Rhyacophila evoluta* ou de *Micrasema morosum* cohabitent par exemple en Estaragne. Dans l'économie de la station, la même espèce — *Rhyacophila evoluta* — ne présente pas la même importance à la station 25.3 où son cycle dure un an, à la station 5.4 où son cycle dure deux ans et à la station 5.1 où son cycle dure trois ans. Enfin la durée des éclosions est très étalée pour une même espèce en moyenne altitude. En Estaragne, pour une espèce donnée,

FIG. 46. — Schéma de la croissance de quelques espèces à la station 5.4 (en haut) et à la station 7.3 (en bas). En ordonnée : stades œuf, I, II, III, IV, V et nymphal; en abscisse : mois. (A. aur. : *Allogamus auricollis*; M. mor. : *Micrasema morosum*; M. vest. : *Micrasema vestitum*; Rh. ev. : *Rhyacophila evoluta*; Rh. moc. : *Rhyacophila mocsargyi*; Rh. occ. : *Rhyacophila occidentalis*).

les éclosions sont beaucoup plus rapprochées : elles ont lieu peu de temps après la ponte ou bien sont différées, pour une même espèce, par un arrêt du développement hivernal. La sévérité des conditions de vie en est accentuée en Estaragne. En moyenne montagne, l'étalement des éclosions entraîne en effet plusieurs avantages pour une génération donnée, en particulier une diminution de l'importance de la prédation.

CONCLUSION

L'étude des groupements de Trichoptères dans un bassin prenant ses sources à plus de 2 000 mètres d'altitude indique l'existence de successions — le plus souvent continues — de l'amont vers l'aval. Les zonations longitudinales des eaux courantes, telles qu'elles existent dans les ruisseaux et rivières de basse altitude, sont à la fois renforcées et compliquées par l'addition d'une zonation altitudinale; celle-ci est commune à l'ensemble de la faune et de la flore en montagne. Les milieux aquatiques d'altitude ont surtout été caractérisés par des différences dans les régimes thermiques, dues au mode d'alimentation, à l'exposition ou à la durée d'enneigement. Les ruptures de pente créent d'autre part des variations importantes dans les vitesses de courant. Ces facteurs jouent un rôle essentiel dans la distribution des larves de Trichoptères en haute montagne. A plus basse altitude, l'influence des conditions topographiques et climatiques locales tend à s'atténuer avec l'augmentation des débits, et les contrastes sont généralement moins nets entre les températures maximales.

Le rôle des comportements spécifiques sur la répartition des Trichoptères a été plusieurs fois souligné au cours de cette étude. Il est impossible de comprendre la localisation de *Limnephilus bipunctatus* dans les mares temporaires du Massif de Néouvielle sans connaître le mode de ponte des femelles. Deux remarques doivent être rappelées ici.

1. — Le cycle d'un Trichoptère comprend trois étapes : un stade adulte aérien avec deux impératifs — l'accouplement et la ponte; différents stades larvaires aquatiques, dominés par la recherche de la nourriture et l'accomplissement des mues larvaires; un stade nymphal aquatique, caractérisé par l'isolement dans un étui fermé et, pour les espèces d'eau courante, un besoin accru d'oxygène. L'un de ces stades joue, suivant les espèces, un rôle déterminant dans la répartition.

2. — Chez les Trichoptères, les différences les plus remarquables résident dans le mode de construction de l'abri larvaire. Ce dernier détermine d'une part la répartition des espèces en fonction des facteurs mécaniques externes, d'autre part le mode de nutrition. La présence ou la nature de l'abri larvaire peut donc être mise en corrélation souvent étroite avec l'habitat et la niche écologique d'une espèce donnée.

Pour une meilleure connaissance de la place et du rôle des Trichoptères dans les écosystèmes d'eau douce, il importe donc : — de préciser le ou les facteurs intrinsèques décisifs dans la répartition des espèces,

— de comparer des espèces qui, par leur type morphologique ou par leur éthologie, réagissent d'une manière semblable vis-à-vis des facteurs mécaniques externes.

C'est sur cette base que la comparaison des distributions des Trichoptères sera étendue à l'ensemble du bassin de la Garonne et du versant nord-pyrénéen.

ANNEXE I : LISTE ALPHABÉTIQUE DES ESPÈCES CITÉES

- Agapetus delicatulus* McL.
Agapetus fuscipes CURT.
Allogamus auricollis (PICT.)
Allogamus despari DÉC.
Allogamus ligonier (McL.)
Annitella pyrenaica (NAV.)
Anomalopterygella
 chauviniana (ST.)
Apatania meridiana McL.
Apatania stylata NAV.
Athripsodes bilineatus (L.)
Athripsodes dissimilis (STEPH.)
Beraea maurus (CURT.)
Chaetopteryx villosa (FABR.)
Crunoecia irrorata (CURT.)
Cyrnus cintranus McL.
Diplectrona felix McL.
Drusus discolor RAMB.
Drusus reclus McL.
Ecclisopteryx guttulata PICT.
Glossosoma boltoni CURT.
Glossosoma conformis NEBOISS
Halesus digitalis (SCHR.)
Halesus radiatus radiatus (CURT.)
Hydropsyche instabilis (CURT.)
Hydropsyche pellucidula (CURT.)
Hydroptila sp.
Lastiocephala basalis (KOL.)
Limnephilus bipunctatus CURT.
Limnephilus centralis CURT.
Limnephilus extricatus McL.
Limnephilus gadarramicus SCHM.
Limnephilus hirsutus PICT.
Limnephilus rhombicus L.
Limnephilus sparsus CURT.
Lype sp.
Melampophylax mucoreus (HAG.)
Micrasema longulum McL.
Micrasema minimum McL.
Micrasema moestum (HAG.)
Micrasema morosum (McL.)
Micrasema vestitum NAV.
Mystacides azurea (L.)
Odontocerum albicorne (SCOP.)
Oecetis testacea CURT.
Philopotamus montanus (DON.)
Philopotamus variegatus (SCOP.)
Plectrocnemia brevis McL.
Plectrocnemia conspersa (CURT.)
Plectrocnemia geniculata McL.
Plectrocnemia laetabilis McL.
Plectrocnemia scruposa McL.
Polycentropus
 flavomaculatus (PICT.)
Polycentropus kingi McL.
Potamophylax cingulatus (STEPH.)
Potamophylax
 latipennis (CURT.) NEBOISS
Potamophylax nigricornis (PICT.)
Psychomyia pusilla FABR.
Ptilocolepus granulatus PICT.
Rhadicoleptus spinifer McL.
Rhyacophila angelieri DÉC.
Rhyacophila contracta McL.
Rhyacophila denticulata McL.
Rhyacophila dorsalis (CURT.)
Rhyacophila eatoni McL.
Rhyacophila evoluta McL.
Rhyacophila fasciata HAG.
Rhyacophila laevis PICT.
Rhyacophila martynovi MOS.
Rhyacophila meridionalis ED. PICT.
Rhyacophila mocsaryi tredosensis
 SCHM.
Rhyacophila oblitterata McL.
Rhyacophila occidentalis McL.
Rhyacophila philopotamoides McL.
Rhyacophila praemorsa McL.
Rhyacophila relicta McL.
Rhyacophila rupta McL.
Rhyacophila tristis PICT.
Schizopelex furcifera McL.
Sericostoma personatum (SPENCE)
Silo graellsii ED. PICT.
Silo nigricornis (PICT.)
Silo piceus (BRAU.)
Stactobia eatoniella McL.
Stactobia maclachlani KIM.
Stenophylax nycterobius (McL.)
Stenophylax sequax (McL.)
Stenophylax vibex vibex (CURT.)
Synagapetus insons (McL.)
Tinodes assimilis McL.
Thremma gallicum McL.
Wormaldia mediana McL.
Wormaldia triangulifera trianguli-
 fera McL.

ANNEXE II : RÉPERTOIRE DESCRIPTIF DES STATIONS PROSPECTÉES EN VALLÉE D'AURE

Les numéros de référence et localisations des stations sont indiqués par bassins, suivant les altitudes décroissantes. Les noms locaux figurent sur les cartes I.G.N. au 1/20 000^e et au 1/25 000^e actuellement parues, ou à défaut au 1/50 000^e.

— *Composantes spécifiques.* Pour chaque station, le nombre de prélèvements (prél.) et leurs dates sont accompagnés du nombre d'espèces (esp.) et de larves récoltées. Seuls les prélèvements réalisés sur des surfaces comparables (environ 1 200) et ayant fait l'objet de comptages (environ 66 000 larves) sont signalés.

— *Composantes écologiques.* Toutes les mesures isolées de température ne pouvant être reproduites, la température maximale (T° max.) a été indiquée lorsqu'un thermomètre enregistreur ou à maxima-minima n'avait pas été utilisé.

Les vitesses de courant sont données suivant l'échelle de BERG [1948].

Les mesures isolées de pH, oxygène (O₂), alcalinité (alc.) et conductivité électrique (χ 18) ont été réalisées au mois d'août et correspondent approximativement aux conditions d'étiage; elles peuvent être considérées comme voisines des valeurs extrêmes.

1. Bassin de l'Oule (Estibère excepté) : stations 1.1 à 1.23.

- 1.1. — Ruisseau de Sabourès : alt. 2 100 m.
2 prél. (fév., août) : 5 esp., 198 larves.
T° max. : 9° C (25/8 à 16 h); courant modéré; pH : 7,1.
- 1.2. — Ruisseau de Merlans : alt. 2 000 m.
5 prél. (fév., juin, août) : 10 esp., 2 999 larves.
T° variant de 4,5 à 14° C en août; courant rapide à très rapide;
pH : 8,2; O₂ : 95 %; alc. : 80 ppm; dur. : 80 ppm; χ 18 : 125 micromhos/cm.
- 1.3. — Lac Supérieur de Bastan : alt. 2 260 m.
6 prél. (juillet, août) : 6 esp., 95 larves.
T° max. : 16° C (9/7 à 14 h).
- 1.4. — Mare temporaire en aval du lac précédent : alt. 2 330 m.
3 prél. (juillet, août) : 1 esp., 30 larves.
- 1.5. — Lac Moyen de Bastan : alt. 2 220 m.
3 prél. (juillet, août) : 7 esp., 50 larves.
T° max. : 17° C (19/8 à 16 h).
- 1.6. — Lac Inférieur de Bastan : alt. 2 140 m.
4 prél. (juillet, août) : 6 esp., 210 larves.
T° max. : 15° C (9/7 à 16 h).
- 1.7. — Ruisseau déversoir du lac inférieur de Bastan : alt. 2 000-2 100 m.
10 prél. (juin à oct.) : 14 esp., 1 167 larves.
T° max. : 14° C (24/8 à 16 h); courant rapide à très rapide; pH : 7,5; O₂ : 92 %; alc. : 55 ppm; dur. : 50 ppm; χ 18 : 85 micromhos/cm.

- 1.8. — Ruisseau déversoir du lac de Bastanet : alt. 2 190 m.
1 prél. (août) : 6 esp., 31 larves.
T° max. : 16° C (19/8 à 18 h.).
- 1.9. — Source rive S-E du Grand lac de Port-Bieil : alt. 2 290 m.
3 prél. (juillet, août) : 6 esp., 36 larves.
T° variant de 3 à 5° C en août; courant lent.
- 1.10. — Mare temporaire en amont du grand lac de Port-Bieil : alt. 2 310 m.
1 prél. (juillet) : 1 esp., 8 larves.
- 1.11. — Grand lac de Port-Bieil : alt. 2 280 m.
4 prél. (juillet, août) : 4 esp., 78 larves.
T° max. : 13,5° C (7/7 à 15 h.).
- 1.12. — Ruisseau déversoir du Grand lac de Port-Bieil : alt. 2 200 m.
6 prél. (juillet, août, sept.) : 8 esp., 242 larves.
T° variant de 7 à 18° C (15/7-15/8) et de 9 à 16° C (15/8-15/9);
courant rapide à très rapide; alc. : 15 ppm.
- 1.13. — Gourg de Nère n° 1 (= supérieur : LAVILLE 1966) : alt. 2 250 m.
3 prél. (juillet, août) : 6 esp., 74 larves.
T° max. : 17° C (20/8 à 12 h.).
- 1.14. — Gourg de Nère n° 2 (= moyen : LAVILLE 1966) : alt. 2 210 m.
3 prél. (juillet, août) : 7 esp., 116 larves.
- 1.15. — Gourg de Nère n° 4 (= inférieur II : LAVILLE 1966) : alt. 2 200 m.
2 prél. (juillet, août) : 5 esp., 20 larves.
- 1.16. — Mare en amont du lac du Gourguet : alt. 2 250 m.
3 prél. (août, sept.) : 1 esp., 41 larves.
T° max. : 10,5° C (23/8 à 12 h.).
- 1.17. — Source rive N. du lac Gourguet : alt. 2 220 m.
1 prél. (août) : 4 esp., 38 larves.
T° max. : 5° C (23/8 à 14 h.).
- 1.18. — Lac du Gourguet : alt. 2 220 m.
4 prél. (juillet, août, sept.) : 3 esp., 66 larves.
T° max. : 16° C (18/8 à 17 h.).
- 1.19. — Ruisseau déversoir du lac du Gourguet : alt. 2 200 m.
3 prél. (juillet, août, sept.) : 6 esp., 219 larves.
T° max. : 16° C (18/8 à 17 h.).
- 1.20. — Lac des Guits : alt. 2 260 m.
1 prél. (août) : 2 esp., 12 larves.
T° max. : 15° C (18/8 à 17 h.).
- 1.21. — Ruisseau au N.-E. du lac des Guits : alt. 2 240 m.
2 prél. (août) : 6 esp., 35 larves.
T° max. : 15° C (18/8 à 17 h); courant modéré à rapide.
- 1.22. — Lac Boris : alt. 2 260 m.
1 prél. (août) : 1 esp., 6 larves.
- 1.23. — Ruisseau de Port-Bieil en amont de l'Oule : alt. 1 820 m.
7 prél. (mai à oct.) : 11 esp., 183 larves.
T° max. : 14° C (9/9 à 17 h); courant rapide à très rapide;
pH : 7,3; O₂ : 99 à 115 %; alc. : 25-35 ppm; dur. : 25 ppm;
x18 : 48 micromhos/cm.

2. Vallon d'Estibère : station 2.1 à 2.31.

- 2.1. — Mare temporaire sur le chemin du col d'Aumar : alt. 2 340 m.
3 prél. (juin, juillet) : 1 esp., 17 larves.
T° max. : 15° C (9/7 à 11 h.).

- 2.2. — Mare temporaire au S.-E. du lac Supérieur d'Estibère : alt. 2 340 m.
2 prél. (juin, juillet) : 1 esp., 26 larves.
T° variant de 4,5 à 17° C (20/6-11/7).
- 2.3. — Ruisseau affluent du lac Supérieur d'Estibère : alt. 2 340 m.
9 prél. (juin à sept.) : 13 esp., 347 larves.
T° max. : 13° C (22/8 à 16 h); courant rapide; pH : 7,1-8,4;
O₂ : 94-110 %; alc. : 30 ppm; dur. : 20 ppm; χ_{18} : 40 micromhos/cm.
- 2.4. — Lac Supérieur d'Estibère : alt. 2 328 m [ANGELIER 1961].
7 prél. (juin à sept.) : 5 esp., 148 larves.
T° max. : 19° C (22/8 à 15 h); pH : 7,8-8,4; O₂ : 100-115 %.
- 2.5. — Ruisseau déversoir du lac Supérieur d'Estibère : alt. 2 300-2 320 m.
19 prél. (juin à déc.) : 13 esp., 889 larves.
T° max. : 16,5° C (22/8 à 17 h); pH : 6,9-8,4; O₂ : 95-105 %;
alc. : 20-25 ppm; dur. : 10-20 ppm; χ_{18} : 30 micromhos/cm.
- 2.6. — Source dans la région supérieure d'Estibère : alt. 2 340 m.
7 prél. (juin à sept.) : 6 esp., 632 larves.
T° max. : 9° C (24/8 à 10 h); courant lent à modéré; pH : 7,1 à 8,1; O₂ : 110-115 %; alc. : 30 ppm; dur. : 15 ppm; χ_{18} : 34 micromhos/cm.
- 2.7. — Ruissellet tourbeux dans la région supérieure d'Estibère : alt. 2 340 m.
8 prél. (juin à oct.) : 11 esp., 647 larves.
T° max. : 8° C (9/7 à 11 h); courant modéré; pH : 7,2-8,6; O₂ : 95-100 %.
- 2.8. — Ruisseau au bas du col d'Aumar : alt. 2 280 m.
4 prél. (juillet à sept.) : 8 esp., 33 larves.
T° max. : 20° C (2/7 à 18 h); courant lent à modéré; pH : 7,2-8,6.
- 2.9. — Tourbière en amont du lac de l'Île : alt. 2 290 m.
4 prél. (juillet à sept.) : 3 esp., 30 larves.
- 2.10. — Ruisseau affluent du lac de l'Île : alt. 2 290 m.
9 prél. (juin à déc.) : 6 esp., 167 larves.
T° max. : 18° C (13/9 à 18 h); courant lent à modéré; pH : 7,3-8.
- 2.11. — Mare temporaire (= E2 : NOURISSON 1964) : alt. 2 300 m.
2 prél. (juin, juillet) : 1 esp., 20 larves.
- 2.12. — Mare temporaire (= E1 : NOURISSON 1964) : alt. 2 280 m.
3 prél. (juin, juillet) : 1 esp., 18 larves.
T° variant de 5,5° C à 25° C (20/6-17/7).
- 2.13. — Lac de l'Île : alt. 2 279 m [ANGELIER 1961].
14 prél. (mai à déc.) : 8 esp., 136 larves.
T° max. : 18° C (13/8 à 18 h).
- 2.14. — Ruisseau déversoir du lac de l'Île : alt. 2 260 m.
15 prél. (juin à oct.) : 8 esp., 371 larves.
T° max. : 18° C (24/7 à 15 h); courant très lent à très rapide;
pH : 7,1-8,4; O₂ : 100-112 %; alc. : 30 ppm; dur. : 20 ppm; χ_{18} : 35 micromhos/cm.
- 2.15. — Source sur rive gauche affluent du lac Long : alt. 2 250 m.
2 prél. (juillet, août) : 4 esp., 257 larves.
T° max. : 5,5° C (23/8 à 11 h); courant lent à modéré; pH : 7,2-8,4;
O₂ : 105 %; alc. : 30 ppm; dur. : 25 ppm; χ_{18} : 42 micromhos/cm.

- 2.16. — Ruisseau affluent du lac Long : alt. 2 250 m.
14 prél. (juillet à oct.) : 15 esp., 558 larves.
T° variant de 4 à 16° C (2/7-12/8), de 7 à 15,5° C (12/8-14/9);
courant modéré à rapide; pH : 6,9-8,3; O₂ : 100 %; alc. : 35 ppm;
dur. : 30 ppm; χ_{18} : 54 micromhos/cm.
- 2.17. — Mare tourbeuse entre lac Long et lac de l'Île : alt. 2 300 m.
3 prél. (juillet) : 4 esp., 25 larves.
T° max. : 24° C (24/7 à 16 h); pH : 6,5-8,8; O₂ : 85 %.
- 2.18. — Lac Long : alt. 2 238 m [ANGELIER 1961].
10 prél. (juin à août) : 8 esp., 287 larves.
T° max. : 20° C (15/7 à 15 h); pH : 6,4-8,5; O₂ : 110 %.
- 2.19. — Ruisseau déversoir du lac Long : alt. 2 230 m.
2 prél. (août) : 7 esp., 74 larves.
T° max. : 17,5° C (2/8 à 14 h); courant modéré; pH : 7,2;
O₂ : 100 %.
- 2.20. — Ruisseau déversoir du lac Long dans le cirque inférieur d'Estibère : alt. 2 070 m.
10 prél. (mai à oct.) : 10 esp., 278 larves.
T° max. : 16° C (1/7 à 15 h); courant modéré à rapide;
pH : 7,2-8,2; O₂ : 100 %; alc. : 35 ppm; dur. : 20 ppm; χ_{18} : 37 micromhos/cm.
- 2.21. — Source rive S. du lac d'Anglade : alt. 2 190 m.
6 prél. (juin à oct.) : 7 esp., 282 larves.
T° max. : 9° C (28/8 à 14 h); courant lent à modéré; pH : 6,8-8,4;
O₂ : 100 %; alc. : 30 ppm; dur. : 15 ppm; χ_{18} : 31 micromhos/cm.
- 2.22. — Lac d'Anglade : alt. 2 185 m [ANGELIER 1961].
4 prél. (juin à oct.) : 2 esp., 114 larves.
T° max. : 17° C (1/7 à 15 h); pH : 7,2-8,4; O₂ : 100 %.
- 2.23. — Mare du déversoir du lac d'Anglade : alt. 2 185 m.
4 prél. (juin à oct.) : 6 esp., 20 larves.
T° max. : 19° C (1/7 à 15 h).
- 2.24. — Source rive S.-E. du lac Inférieur : alt. 2 120 m.
11 prél. (mai à oct.) : 5 esp., 527 larves.
T° variant de 3 à 5° C (14/7-22/9); courant très lent à lent;
pH : 7,9-8,4; O₂ : 95-125 %; alc. : 35 ppm; dur. : 30 ppm;
 χ_{18} : 50 micromhos/cm.
- 2.25. — Lac Inférieur d'Estibère : alt. 2 120 m [ANGELIER 1961].
9 prél. (juin à oct.) : 4 esp., 9 larves.
T° max. : 19 à 20° C en août.
- 2.26. — Mare du déversoir du lac Inférieur : alt. 2 120 m.
6 prél. (juin à août) : 8 esp., 110 larves.
T° max. : 21° C (18/8 à 17 h); pH : 6,9-8,6; O₂ : 120 %.
- 2.27. — Ruisseau déversoir du lac Inférieur : alt. 2 110 m.
11 prél. (juin à oct.) : 8 esp., 349 larves.
T° variant de 10 à 25° C (1/7-11/8); courant rapide; pH : 7,9-8,6;
O₂ : 92-110 %; alc. : 35-40 ppm; dur. : 20-25 ppm; χ_{18} : 41 micromhos/cm.
- 2.28. — Méandres du cirque inférieur d'Estibère : alt. 2 050 m.
7 prél. (mai à oct.) : 7 esp., 95 larves.
T° max. : 20,5° C (18/8 à 15 h); courant lent à très lent;
pH : 7,4-8,4; O₂ : 115 %.
- 2.29. — Ruisseau déversoir des méandres du cirque inférieur d'Estibère : alt. 2 040 m.
12 prél. (mai à oct.) : 12 esp., 458 larves.
T° max. : 20,5° C (18/8 à 16 h); courant rapide; pH : 7,1-8,6;
O₂ : 110-140 %; alc. : 30 ppm; dur. : 15-20 ppm; χ_{18} : 41 micromhos/cm.

- 2.30. — Mare temporaire à l'Est du lac Inférieur d'Estibère : alt. 2 100 m.
2 prél. (mai, juin) : 1 esp., 23 larves.
Asséchée dès le début du mois de juillet.
- 2.31. — Source tourbeuse sur la pente Est du Soum de Monpelat : alt. 2 150 m.
16 prél. (juillet à oct.) : 12 esp., 274 larves.
T° max. : 10,5° C (11/7 à 17 h); courant lent à modéré; pH : 6,4-6,5; O₂ : 92-100 %; alc. : 25 ppm; dur. : 20 ppm; χ 18 : 37 micromhos/cm.
3. Bassin d'Aumar : stations 3.1 à 3.28.
- 3.1. — Gourg de Rabas : alt. 2 400 m [ANGELIER 1961].
2 prél. (juillet) : 3 esp., 64 larves.
- 3.2. — Source entre Gourg de Rabas et Aumar : alt. 2 300 m.
5 prél. (juillet, août) : 9 esp., 194 larves.
T° max. : 8° C (14/7 à 10 h); courant lent à modéré.
- 3.3. — Ruisseau sur flanc E. du Pic de Néouvielle : alt. 2 160 m.
2 prél. (juillet, août) : 3 esp., 12 larves.
T° max. : 11° C (14/7 à 17 h); courant rapide.
- 3.4. — Ruissellet sur rive N.-E. du lac d'Aumar : alt. 2 220 m.
1 prél. (sept.) : 6 esp., 62 larves.
T° : 9° C (22/9 à 15 h); courant modéré.
- 3.5. — Source sur les pentes du col d'Aumar : alt. 2 340 m.
3 prél. (juin, juillet, août) : 4 esp., 40 larves.
T° variant de 7 à 12° C (26/6-17/7); courant lent; pH : 6,2-7,2;
O₂ : 100 %.
- 3.6. — Ruisseau du col d'Aumar : alt. 2 210 m.
3 prél. (juin, juillet, août) : 6 esp., 48 larves.
T° max. : 16° C (22/9 à 18 h); courant modéré à rapide.
- 3.7. — Lac d'Aumar : alt. 2 192 m.
2 prél. (juillet, sept.) : 3 esp., 22 larves.
T° max. : 15° C (22/9 à 18 h).
- 3.8. — Mare tourbeuse au pied du col d'Aumar : alt. 2 200 m.
5 prél. (mai à juillet) : 1 esp., 40 larves.
T° max. : 25° C (11/7 à 13 h).
- 3.9, 3.10, 3.11 et 3.12. — Mares temporaires du plateau d'Aumar : alt. 2 200 m.
14 prél. (avril à déc.) : 1 esp., environ 500 larves.
T° max. : 27° C (19/7 à 13 h), voir aussi NOURRISSON [1964].
- 3.13. — Ruisseau temporaire, déversoir de la mare 3.12 : alt. 2 190 m.
5 prél. (juin à oct.) : 1 esp., 34 larves.
T° max. : 27° C (25/6 à 16 h); courant très lent à lent.
- 3.14. — Source de la tourbière d'Aumar (S.-E. du lac d'Aumar) : alt. 2 190 m.
18 prél. (juin à oct.) : 8 esp., 685 larves.
T° variant de 3 à 7° C (25/7-20/8); courant très lent à lent;
pH : 7,3; O₂ : 105 %.
- 3.15. — Ruissellet tourbeux de la tourbière d'Aumar : alt. 2 190 m.
2 prél. (juin, juillet) : 6 esp., 27 larves.
T° max. : 20° C (4/7 à 15 h); courant lent; pH : 6,6-6,7; O₂ : 90 %;
alc. : 30 ppm; dur. : 15 ppm; χ 18 : 34 micromhos/cm.

- 3.16. — Ruisseau déversoir de la tourbière d'Aumar, sur le plateau : alt. 2 190 m.
 18 prél. (juin à oct.) : 13 esp., 481 larves.
 T° max. : 18° C (22/8 à 18 h); courant lent à modéré;
 pH : 6,9-7,1; O₂ : 91-102 %; alc. : 30 ppm; dur. : 20 ppm;
 χ₁₈ : 46 micromhos/cm.
- 3.17. — Ruisseau déversoir de la tourbière d'Aumar, dans la « sapinière » des passades d'Aumar : alt. 2 170 m.
 8 prél. (avril à sept.) : 13 esp., 701 larves.
 T° max. : 19° C (20/8 à 19 h); courant rapide à très rapide;
 pH : 6,9-7,2; O₂ : 98-110 %; alc. : 35 ppm; dur. : 20 ppm;
 χ₁₈ : 44 micromhos/cm.
- 3.18. — Source de la tourbière du flanc Sud du Pic d'Anglade (dite « tourbière Despax ») : alt. 2 190 m [DESPAX 1927].
 7 prél. (juin à oct.) : 4 esp., 1 516 larves.
 T° variant de 3 à 4,5° C (19/7-29/8); courant nul à très lent;
 pH : 7,2-7,3; O₂ : 97-115 %; alc. : 30 ppm; dur. : 25 ppm;
 χ₁₈ : 40 micromhos/cm.
- 3.19. — Tourbière Despax, 50 m après la source : alt. 2 190 m.
 5 prél. (juin à oct.) : 5 esp., 704 larves.
 T° max. : 8° C (16/10 à 13 h); courant lent à modéré.
- 3.20. — Région inférieure de la tourbière Despax : alt. 2 190 m.
 10 prél. (juin à oct.) : 7 esp., 436 larves.
 T° max. : 22° C (25/8 à 17 h); courant nul.
- 3.21. — Ruisseau déversoir de la tourbière Despax : alt. 2 180 m.
 20 prél. (juin à oct.) : 14 esp., 2 208 larves.
 T° variant de 0 à 15° C (11/5-11/7), de 2 à 20° C (11/7-11/8),
 de 0 à 20° C (11/8-14/9) et de 0,5 à 18° C (14/9-11/10); courant
 rapide à très rapide; pH : 7-8,4; O₂ : 90-125 %; alc. : 30 ppm;
 dur. : 20 ppm; χ₁₈ : 30 micromhos/cm.
- 3.22. — Ruisseau déversoir de la tourbière Despax après confluence de la fontaine de l'Ermite : alt. 2 000 m.
 6 prél. (mars à sept.) : 8 esp., 782 larves.
 T° variant de 4 à 18° C (13/7-11/8), de 3,5 à 18° C (11/8-14/9)
 et de 3 à 17° C (14/9-11/10); courant très rapide; pH : 7,2-7,4;
 O₂ : 100 %; alc. : 35 ppm; dur. : 25 ppm; χ₁₈ : 44 micromhos/cm.
- 3.23. — Ruisseau déversoir du lac d'Aubert : alt. 2 110 m.
 2 prél. (juin, août) : 4 esp., 27 larves.
 T° max. : 12° C (27/6 à 13 h); courant modéré à rapide.
- 3.24. — Ruissellet rive Sud Laquette moyenne : alt. 2 080 m.
 3 prél. (juin, juillet) : 4 esp., 24 larves.
 T° max. : 12° C (27/6 à 11 h); courant lent.
- 3.25. — Laquettes : alt. 2 080 m.
 10 prél. (juin à oct.) : 10 esp., 142 larves.
 T° max. : 21° C (26/7 à 16 h sur les bords de la Laquette
 inférieure); courant modéré entre Laquettes moyenne et inférieure.
- 3.26. — Mare temporaire au Sud de la Laquette inférieure : alt. 2 080 m.
 1 prél. (juin) : 1 esp., 20 larves mortes.
 T° : 33° C (20/6 à 17 h quelques jours avant l'assèchement).
- 3.27. — Ruissellet près du déversoir des Laquettes : alt. 2 080 m.
 3 prél. (juin, juillet) : 4 esp., 14 larves.
 T° max. : 16° C (23/7 vers 15 h); courant lent à modéré;
 pH : 7; O₂ : 90 %.

3.28. — Ruisseau déversoir des Laquettes, entre 1 900 et 2 000 m d'altitude.

15 prél. (mars à nov.) : 9 esp., 441 larves.

T° max. : 19° C (23/7 à 17 h); courant rapide à très rapide;

pH : 7 à 7,2; O₂ : 85-105 %; alc. : 20 ppm; dur. : 10 ppm;

χ₁₈ : 16 micromhos/cm.

4. Bassin de Cap-de-Long : stations 4.1 et 4.2.

4.1. — Ruisseau de Cap-de-Long : alt. 2 300 m.

13 prél. (juillet, août, sept.) : 9 esp., 294 larves.

T° max. : 8,5° C (11/8 à 14 h); courant rapide à très rapide.

4.2. — Source sur rive droite du ruisseau de Cap-de-Long : alt. 2 190 m.

6 prél. (juillet, août, sept.) : 11 esp., 445 larves.

T° max. : 11° C (11/8 à 17 h); courant lent à modéré.

5. Vallon d'Estaragne : stations 5.1 à 5.16.

5.1. — Ruisseau d'Estaragne dans le cirque supérieur : alt. 2 380 m.

24 prél. (juillet à nov.) : 7 esp., 1 100 larves.

T° variant de 2 à 5,5° C (5/7-10/11); courant rapide à très rapide; pH : 7,5-7,8; O₂ : 100-114 %; alc. : 55-60 ppm; dur. : 60 ppm; χ₁₈ : 99-112 micromhos/cm.

5.2. — Ruisseau d'Estaragne, cascade à 2 240 m d'altitude.

13 prél. (juin à sept.) : 7 esp., 1 597 larves.

T° variant de 0,5 à 9° C (24/6-6/9); courant très rapide; pH : 7,5-7,7; O₂ : 96-110 %; alc. : 55-70 ppm; dur. : 60 ppm; χ₁₈ : 113 micromhos/cm.

5.3. — Ruisseau d'Estaragne dans le cirque inférieur : alt. 2 140 m.

13 prél. (juin à sept.) : 9 esp., 722 larves.

T° variant de 1,5 à 10° C (24/6-20/9); courant lent à rapide; pH : 7,5-8,2; O₂ : 100 %; alc. : 60 ppm; dur. : 55 ppm; χ₁₈ : 103 micromhos/cm.

5.4. — Ruisseau d'Estaragne dans la Prade des Alhets : alt. 1 920 m.

31 prél. (mars à nov.) : 13 esp., 3 233 larves.

T° variant de 0 à 12° C (16/6-10/11); courant lent à très rapide; pH : 7,1-7,7; O₂ : 100-105 %; alc. : 50-60 ppm; dur. : 40-60 ppm; χ₁₈ : 99 micromhos/cm.

5.5. — Ruisseau d'Estaragne en amont du lac d'Orédon : alt. 1 860 m.

10 prél. (juin à oct.) : 6 esp., 235 larves.

T° variant de 3 à 12° C (28/6-12/10); courant lent à très rapide; pH : 7,6; O₂ : 100 %; alc. : 55 ppm; dur. : 50 ppm; χ₁₈ : 88 micromhos/cm.

5.6. — Affluent rive droite du ruisseau d'Estaragne, dans le cirque moyen : alt. 2 290 m.

9 prél. (juillet à sept.) : 6 esp., 565 larves.

T° variant de 3 à 8° C (12/7-1/9); courant modéré à rapide; pH : 7,5-8,3; O₂ : 90-100 %; alc. : 60 ppm; dur. : 70 ppm; χ₁₈ : 115 micromhos/cm.

Mousses abondantes.

5.7. — Affluent rive gauche du ruisseau d'Estaragne, dans le haut du cirque inférieur : alt. 2 220 m.

2 prél. (juillet, août) : 7 esp., 40 larves.

T° max. : 9° C (12/7 à 11 h).

- 5.8. — Premier affluent rive droite du ruisseau d'Estaragne dans le cirque inférieur : alt. 2 180 m.
7 prél. (juin à sept.) : 7 esp., 233 larves.
T° max. : 8° C (6/9 à 17 h); courant lent à modéré; pH : 6,9-8,2;
O₂ : 90-105 %; alc. : 55 ppm; dur. : 55 ppm; χ_{18} : 91 micromhos/cm.
- 5.9. — Deuxième affluent rive droite du ruisseau d'Estaragne dans le cirque inférieur : alt. 2 180 m.
8 prél. (juin à sept.) : 14 esp., 965 larves.
T° max. : 13° C (6/9 à 17 h); courant très lent à modéré;
pH : 6,3-8; O₂ : 93-100 %; alc. : 40 ppm; dur. : 30-35 ppm;
 χ_{18} : 57 micromhos/cm.
- 5.10. — Affluent rive droite du ruisseau d'Estaragne, au-dessus de la route : alt. 2 140 m.
1 prél. (août) : 3 esp., 8 larves.
T° : 13° C (29/8 à 12 h).
- 5.11. — Affluent rive droite du ruisseau d'Estaragne au-dessous de la route de Cap-de-Long : alt. 2 040 m.
3 prél. (juin, août, sept.) : 13 esp., 90 larves.
T° max. : 15° C (3/8 à 11 h); pH : 7,3.
- 5.12. — Affluent rive droite du ruisseau d'Estaragne, à l'Ouest du lac dit « Lac-des-Nymphes » : alt. 1 920 m.
29 prél. (avril à nov.) : 18 esp., 618 larves.
T° max. : 17° C (1/8 à 18 h); courant lent à rapide; pH : 7,2-8;
O₂ : 92-110 %; alc. : 40 ppm; dur. : 25 ppm; χ_{18} : 50 micromhos/cm.
- 5.13. — Rocher suintant et source de la Prade des Alhets : alt. : 1 920 m.
14 prél. (avril à oct.) : 9 esp., environ 600 larves.
T° max : 16° C (18/6 à 17 h); orientation Nord.
- 5.14. — Source près de la cabane de la Prade des Alhets : alt. : 1 900 m.
6 prél. (avril à août) : 4 esp., 69 larves.
T° max. : 11,5° C (10/7 à 18 h).
- 5.15. — Affluent rive droite du ruisseau d'Estaragne, au-dessus du chemin de la Prade des Alhets : alt. 1 940 m.
23 prél. (avril à oct.) : 10 esp., 2 960 larves.
T° variant de 3 à 5° C (19/6-13/10); en avril : + 1° C sous la glace; courant modéré à très rapide; pH : 7,2-8,2; O₂ : 100-110 %; alc. : 30-35 ppm; dur. : 25-30 ppm; χ_{18} : 54 micromhos/cm; mousses abondantes.
- 5.16. — Ruisseau affluent du précédent : alt. 1 930 m.
6 prél. (juin à août) : 6 esp., 188 larves.
T° max. : 10° C (23/8 à 13 h); courant modéré à rapide;
pH : 7,1; O₂ : 110 %; alc. : 52 ppm.
6. Environs immédiats du Lac d'Orédon : stations 6.1 à 6.7.
- 6.1. — Source sur flanc Ouest du Soum de Monpelat : alt. 2 150 m.
2 prél. (juin, juillet) : 2 esp., 61 larves.
T° max. : 8° C (27/7 à 16 h); courant lent.
- 6.2. — Ruisseau du col d'Estoudous : alt. 1 950 m.
3 prél. (juin, juillet) : 5 esp., 59 larves.
T° max. : 18° C (27/7 à 18 h); courant très lent à modéré;
pH : 6,1.
- 6.3. — Ruisseau au Sud-Est du chalet-hôtel d'Orédon : alt. 1 880 m.
4 prél. (avril, juin, juillet, oct.) : 5 esp., 43 larves.
T° variant de 8 à 19° C en juillet; courant lent à modéré;
pH : 5,5 à 6,4; O₂ : 100 %.

- 6.4. — Vasque en aval du trop-plein du barrage d'Orédon : alt. 1 840 m.
9 prél. (mai à sept.) : 3 esp., 190 larves.
T° max. : 19° C; pH : 6,6-7; O₂ : 100 %; station périodiquement
bouleversée par l'écoulement des eaux du lac.
- 6.5. — Rocher suintant de la Gargante d'Orédon : alt. 1 830 m.
5 prél. (mai à août) : 2 esp., environ 300 larves.
T° max. : 19° C (23/6 à 16 h); orientation Sud.
- 6.6. — Source sur la pente gauche de la Gargante : alt. 1 890 m.
1 prél. (juillet) : 2 esp., 6 larves.
T° : 10° C (16/7); courant lent.
- 6.7. — Ruisseau déversoir du lac d'Orédon dans la Gargante : alt.
1 810 m.
17 prél. (avril à oct.) : 15 esp., 505 larves.
T° max. : 16° C; courant lent à très rapide; station périodi-
quement bouleversée par l'écoulement des eaux du lac.

7. NESTE de Couplan : stations 7.1 à 7.4.

- 7.1. — Sources et ruisselets d'Artigusse : alt. 1 590 m.
35 prél. (avril à nov.) : 17 esp., 1 163 larves.
T° variant de 4 à 8° C (juin, oct.); courant modéré à rapide;
pH : 6,8-8,2; O₂ : 90-100 %; alc. : 40 ppm; dur. : 35 ppm;
χ₁₈ : 57 micromhos/cm.
- 7.2. — NESTE en amont du pont de Couplan : alt. 1 380 m.
26 prél. (fév. à nov.) : 24 esp., 2 901 larves.
T° max. : 11° C (19/8 à 15 h); courant rapide à très rapide;
pH : 7-8,4; O₂ : 95-105 %; alc. : 55 ppm; dur. : 55 ppm;
χ₁₈ : 84 micromhos/cm.
- 7.3. — NESTE en aval du pont de Badet : alt. 1 210 m.
25 prél. (mars à oct.) : 23 esp., 2 920 larves.
T° max. : 13° C (19/8 à 16 h); courant lent à très rapide;
pH : 6,9-8,3; O₂ : 95-110 %; alc. : 55 ppm; dur. : 55 ppm;
χ₁₈ : 99 micromhos/cm.
- 7.4. — Rocher suintant sur la rive gauche de la station précédente :
alt. 1 210 m.
1 prél. (juillet) : 1 esp., 6 larves.
Orientation Nord-Ouest.

8. Vallée de la NESTE de Badet : stations 8.1 à 8.6.

- 8.1. — Ruisseau de Badet : alt. 1 920 m.
4 prél. (mai à août) : 10 esp., 120 larves.
T° max. : 7° C (19/8 à 11 h); courant très rapide.
- 8.2. — Source sur la rive gauche de la station précédente : alt.
1 940 m.
2 prél. (mai, août) : 8 esp., 84 larves; courant lent.
- 8.3. — Source sur la rive gauche du ruisseau de Badet à 1 810 m
d'altitude.
2 prél. (mai, août) : 5 esp., 134 larves.
T° max. : 6° C (19/8 à 14 h); courant rapide; mousses
abondantes.
- 8.4. — Ruisseau de Badet : alt. 1 590 m.
1 prél. (août) : 3 esp., 8 larves.
T° : 6° C (19/8 à 14 h); courant très rapide.
- 8.5. — Ruisseau d'Engaly, affluent rive droite du ruisseau de Badet :
alt. 1 590 m.
1 prél. (août) : 7 esp., 168 larves.
T° : 13° C (19/8 à 15 h); courant rapide.

- 8.6. — Ruisseau de Badet au pont de Lère : alt. 1 410 m.
2 prél. (juillet, août) : 3 esp., 24 larves.
T° max. : 11° C (19/8 à 17 h); courant rapide; pH : 7,8;
O₂ : 105 %; alc. : 65 ppm; dur. : 60 ppm; χ_{18} : 103 micromhos/cm.
9. Vallée de la Neste de la Gela : stations 9.1 à 9.8.
- 9.1. — Grand lac de Barroude : alt. 2 360 m.
1 prél. (août) : 1 esp., 2 larves.
- 9.2. — Ruisseau de la Gela : alt. 2 200 m.
2 prél. (août, sept.) : 3 esp., 22 larves.
T° max. : 8° C (août); courant rapide, mousses abondantes.
- 9.3. — Ruissellet en amont de l'ancienne « mine de plomb » : alt. 2 220 m.
1 prél. (août) : 3 esp., 7 larves; courant modéré.
- 9.4. — Source sur rive droite de la Gela : alt. 1 700 m.
2 prél. (août, sept.) : 5 esp., 70 larves.
T° max. : 5° C (17/8 à 14 h); courant lent à modéré.
- 9.5. — Ruisseau de la Gela au bas du plateau : alt. 1 700 m.
2 prél. (août, sept.) : 7 esp., 143 larves.
T° max. : 8° C (17/8 à 15 h); courant rapide à très rapide.
- 9.6. — Ruisseau de la Gela à la Vierge : alt. 1 450 m.
4 prél. (juillet, août, sept.) : 8 esp., 102 larves.
T° max. : 10° C (19/8 à 17 h); courant très rapide; pH : 7,8;
O₂ : 108 %; alc. : 70 ppm; dur. : 70 ppm; χ_{18} : 113 micromhos/cm.
- 9.7. — Rocher suintant sur la rive droite de la Gela vers 1 500 m d'altitude.
1 prél. (août) : 1 esp., 8 larves.
- 9.8. — Confluence Neste de la Gela - Neste de Badet : alt. 1 320 m.
3 prél. (août) : 3 esp., 22 larves.
T° max. : 12° C (19/8 à 18 h); courant rapide.
10. Vallée de la Neste de Saux : stations 10.1 à 10.4.
- 10.1 — Ruissellet dans la région supérieure de la vallée de Saux : alt. 2 210 m.
2 prél. (juillet) : 6 esp., 33 larves.
T° max. : 13° C (26/7 à 13 h); courant modéré.
- 10.2. — Ruisseau de Hourquet : alt. 1 850 m.
3 prél. (juillet, août, oct.) : 10 esp., 78 larves.
T° max. : 12° C (26/7 à 16 h); courant rapide; pH : 7,3; O₂ : 100 %; alc. : 30 ppm; dur. : 30 ppm; χ_{18} : 52 micromhos/cm.
- 10.3. — Source rive gauche du ruisseau de Saux au bas du plateau : alt. 1 540 m.
1 prél. (juillet) : 2 esp., 63 larves.
T° : 8° C (26/7 à 17 h); courant lent.
- 10.4 — Ruisseau de Saux au bas du plateau : alt. 1 540 m.
3 prél. (juillet, août, oct.) : 6 esp., 105 larves.
T° max. : 13° C (26/7 à 17 h); courant modéré à très rapide; pH : 7,8; O₂ : 100%; alc. : 60 ppm; dur. : 60 ppm; χ_{18} : 103 micromhos/cm.
11. Vallée de la Neste de Moudang : stations 11.1 et 11.2.
- 11.1 — Source et ruissellet rive droite du ruisseau de Moudang (source ferrugineuse) : alt. 1 760 m.
6 prél. (juillet, août, sept.) : 4 esp., 63 larves.
T° max : 10,5° C (14/7 à 15 h).

- 11.2. — Ruisseau de Moudang à Pont de Moudang : alt. 1 050 m.
5 prél. (mars à nov.) : 14 esp., 222 larves.
T° max. : 13° C (17/8 à 15 h); courant modéré à très rapide;
pH : 7,4 à 8; O₂ : 92-98 %; alc. : 95 ppm; dur. : 95 ppm; χ₁₈ : 163 micromhos/cm.
12. Ruisseau de Lassas : stations 12.1 et 12.2.
- 12.1. — Source rive gauche du ruisseau de Lassas : alt. 1 260 m.
3 prél. (avril, août) : 11 esp., 130 larves.
T° max. : 10° C (29/8 à 14 h); courant lent.
- 12.2. — Ruisseau de Lassas : alt. 1 260 m.
2 prél. (avril, août) : 16 esp., 59 larves.
T° max. : 8° C (29/8 à 14 h); courant très rapide.
13. Vallée de la Neste de Rioumajou : stations 13.1 à 13.6.
- 13.1. — Source ferrée du haut Rioumajou : alt. 2 200 m.
2 prél. (août) : 5 esp., 67 larves.
T° : 10° C (16/8 à 13 h); courant modéré.
- 13.2 — Affluent du ruisseau de la Plagne : alt. 2 090 m.
1 prél. (août) : 6 esp., 54 larves.
T° : 16° C (16/8 à 15 h); courant rapide.
- 13.3. — Neste de Rioumajou aux granges de Frédancon : alt. 1 400 m.
7 prél. (avril à août) : 4 esp., 37 larves.
T° max : 13° C (16/8 à 17 h); courant rapide à très rapide.
- 13.4. — Ruisseau de Médan, affluent rive droite du Rioumajou : alt. 1 110 m.
2 prél. (juillet, août) : 10 esp., 211 larves.
T° max. : 16° C (20/7 à 17 h); courant rapide à très rapide.
- 13.5. — Source rive droite du Rioumajou : alt. 1 110 m.
2 prél. (juillet, août) : 11 esp., 45 larves.
T° max. : 11° C (31/8 à 16 h); courant modéré à rapide.
- 13.6. — Neste de Rioumajou en aval du pont Tisnée : alt. 1 110 m.
12 prél. (fév. à nov.) : 13 esp., 444 larves.
T° max. : 12° C (19/8 à 17 h); courant lent à très rapide; pH : 7-7,5; O₂ : 100-110 %; alc. : 35-50 ppm; dur. : 35 ppm; χ₁₈ : 70 micromhos/cm.
14. Ruisseau d'Espiaube : stations 14.1 à 14.5.
- 14.1. — Ruisseau d'Espiaube à 1 360 m d'altitude.
15 prél. (mai à nov.) : 18 esp., 544 larves.
T° max. : 13° C (11/9 à 12 h); courant rapide à très rapide; pH : 6,9-7,9; O₂ : 100 %.
- 14.2. — Ruisseau d'Espiaube à 1 290 m d'altitude.
12 prél. (mai à nov.) : 16 esp., 604 larves.
T° max. : 10° C (11/9 à 13 h); courant rapide à très rapide;
pH : 7,5-7,9; O₂ : 90-100 %; alc. : 100 ppm; dur. : 90 ppm;
χ₁₈ : 169 micromhos/cm.
- 14.3. — Ruisseau d'Espiaube en amont de Vignec : alt. 830 m.
12 prél. (mars à nov.) : 14 esp., 125 larves.
T° max. : 13° C (16/8 à 15 h); courant rapide à très rapide;
pH : 7,6-8,1; O₂ : 95-100 %; alc. : 110 ppm; dur. : 105 ppm;
χ₁₈ : 180 micromhos/cm.

- 14.4. — Fontaine sur rive droite de la station précédente : alt. 830 m.
2 prél. (avril, août) : 4 esp., 186 larves.
T° max. : 13° C (16/8 à 15 h); courant rapide.
- 14.5. — Ruisseau d'Espiaube en aval de Vignec : alt. 810 m.
4 prél. (juin à nov.) : 8 esp., 19 larves.
T° max. : 13° C (16/8 à 16 h); courant modéré à rapide; pH : 7,9;
O₂ : 96 %.
15. Vallée du Ruisseau de la Mousquère : stations 15.1 à 15.7.
- 15.1. — Ruisseau de Lustou vers 2 200 m d'altitude.
2 prél. (juillet) : 5 esp., 58 larves.
T° : 5° C (15/7 à 17 h); courant rapide.
- 15.2. — Source sur rive gauche du ruisseau de Lustou : alt. 1 940 m.
2 prél. (juillet) : 5 esp., 379 larves.
T° : 8° C (15/7 à 15 h); courant lent à modéré.
- 15.3. — Source du Pla d'Arsoué : alt. 1 150 m.
11 prél. (avril à oct.) : 14 esp., 1 009 larves.
T° max. : 9° C (3/8 à 14 h); courant modéré à rapide; pH : 8.
- 15.4. — Rocher suintant en amont des Granges d'Ourtigué : alt. 1 440 m.
1 prél. (juillet) : 3 esp., 21 larves.
Orientation : Ouest.
- 15.5. — Ruisseau des Granges d'Ourtigué : alt. 1 250 m.
4 prél. (juin à sept.) : 15 esp., 356 larves.
T° max. 10° C (3/8); courant rapide à très rapide; alc. : 80 ppm;
dur. : 70 ppm.
- 15.6. — Ruisseau de la Mousquère à 940 m d'altitude.
4 prél. (juin à oct.) : 8 esp., 51 larves.
T° max. : 13,5° C (3/8); courant rapide à très rapide; pH : 7,9;
O₂ : 98 %; alc. : 80 ppm; dur. : 65 ppm; χ_{18} : 142 micromhos/cm.
- 15.7. — Ruisseau de la Mousquère en amont de Bourisp : alt. 810 m.
10 prél. (mars à oct.) : 8 esp., 231 larves.
T° max. : 14° C (4/7 à 16 h); courant rapide à très rapide; pH :
7,6 - 8,2; O₂ : 90 - 100 %; alc. : 60 - 95 ppm; dur. : 60 - 85 ppm;
 χ_{18} : 114 - 151 micromhos/cm.
16. Vallée du Ruisseau du Lavedan : stations 16.1 à 16.9.
- 16.1. — Ruisseau du Lavedan en aval des Cabanes d'Auloueil : alt.
1 800 m.
2 prél. (juillet, août) : 11 esp., 97 larves.
T° : 14° C (21/8 à 12 h); courant rapide.
- 16.2. — Fontaine sur rive droite du ruisseau du Lavedan : alt. 1 720 m.
3 prél. (juillet, août) : 9 esp., 555 larves.
T° max. : 5° C (21/8 à 16 h); courant rapide; mousses abondantes.
- 16.3. — Affluent rive gauche du ruisseau du Lavedan : alt. 1 680 m.
3 prél. (juillet à oct.) : 12 esp., 91 larves.
T° max. : 14° C (21/8 à 17 h); courant modéré à rapide.
- 16.4. — Ruisseau du Lavedan : alt. 1 680 m.
6 prél. (juillet à oct.) : 10 esp., 226 larves.
T° max. : 11° C (8/8 à 14 h); courant rapide à très rapide; alc. :
60 ppm; dur. : 50 ppm; χ_{18} : 82 micromhos/cm.
- 16.5. — Source tourbeuse rive gauche du ruisseau du Lavedan : alt.
1 350 m.
3 prél. (juillet à oct.) : 11 esp., 21 larves.
T° max. : 7° C (21/8 à 19 h); courant lent à modéré.

- 16.6. — Ruisseau du Lavedan : alt. 1 350 m.
7 prél. (fév. à oct.) : 13 esp., 497 larves.
T° max. : 15° C (8/8 à 15 h); courant rapide à très rapide; alc. : 60 ppm; dur. : 60 ppm; χ_{18} : 94 micromhos/cm.
- 16.7. — Ruisseau de Rabac, affluent rive droite du Lavedan : alt. 1 360 m.
1 prél. (oct.) : 11 esp., 174 larves.
T° : 14° C (12/10 à 14 h); courant rapide.
- 16.8. — Ruisseau du Lavedan au Pont de Lascouère : alt. 1 050 m.
6 prél. (avril à oct.) : 19 esp., 929 larves.
T° max. : 11° C (18/7 à 11 h); courant rapide à très rapide.
- 16.9. — Ruisseau du Lavedan au pont de Trespounts : alt. 900 m.
5 prél. (juin à nov.) : 23 esp., 312 larves.
T° max. : 10° C (22/8 à 18 h); courant rapide à très rapide; pH : 7,7-7,8; O₂ : 95 %; alc. : 85 ppm; dur. : 75 ppm; χ_{18} : 120 micromhos/cm.
17. Vallée de la Neste de Louron : stations 17.1 à 17.5.
- 17.1. — Ruisseau déversoir du lac Est d'Aygues-Tortes : alt. 2 240 m.
2 prél. (août) : 3 esp., 33 larves.
T° : 15° C (26/8 à 10 h); courant modéré.
- 17.2. — Ruisseau déversoir du lac des Isclots : alt. 2 380 m.
5 prél. (août) : 6 esp., 149 larves.
T° : 11° C (25/8 à 19 h); courant rapide à très rapide.
- 17.3. — Neste de Louron au Pont de Loudenvielle : alt. 960 m.
4 prél. (avril, juillet) : 4 esp., 60 larves.
T° max. : 9° C (16/7 à 13 h); courant rapide à très rapide.
- 17.4. — Neste de Louron au Pont d'Avajan : alt. 900 m.
13 prél. (mars à nov.) : 21 esp., 475 larves.
T° max. : 13° C (21/8 à 14 h); courant lent à très rapide; pH : 7,1-7,2; O₂ : 98-105 %; alc. : 40-50 ppm; dur. : 40 ppm; χ_{18} : 97 micromhos/cm.
- 17.5. — Neste de Louron en aval de Bordères-Louron : alt. 830 m.
6 prél. (juin à août) : 11 esp., 198 larves.
T° max. : 16° C (21/8 à 15 h); courant lent à rapide; pH : 7,7; O₂ : 100 %; alc. : 60 ppm; dur. : 60 ppm; χ_{18} : 97 micromhos/cm.
18. Vallée du ruisseau d'Aspin : stations 18.1 et 18.2.
- 18.1. — Source du col d'Aspin : alt. 1 500 m.
1 prél. (juillet) : 1 esp., 4 larves.
- 18.2. — Ruisseau d'Aspin : alt. 800 m.
7 prél. (avril à sept.) : 17 esp., 438 larves.
T° max. : 14,5° C (22/8 à 17 h); courant rapide; pH : 7,7; O₂ : 90 %; alc. : 75 ppm; dur. : 65 ppm; χ_{18} : 107 micromhos/cm.
19. Vallée du ruisseau de Lastie : stations 19.1 à 19.5.
- 19.1. — Lac de Bordères : alt. 1 770 m.
Chasses d'adultes en août.
- 19.2. — Déversoir du lac de Bordères : alt. 1 760 m.
5 prél. (août) : 19 esp., 302 larves.
T° variant de 14,5° C à 20° C (3-4/8); courant modéré à rapide.
- 19.3. — Affluent rive droite du ruisseau de Lastie en amont des granges de Lencouen : alt. 1 220 m.
5 prél. (mai à août) : 22 esp., 551 larves.
T° max. : 13,5° C (5/8 à 17 h); courant rapide.

- 19.4. — Ruisseau de Lastie en amont de Bareilles : alt. 1 060 m.
4 prél. (avril à oct.) : 11 esp., 379 larves.
T° max. : 15° C (5/8 à 17 h); courant rapide; pH : 7 - 7,5; O₂ : 90 - 95 %; alc. : 40 - 65 ppm; dur. : 55 ppm; χ₁₈ : 88 micromhos/cm.
- 19.5. — Ruisseau de Lastie : alt. 820 m.
3 prél. (fév. à oct.) : 17 esp., 314 larves.
T° variant de 13 à 16° C (3 - 4/8); courant rapide à très rapide;
pH : 6,9 - 7,6; O₂ : 96 - 100 %; alc. : 40 - 70 ppm; dur. : 60 ppm;
χ₁₈ : 87 - 103 micromhos/cm.
20. Vallée du ruisseau d'Ardengost : stations 20.1 à 20.4.
- 20.1. — Source et ruisselet vers 1 700 m.
3 prél. (juin à sept) : 10 esp., 118 larves.
T° max. : 9° C (24/7 à 13 h); courant lent à modéré.
- 20.2. — Ruisseau d'Ardengost : alt. 1 470 m.
5 prél. (juin à sept.) : 20 esp., 329 larves.
T° max. : 14,5° C (21/8 à 15 h); courant rapide; pH : 7,3;
O₂ : 100 %; alc. : 30 ppm; dur. : 30 ppm; χ₁₈ : 46 micromhos/cm.
- 20.3. — Ruisseau d'Ardengost au pont d'Ardengost : alt. 1 150 m.
7 prél. (mars à nov.) : 21 esp., 670 larves.
T° max. : 15° C (25/7 à 16 h); courant rapide à très rapide;
pH : 7 - 8; O₂ : 80 - 100 %; alc. : 70 - 90 ppm; dur. : 90 ppm;
χ₁₈ : 129 - 145 micromhos/cm.
- 20.4. — Ruisseau d'Ardengost : alt. 660 m.
10 prél. (fév. à nov.) : 23 esp., 1 657 larves.
T° max. : 13° C (21/8 à 17 h); courant lent à rapide; pH : 7,1 - 8,2;
O₂ : 95 - 100 %; alc. : 110 ppm; dur. : 110 ppm; χ₁₈ : 181 micromhos/cm.
21. Ruisseau de l'Espérère : station 21.1.
- 21.1. — Ruisseau de l'Espérère vers 670 m d'altitude.
3 prél. (mars, juillet) : 13 esp., 108 larves.
T° max. : 12° C (21/8 à 16 h); courant modéré.
22. Vallée du ruisseau de Baricave : stations 22.1 à 22.4.
- 22.1. — Ruisseau d'Arbiesse : alt. 1 460 m.
2 prél. (juillet, août) : 17 esp., 249 larves.
T° max. : 9° C (13/8 à 11 h); courant modéré à rapide.
- 22.2. — Ruisseau de Cautères : alt. 1 200 m.
3 prél. (mars à août) : 23 esp., 112 larves.
T° max. : 11° C (13/8 à 14 h); courant modéré à rapide.
- 22.3. — Ruisseau de Cautères : alt. 1 000 m.
4 prél. (mai à oct.) : 16 esp., 187 larves.
T° max. : 13° C (13/8 à 15 h); courant modéré à rapide; pH : 7,7;
O₂ : 95 %; alc. : 100 ppm; dur. : 90 ppm; χ₁₈ : 145 micromhos/cm.
- 22.4. — Ruisseau de Baricave : alt. 750 m.
3 prél. (mai à oct.) : 13 esp., 368 larves.
T° max. : 13° C (22/8 à 16 h); courant rapide; pH : 7,8; O₂ : 95 %; alc. : 90 ppm; dur. : 85 ppm; χ₁₈ : 135 micromhos/cm.

23. Ruisseau du Tech : station 23.1.

23.1. — Ruisseau du Tech : alt. 920 m.

1 prél. (avril) : 7 esp., 12 larves.

T° : 4° C (12/4 à 12 h); courant modéré.

24. Ruisseau de Beyrède : station 24.1.

24.1. — Ruisseau de Beyrède : alt. 510 m.

4 prél. (juin à oct.) : 13 esp., 465 larves.

T° max. : 13,5° C (28/7 à 12 h); courant lent à rapide; pH : 8,2;

O₂ : 95 %; alc. : 160 ppm; dur. : 165 ppm; χ₁₈ : 265 micromhos/cm.

25. Vallée du ruisseau de Nistos : stations 25.1 à 25.4.

25.1. — Affluent du ruisseau de Lère sur flanc Ouest du Pic de Mt Aspet : alt. 1 160 m.

7 prél. (mars à sept.); 18 esp., 597 larves.

T° max. : 14° C (15/8 à 14 h); courant modéré à rapide.

25.2. — Affluent du ruisseau de Lère voisin du précédent sur flanc Ouest du Pic de Mt Aspet : alt. 1 140 m.

4 prél. (mars à sept.); 16 esp., 202 larves.

T° max. : 13° C (15/8 à 12 h); courant lent à rapide; pH : 6,7;

O₂ : 95 %; alc. : 25 ppm; dur. : 10 ppm; χ₁₈ : 23 micromhos/cm.

25.3. — Ruisseau de Sarranet : alt. 690 m.

14 prél. (fév. à nov.); 20 esp., 831 larves.

T° max. : 12,5° C (15/8 à 17 h); courant rapide à très rapide;

pH : 7,4; O₂ : 86-95 %; alc. : 50 ppm; dur. : 40 ppm; χ₁₈ : 68 micromhos/cm.

25.4. — Ruisseau de Nistos à Bonrepayre : alt. 470 m.

10 prél. (fév. à nov.) : 19 esp., 1 758 larves (+ 4 esp. ad.).

T° max. : 17° C (15/8 à 18 h); courant lent à très rapide; pH :

7,4-7,9; O₂ : 90-100 %; alc. : 80-110 ppm; dur. : 80 ppm;

χ₁₈ : 149-170 micromhos/cm.

26. Rivière de la Neste d'Aure : stations 26.1 à 26.5.

26.1. — Neste d'Aure en aval de Tramesaïgues : alt. 900 m.

10 prél. (mars à sept.) : 6 esp., 107 larves.

T° max. : 15° C (28/8 à 18 h); courant rapide à très rapide;

pH : 7,6-8,2; O₂ : 90-114 %; alc. : 60-80 ppm; dur. : 50-75 ppm;

χ₁₈ : 108-129 micromhos/cm.

26.2. — Ruisseau de la Cressonnière d'Agos : alt. 770 m.

4 prél. (juillet, août) : 8 esp., 47 larves.

T° max. : 12° C (28/8 à 14 h); courant lent à modéré; pH : 7,5;

O₂ : 80 %; alc. : 120 ppm; dur. : 110 ppm; χ₁₈ : 192 micro-

mhos/cm.

26.3. — Neste d'Aure au Pont de Bazus : alt. 750 m.

5 prél. (mars à août) : 9 esp., 43 larves.

T° max. : 15° C (28/8 à 14 h); courant rapide à très rapide;

pH : 7,4-7,5; O₂ : 97 %; alc. : 50 ppm; dur. totale : 40 ppm;

dur. calcique : 20 ppm; χ₁₈ : 81 micromhos/cm.

26.4. — Neste d'Aure en aval de l'embouchure du ruisseau d'Ardengost : alt. 650 m.

5 prél. (mars à oct.) : 5 esp., 50 larves.

T° max. : 16° C (21/8 à 17 h); courant rapide à très rapide;

pH : 7,6-7,9; O₂ : 97-102 %; alc. : 65 ppm; dur. : 60 ppm;

χ₁₈ : 112-120 micromhos/cm.

26.5. — Neste d'Aure au pont de Bizous : alt. 490 m.

15 prél. (fév. à nov.) : 17 esp., 1 446 larves (+ 2 esp. ad.).

T° max. : 15,5° C (25/7 à 17 h); courant lent à très rapide;

pH : 7,6 - 8; O₂ : 90 - 102 %; alc. : 70 - 80 ppm; dur. : 70 - 75 ppm;

χ₁₈ : 126 - 157 micromhos/cm.

RÉSUMÉ

La prospection de 192 stations dans un même bassin des Pyrénées centrales — la rivière Neste d'Aure et ses affluents — entre 2 500 et 500 m d'altitude, a permis l'étude écologique de 108 espèces de Trichoptères.

I. — Les conditions générales (topographie, hydrologie, géologie, climat) font de la vallée d'Aure un bon exemple de vallée des Pyrénées centrales. Pour chacun des affluents étudiés sont indiqués : la topographie, l'hydrographie, les terrains traversés, la végétation et les influences humaines. Les données relatives à chaque station figurent en annexe : référence, localisation, degré d'investigation (prélèvements, nombre d'espèces et d'individus récoltés), caractères physico-chimiques.

III. — Les prélèvements ont été réalisés au filet-troubleau, sur des surfaces variant entre 0,20 et 0,30 m². Un facteur de correction a été introduit pour rendre les lavages de mousses comparables aux prélèvements sur substrat pierreux.

La représentation de la faune de chaque station regroupe l'ensemble des relevés effectués dans les différents habitats. Le symbole d'abondance affecté à chaque espèce rend compte du plus grand nombre de larves récoltées dans un des prélèvements de la station (fig. 5).

14 espèces ont été qualifiées de fondamentales d'après leur fréquence dans les classes d'abondance les plus élevées. Leurs affinités cénotiques, établies par la méthode du carré moyen de contingence, ont permis de déterminer divers groupements de Trichoptères dans l'ensemble de la vallée d'Aure (fig. 8 à 21). Les groupements suivants ont été retenus :

A. — Groupements des lacs de haute altitude :

1. *Anitella pyrenaica*.

B. — Groupements des sources et ruisseaux froids de haute altitude :

2. *Melampophylax mucoreus* - *Apatania stylata* - *Synagapetus insons* - *Drusus rectus* (sources pierreuses),

3. *Apatania stylata* - *Synagapetus insons* - *Drusus rectus* - *Micrasema morosum* (sources à mousses),

4. *Synagapetus insons* - *Drusus rectus* - *Micrasema morosum* - *Drusus discolor* (torrents à *Rhyacophila contracta* et *Rh. evoluta*).

C. — Groupements des ruisseaux à forte amplitude thermique :

5. *Philopotamus montanus* - *Agapetus fuscipes* - *Hydropsyche pellucidula* (déversoirs de lacs à *Rh. meridionalis* - *Rh. evoluta*),

6. *Philopotamus montanus* - *Agapetus fuscipes* - *Micrasema minimum* - *Hydropsyche instabilis* (ruisseaux de basse montagne à *Rh. mocsaryi*).

D. — Groupements intermédiaires :

7. *Hydropsyche instabilis* - *Melampophylax mucoreus* (sources à *Rh. praemorsa*),

8. *Drusus rectus* - *Micrasema morosum* - *Hydropsyche pellucidula* (ruisseaux de moyenne montagne à *Rh. martynovi*),

9. *Micrasema vestitum* (ruisseaux de moyenne montagne à *Rh. occidentalis*),

10. *Synagapetus insons* - *Drusus discolor* - *Philopotamus montanus* (ruisseaux déversoirs de tourbières froides en haute altitude).

E. — Groupements de rivières :

11. *Psychomyia pusilla* (stations de la basse Neste à *Rh. dorsalis* - *Rh. meridionalis*),

12. Stations de la Neste moyenne (à *Rh. occidentalis* - *Rh. meridionalis*).

F. — Groupements divers :

13. Ruissellets de haute altitude à *Stenophylax sequax*,

14. Rochers suintants à *Stactobia*,

15. Mares temporaires à *Limnephilus bipunctatus*,

16. Sources diverses.

Chaque groupement est caractérisé par ses composantes spécifiques et ses composantes écologiques. A partir de « stations-types » où le groupement est bien représenté, diverses tendances apparaissent correspondant à des interférences ou à des zones de contact entre les groupements. Les communautés des différents habitats sont distinguées dans les stations-types, principalement en fonction de la vitesse du courant et de la nature du substrat.

La comparaison des groupements indique :

— l'influence combinée de l'altitude et du régime thermique dans la répartition spatiale des groupements (fig. 24),

— l'importance des groupements intermédiaires (fig. 25).

Deux peuplements peuvent être distingués dans les cours d'eau de la vallée d'Aure. Le premier comprend des espèces sténothermes de haute altitude; il est localisé dans les sources et les torrents froids du Massif de Néouvielle. Le second est composé d'espèces eurythermes; à partir des ruisseaux de basse et moyenne montagne, il remonte en altitude dans les déversoirs des lacs. Ces deux peuplements interfèrent dans les milieux intermédiaires :

— déversoirs des tourbières froides et ruissellets de la prairie subalpine en haute montagne,

— régions moyennes des ruisseaux à grande dénivellation et forte pente,

— régions des sources des ruisseaux de moyenne montagne.

Les particularités topographiques de la vallée d'Aure ne permettent pas le développement de certains groupements de moyenne altitude.

La localisation des Trichoptères dans les différents habitats d'eau courante est envisagée. Les espèces abondantes dans une station tendent à occuper les différents habitats de cette station. Les larves de plusieurs espèces, vivant en courant rapide dans les stations à températures maximales élevées, forment une partie plus importante des peuplements en courant lent ou nul lorsque les températures maximales s'abaissent. Pour les Trichoptères, la dispersion des pourcentages (σ) est élevée dans les mousses et en courant nul. Sur substrat pierreux, les valeurs de σ sont voisines dans les régions des sources pour des vitesses de courant différentes. Dans les ruisseaux de montagne (rhitron), les valeurs de σ diminuent des courants lents aux courants rapides. Ces conditions sont inversées dans la dernière station de la Neste d'Aure, influencée par la proximité de la Garonne (potamon).

L'accent est mis en conclusion sur le caractère transitoire des biocénoses benthiques et sur l'importance des régimes thermiques dans la zonation des eaux courantes.

III. — L'analyse biocénotique des espèces de haute montagne permet de dégager trois séries de noyaux d'affinité (tableau XVII). Ces noyaux se disposent d'une façon continue à l'intérieur de chaque série. Les variations sont mises en corrélation avec deux facteurs principaux : le régime thermique et la vitesse du courant (fig. 29). L'influence des variations journalières de température sur la faune de trois stations d'eau courante est indiquée pour trois ruisseaux dont les régimes thermiques sont différents. Le rôle des facteurs intrinsèques est abordé par l'étude de la distribution de cinq types morphologiques et du comportement des adultes. La localisation des noyaux d'affinité est indiquée dans les eaux de deux vallons typiques de haute altitude, différant essentiellement par leur orientation et leur mode d'alimentation.

IV. — La croissance de plusieurs espèces a été étudiée en haute et moyenne montagne. Les stades larvaires ont été déterminés par des mesures de capsule céphalique (fig. 34 A).

— La croissance de *Rhyacophila occidentalis* s'effectue essentiellement en automne et en hiver; le cycle complet dure un an (fig. 35). Les jeunes larves peuvent être récoltées en courant nul ou très lent jusqu'aux stades II et III; elles préfèrent ensuite les courants rapides (fig. 34 B). Ce changement coïncide avec l'acquisition d'un régime carnivore strict au stade III.

— Suivant les altitudes, le cycle de *Rhyacophila evoluta* peut durer un, deux ou trois ans (fig. 36 B, C, D). La croissance hivernale est possible en basse montagne (fig. 36 A). En altitude on constate deux ou trois arrêts de développement aux stades œuf, III, IV et V (fig. 37 A, B, C).

— *Rhyacophila angelieri* et *Rhyacophila contracta* présentent un cycle identique à celui de *Rh. evoluta* : deux ans à la station 5.4 (*Rh. angelieri* et *Rh. contracta*); trois ans à la station 5.1 (*Rh. contracta*).

— *Rhyacophila mocsaryi* est une espèce de moyenne montagne dont la croissance s'effectue essentiellement en été. Les adultes apparaissent très tôt dans l'année (fig. 38).

— Le cycle de *Micrasema morosum* dure deux ans en haute altitude. Deux arrêts de développement ont lieu en hiver — aux stades IV et nymphal (fig. 39 A). Les histogrammes réalisés pour une population de moyenne altitude (Espiaube) indiquent la possibilité suivant les années d'un cycle variant de un à deux ans (fig. 39 B).

— *Micrasema vestitum* accomplit son cycle en un an aux stations 7.2 et 7.3. On note un léger retard pour la population de la station la plus froide (fig. 40).

— Le cycle de *Drusus rectus* s'étend sur deux ans en haute altitude (fig. 41 A), une année en moyenne altitude (fig. 41 B).

— Pour *Allogamus auricollis*, les variations de taille entre deux populations de haute et de basse altitude sont étudiées pour chaque stade larvaire (fig. 42 B) et pour les adultes (fig. 42 A). Les différences de taille sont accentuées aux stades IV et V. D'après les dissections de quelques femelles, la maturation des ovaires paraît plus rapide en haute altitude (fig. 43). Le cycle de développement dure un an en haute et en basse altitude, mais les rythmes de croissance sont différents (fig. 44).

— Le développement de *Limnephilus bipunctatus* suit l'évolution des mares temporaires (fig. 45). L'arrêt de développement au stade œuf cor-

respond à l'assèchement. L'évolution varie suivant la date de remise en eau (en automne ou au printemps).

En haute altitude, la période d'enneigement correspond à des alternances d'engourdissement et d'activité ralentie. Les Trichoptères de haute montagne sont caractérisés par la possibilité de demeurer dans un état de vie ralenti à n'importe quel stade de leur cycle. L'arrêt du développement aux stades V et nymphal pour les températures élevées entraîne une égalisation des populations de basse et de haute altitude chez les espèces de la faune automnale : l'apparition des adultes n'est pas retardée par l'altitude.

L'évolution saisonnière de la faune est étudiée en deux stations de haute et moyenne montagne. A la station la plus élevée (5.4), on constate un arrêt du développement en hiver, à des stades variés suivant les espèces. La croissance des larves s'effectue essentiellement en été et en automne. A partir d'un étiage hivernal sévère, les crues de fonte des neiges provoquent chaque année une nouvelle distribution des habitats et de la faune. Le développement des larves dure un ou deux ans (*fig. 46*). Les débits de la station 7.3 sont plus réguliers : l'étiage hivernal est moins important, les crues de printemps affaiblies par les retenues artificielles en amont de la station. Les Trichoptères « brouteurs de substrat » dominent sur les pierres en courant lent ou modéré, *Odontocerum albicorne* et *Sericostoma* dans les milieux vaseux. La faune des pierres en courant rapide à très rapide est plus hétérogène. Les cycles de développement larvaire durent un an (*fig. 46*).

Les différences de condition de vie entre les deux stations sont discutées du point de vue de leur influence sur l'évolution saisonnière de la faune.

L'importance du comportement et des réactions spécifiques sur la répartition des Trichoptères de la vallée d'Aure est soulignée en conclusion.

ECOLOGY OF THE TRICHOPTERA IN THE VALLEY OF AURE (HAUTES-PYRÉNÉES)

The sampling of 192 stations in the same basin of the Central Pyrenees — the river Neste d'Aure and its tributaries — between 2 500 and 500 meters altitude, has made possible the ecological study of 108 species of Trichoptera.

I. — The general conditions (topography, hydrology, geology, climate) make the valley of Aure a good example of a valley of the Central Pyrenees. For each of the tributaries studied are given : topography, hydrography, nature of the soil, vegetation and human influences. Relative data in each station are listed in an annex : reference, localisation, degree of investigation (samples, number of species and of larvae taken), physico-chemical properties.

II. — Benthic samples have been taken with a hand-net from surfaces varying between 0,20 and 0,30 m². A correction factor (x 2) was introduced so that moss samples might be comparable to samples from stony substrata.

The representation of the fauna from each station groups all the samples taken into different habitats. The symbol to denote abundance used for each species shows the greatest number of larvae taken in one of the samplings of the station (*fig. 5*).

14 species have been classed as fundamental according to their frequency in the higher classes of abundance. Their coenotical affinities, established by the method of the mean square of contingency, made possible the determination of different groups of Trichoptera in the whole of the valley of Aure (fig. 8 to 21).

The following groups have been listed :

A. — Groups in high altitude lakes :

1. *Annitella pyrenaica*.

B. — Groups in springs and cold streams at high altitudes.

2. *Melampophylax mucoreus* - *Apatania stylata* - *Synagapetus insons* - *Drusus rectus* (stony springs),

3. *Apatania stylata* - *Synagapetus insons* - *Drusus rectus* - *Micrasema morosum* (mossy springs),

4. *Synagapetus insons* - *Drusus rectus* - *Micrasema morosum* - *Drusus discolor* (streams with *Rhyacophila contracta* and *Rh. evoluta*).

C. — Groups in streams with a large thermal range.

5. *Philopotamus montanus* - *Agapetus fuscipes* - *Hydropsyche pellucidula* (outflows of lakes, with *Rh. meridionalis* and *Rh. evoluta*),

6. *Philopotamus montanus* - *Agapetus fuscipes* - *Micrasema minimum* - *Hydropsyche instabilis* (streams in low altitudes with *Rh. mocsaryi*).

D. — Intermediate groups.

7. *Hydropsyche instabilis* - *Melampophylax mucoreus* (springs with *Rh. praemorsa*),

8. *Drusus rectus* - *Micrasema morosum* - *Hydropsyche pellucidula* (streams in medium altitudes with *Rh. martynovi*),

9. *Micrasema vestitum* (streams in medium altitudes with *Rh. occidentalis*),

10. *Synagapetus insons* - *Drusus discolor* - *Philopotamus montanus* (outflows of cold bogs in high altitudes).

E. — Groups in rivers.

11. *Psychomyia pusilla* (stations in the lower Neste with *Rh. dorsalis* - *Rh. meridionalis*),

12. Stations in the middle stretches of the Neste (with *Rh. occidentalis* - *Rh. meridionalis*).

F. — Other groups.

13. Small streams in high altitudes with *Stenophylax sequax*,

14. Water films with *Stactobia*,

15. Temporary ponds with *Limnephilus bipunctatus*,

16. Different springs.

Each group is characterized by its specific components and its ecological components. Starting from typical stations where the group is well represented, different tendencies appear corresponding to interferences or to contact zones between the groups. The communities of the different habitats are separated in the typical stations mainly with regard to the speed of the current and the nature of the substratum.

Comparison of the groups shows :

— the combined influence of altitude and of range of temperature in the spatial distribution of the groups (fig. 24),

— the importance of the intermediate groups (fig. 25).

Two types of populations can be distinguished in the water courses of the valley of Aure. The first one includes stenothermic species from high altitudes; it is found in the springs and the cold torrents of the Massif de Néouvielle. The second is composed of eurythermic species; starting from the streams in low and medium altitudes it spreads to the outflows of lakes in high mountains. These two types are mixed in the intermediate stations :

- Outflows of cold bogs and streamlets in the subalpine zone in high mountain,
- medium altitude regions of streams which descend rapidly from high mountain in a steep slope,
- regions of the springs of streams at medium altitudes.

The topographical particularities of the valley of Aure do not allow the development of certain mid-altitude groups.

The localisation of Trichoptera in the different habitats of running water was studied. The abundant species in a station tend to spread into the different habitats of that station. The larvae of several species which live in rapid currents in the stations with high maximum temperatures make up a more important part of the communities in slow currents or in pools when the maximum temperatures drop. For Trichoptera, the dispersion of percentages (σ) is high in mosses and in pools. On stony substrata the values of σ are similar in springzones at different current speeds. In the mountain streams (rhitron), the values of σ diminish accordingly as slow currents become faster. These conditions are inverted in the last station of the river Neste, where it is influenced by the proximity of the Garonne (potamon).

In conclusion, stress is laid on the transitory character of the benthic biocoenoses and on the importance of range of temperature in the zonation of running waters.

III. — Biocoenotic analysis of the species found in high mountains shows three series of affinity-clusters (tableau XVII). These clusters are such that one merges into the next in a given series. Their variations are correlated with two main factors : range of temperature and speed of the current (fig. 29). The influence of daily variations of temperature on the fauna of three running water stations is indicated for three streams of which the range of temperatures are different. The role of the intrinsic factors was studied in the distribution of five morphological types and in the behaviour of the adults. The localisation of the affinity clusters is shown in two typical streamlets at a high altitude differing essentially in their orientation and their origin.

IV. — The growth of several species at high and medium altitudes was studied. Larval instars were determined by measurements of the head of the larvae (fig. 34 A).

— The growth of *Rhyacophila occidentalis* occurs mainly in autumn and in winter; the complete cycle lasts one year (fig. 35). The young larvae can be found in pools or slow running water up to the second and third instars; after that they prefer rapid currents (fig. 34 B). These changes coincide with the change to a carnivorous diet in the third instar.

— According to altitudes the cycle of *Rhyacophila evolula* can last one, two or three years (fig. 36 B, C, D). Growth in winter is possible at a low altitude (fig. 36 A). In high altitudes one can distinguish two or three breaks in development each winter in the egg stages, the third, fourth and fifth instars (fig. 37 A, B, C).

— *Rhyacophila angelieri* and *Rhyacophila contracta* have a cycle which is identical to that of *Rh. evoluta* : two years in station 5.4 (*Rh. angelieri* and *Rh. contracta*); three years in station 5.1. (*Rh. contracta*).

— *Rhyacophila mocsaryi* is a species found in medium altitudes with a mainly summer growth. The adults appear very early in the year (fig. 38).

— The cycle of *Micrasema morosum* lasts two years in high altitudes. Two breaks in development occur, one in each winter — in the fourth instar and the nymphal stage (fig. 39 A). The histograms for a mid-altitude population indicate the possibility of a one or two year cycle (fig. 39 B).

— *Micrasema vestitum* completes its cycle in one year in stations 7.2 and 7.3. There is a slight retardation in the population of the coldest station (fig. 40).

— The cycle of *Drusus rectus* lasts two years at a high altitude (fig. 41 A) and one year at a medium altitude (fig. 41 B).

— For *Allogamus auricollis*, the differences in size between two populations at high and low altitudes were studied for each larval instar (fig. 42 B) and for the adults (fig. 42 A). The differences of size between the low and high altitude populations is accentuated in fourth and fifth instar. From the dissection of several ♀, it would seem that the maturation of the ovaries is more rapid at a high altitude (fig. 43). The development cycle lasts one year at high and low altitudes but the rhythm of growth are different (fig. 44).

— The development of *Limnephilus bipunctatus* follows the evolution of temporary ponds (fig. 45). The break in development at the egg stage corresponds to the drought. Evolution varies according to the date when the drought ceases (in autumn or in spring).

At high altitudes, the period of snow cover corresponds to alternations between dormancy and sluggish activity. The Trichoptera at high altitudes are characterized by the ability to remain in a state of inactivity at any instar in their cycle. The break in the fifth instar and in the nymphal stage at high temperatures brings about a levelling of low and high altitude populations in species of the autumn fauna : the appearance of the adults is not retarded by altitude.

The seasonal evolution of the fauna was studied in two stations at a high and a medium altitude. At the higher station, in winter, there is a break in development, in different instars according to species. The growth of the larvae occurs mainly in summer and in autumn. Each year, after the severe dry season in winter, the floods from the melting snows cause a new distribution of the habitats and of the fauna. The development of the larvae lasts one or two years (fig. 46). The rate of flow in station 7.3 is more regular : the winter dry season is less severe, the spring floods are weakened by artificial barriers. The substrata eaters are very numerous on the stones in slow or moderate current; *Odontocerum albicorne* and *Sericostoma personatum* are found in muddy places. The fauna of the stones in rapid to very rapid currents is more heterogeneous. The development cycles of the larvae lasts one year (fig. 46).

The differences in the general conditions between the two stations can be discussed with regard to their influence on the seasonal evolution of the fauna.

In conclusion the importance of behaviour and of specific reactions on the distribution of the Trichoptera of the valley of Aure is emphasized.

ÖKOLOGIE DER TRICHOPTEREN IN DER VALLÉE D'AURE

Durch 192 Entnahmestationen in ein und demselben Becken der Zentral-Pyrenäen — dem Fluss Neste d'Aure und seiner Nebenflüsse —, zwischen 2 500 und 500 Meter Höhe gelegen wurden die ökologischen Studien von 108 Trichopteren-Arten ermöglicht.

I. — Die äusseren Gegebenheiten (Topographie, Hydrologie, Geologie, Klima) machen die Vallée d'Aure zu einem guten Beispiel für die Täler der Zentralen Pyrenäen. Für jeden den untersuchten Nebenflüsse werden folgende Angaben gemacht : Geologie, Flussnetz, Vegetation und menschliche Einwirkungen. In einem Anhang sind alle Hinweise bezüglich jeder Entnahme-Station zusammengefasst : Nummerierung, Lokalität, Grad der erworbenen Kenntnisse (Datum der Probenentnahmen, Anzahl der Arten und der gesammelten Exemplare) Physikalisch-Chemische Eigenheiten.

II. — Die Proben sind mit Hilfe eines Fangnetzes auf Flächen zwischen 0,20 und 0,30 m² erzielt worden. Um die Siebrückstände auf Moos mit den Probenentnahmen auf steinigem Untergrund vergleichen zu können, musste ein Korrektionsfaktor eingeführt werden.

Die Darstellung der Fauna jeder Station versammelt die Gesamtheit der in den verschiedenen Habitaten entnommen Proben. Das Zeichen der Häufigkeit, das für jede Art angegeben wird, entspricht der grössten Larvenzahl, die je einer Probe dieser Station entnommen wurde (fig. 5).

Nach ihrem Vorkommen in den obersten Häufigkeitsgraden können 14 Arten als grundsätzlich angesehen werden. Durch die Methode des Durchschnittsquadrates des möglichen Zusammenstreffens konnten ihre könotischen Koeffizienten bestimmt werden, welche es erlaubten, für die Gesamtheit der Vallée d'Aure verschiedene Unterteilungen der Trichopteren vorzunehmen (fig. 8-21).

A. — Gruppe der Seen in grosse Höhe.

1. *Anitella pyrenaica*.

B. — Gruppe der Quellen und kalten Bäche in grosser Höhe :

2. *Melampophylax mucoreus* — *Apatania stylata* — *Synagapetus insons* — *Drusus rectus* (Felsenquellen);

3. *Apatania stylata* — *Synagapetus insons* — *Drusus rectus* — *Micrasema morosum* (Moosbedeckte Quellen);

4. *Synagapetus insons* — *Drusus rectus* — *Micrasema morosum* — *Drusus discolor* (Wildbäche mit *Rhyacophila contracta* und *Rh. evoluta*).

C. — Gruppe der Bäche mit hohen Temperaturschwankungen :

5. *Philopotamus montanus* — *Agapetus fuscipes* — *Hydropsyche pellucidula* (Ausflüsse aus Seen mit *Rh. meridionalis* — *Rh. evoluta*);

6. *Philopotamus montanus* — *Agapetus fuscipes* — *Micrasema minimum* — *Hydropsyche instabilis* (Bäche der niederen Gebirgszone mit *Rh. mocsaryi*).

D. — Zwischengruppen :

7. *Hydropsyche instabilis* — *Melampophylax mucoreus* (Quellen mit *Rh. praemorsa*);

8. *Drusus rectus* — *Micrasema morosum* — *Hydropsyche pellucidula* (Bäche der Mittleren Gebirgszone mit *Rh. martynovi*);

9. *Micrasema vestitum* (Bäche der mittleren Gebirgszone mit *Rh. occidentalis*);

10. *Synagapetus insons* — *Drusus discolor* — *Philopotamus montanus* (Ausflüsse aus kalten Hochmooren in grosser Höhe).

E. — Gruppe der Flüsse.

11. *Psychomyia pusilla* (Stationen am Unterlauf der Neste mit *Rh. dorsalis* — *Rh. meridionalis*);

12. Stationen am Mittellauf der Neste (mit *Rh. occidentalis* — *Rh. meridionalis*).

F. — Diverse Gruppe.

13. Gerinsel in grosser Höhe mit *Stenophylax sequax*;

14. Sickerwasser aus Felsen mit *Stactobia*;

15. Vorübergehende Tümpel mit *Limnephilus bipunctatus*;

16. Diverse Quellen.

Jede dieser Gruppen ist durch ihre Arten-zusammensetzung und ihre ökologische Zusammensetzung charakterisiert. Von den « Station-Typ » wo die Gruppen gut vertreten sind, gehen verschiedene Tendenzen aus, die entweder Interferenzonen oder Kontaktbereichen der verschiedenen Gruppen entsprechen. In den « Station-Typ » unterscheidet man die Gesellschaft der verschiedenen Habitate vor allem nach der Fliessgeschwindigkeit des Gewässers und nach der Untergrundbeschaffenheit.

Der Vergleich der Gruppen untereinander zeigt :

— den gemeinsamen Einfluss von Höhe und Temperatur für die räumlich Verbreitung der Gruppen (fig. 24).

— die Bedeutung der Zwischengruppen (fig. 25).

In den Gewässern der Vallée d'Aure können zwei Bevölkerungen auseinander gehalten werden. Die Erste umfasst stenotherme Arten in grosser Höhe, sie ist auf die Quellen und kalten Wildbäche des Massif du Néouvielle beschränkt. Die Zweite setzt sich aus eurythermen Arten zusammen; von den Bächen der niedrigen und mittleren Gebirgszone steigt sie bis zu den Ausflüssen der Gebirgseen auf. In den Zwischenzonen interferieren diese beide Bevölkerungen :

— Ausflüsse kalter Hochmoore und Gerinsel in der Wiesender subalpinen Zone des Hochgebirges,

— der mittlere Bereich von Bächen mit grossem Gefälle,

— der Bereich der Bachquellen in der mittleren Gebirgszone.

Die morphologischen Eigenheiten der Vallée d'Aure verhindern das Auftreten gewissen Gruppen, die der mittleren Höhenzone angehören.

Die Stellung der Trichopteren in den verschiedenen Habitats der Fliessgewässer wird in Angriff genommen. Arten, die in einer Station zahlreich vorhanden sind, neigen dazu die verschiedenen Habitats dieser Station zu besetzen. Larven von mehreren, in schnellen Strömungen lebenden Arten, bilden in den Stationen mit hohen Maximal Temperatur einen immer grösseren Anteil an der Bevölkerung bei langsam oder nicht vorhandener Strömung, sobald die Maximal Temperaturen absinken. Bei den Trichopteren ist die Streuung der Prozentwerte in den Moosen und bei nicht vorhandener Strömung gross. Auf felsigen Untergrund liegen die σ — Werte der verschiedensten Strömungsgeschwindigkeiten jedoch und Quellbereich nahe bei-einander. In den Gebirgsbächen (Rhitron) nehmen die σ — Werte von den langsamen zu den schnellen Strömungen hinab. In der letzten Station an der Neste d'Aure sind diese Bedingungen umgekehrt, was durch die Nähe der Garonne zustande kommt (Potamon).

Zum Abschluss wird der Übergangscharakter der bentischen Biozö-nosen und die Bedeutung der Temperaturschwankungen für die Zonen-aufteilung der Fliessgewässer betont.

III. — Die biokönotische Analyse der Hochgebirgsarten ergibt drei Gruppenreihen in denen jede Gruppe einen « Verwandtschaftskern » darstellt (tableau XVIII). Innerhalb jeder Reihe folgen diese Kerne lückenlos auf einander. Die Variationen werden mit zwei Hauptfaktoren in Beziehung gestellt : der Temperatur und der Fliessgeschwindigkeit (fig. 29). Für drei Bäche mit verschiedenen Temperaturschwankungen wird der Einfluss des täglichen Temperaturswechsels auf die Fauna von drei Fliesswasser-stationen aufgezeigt. Die Rolle der wesentlichen Faktoren beginnt mit der Erforschung über das Verhalten der Imagines. Die Stellung der « Verwandtschaftskernen » ergibt sich in den Gewässern von zwei typischen Hochgebirgstälern, die sich vor allem durch ihre Richtung und ihre Wasserherkunft unterscheiden.

IV. — Das Wachstum mehrerer Arten wurde in den hohen und mittleren Gebirgszonen untersucht. Die Larvenstadien wurden durch Kopfkapselmessungen bestimmt (fig. 34 A).

— Das Wachstum von *Rhyacophila occidentalis* geht hauptsächlich im Herbst und im Winter vor sich. Der vollständige Zyklus dauert ein Jahr (fig. 35). Bis zu den Stadien II und III können die jungen Larven in nichtvorhandener oder sehr langsamer Strömung gesammelt werden; ausschliessend ziehen sie die schnellen Strömungen vor (fig. 34 B). Dieser Wechsel fällt mit der Umwandlung zu einer ausschliesslich carnivoren Lebensweise im dritten Stadium zusammen.

— Je nach der Höhe, kann der Zyklus von *Rhyacophila evoluta* ein, zwei oder drei Jahre dauern (fig. 36 B, C, D). In niedrigen Gebirgszonen ist ein Winterwachstum möglich. In der Höhe beobachtet man zwei oder drei Entwicklungstillstände beim Ei, III, IV, und V (fig. 37 A, B, C).

— Bei *Rhyacophila angelieri* und *Rhyacophila contracta* ist der Zyklus identisch demjenigen von *Rh. evoluta*; zweijährig bei der Station 5.4 (*Rh. angelieri* und *Rh. contracta*) und dreijährig bei der Station 5.1 (*Rh. contracta*).

— *Rhyacophila moscaryi* ist eine Art der mittleren Gebirgszone, deren Wachstum vorwiegend im Sommer stattfindet. Die Imagines treten sehr früh im Jahr auf (fig. 38).

— Im grosser Höhe dauert der Zyklus von *Micrasema morosum* 2 Jahre. Während des Winters stellt man zwei Entwicklungstillstände fest — einer im vierten Larven — der zweite im Puppenstadium (fig. 39 A). Die für eine Gesellschaft aus mittlerer Höhe zusammengestellten Histogramme zeigen die Möglichkeit dass die Dauer eines Zyklus je nach Jahr ein oder zweijährig sein kann (fig. 39 B).

— In den Stationen 7.2 und 7.3 bringt *Micrasema vestitum* seinen Zyklus in einem Jahr zu Ende. Bei der Bevölkerung der kältesten Station beobachtet man eine leichte Verzögerung (fig. 40).

— In grosser Höhe erstreckt sie der Zyklus von *Drusus rectus* auf zwei Jahre, in mittleren Höhe auf ein Jahr (fig. 41 B).

— Bei *Allogamus auricollis*, sind für jedes Larven-stadium (fig. 42 B) und für die Imagines (fig. 42 A) die Grössenschwankungen zwischen zwei Gesellschaften aus hohen und niedrigen Zonen untersucht worden. In den Stadien IV und V sind die Grössenunterschiede betont. Das dauer des Entwicklungszyklus beträgt in den hohen und niedrigen Zonen ein Jahr, aber die Wachstumsrhythmen sind verschieden (fig. 44).

— Die Entwicklung von *Limnephilus bipunctatus* geht mit den Schwankungen vorübergehender Tümpel Hand in Hand. Der Entwicklungstillstand beim Eistadium entspricht dem Trockenfallen. Je nach dem neuen Auftreten des Wassers (im Herbst oder im Frühjahr) schwankt die Entwicklung.

Die Zeit der Schneebedeckung, in grosser Höhe, entspricht wechselnder Erstarrung und verzögerten Lebensprozessen. Charakteristisch für die Trichopteren der hohen Gebirgszonen ist die Möglichkeit, in jedwelchem Stadium ihres Zyklus in einem verzögerten Lebenszustand zu verbleiben. Durch den Entwicklungstillstand im fünften und im Puppenstadium bei hohen Temperaturen kommt für die Arten der Herbstfauna eine Angleichung der Gesellschaften der niedrigen und der hohen Zonen zustande : das Auftreten der Imagines wird durch die Höhe keineswegs verzögert.

Die Jahreszeitliche Entwicklung der Fauna wird in zwei Stationen der hohen und mittleren Gebirgszone untersucht. In der obersten Station, bemerkt man einen Entwicklungstillstand im Winter der je nach der Arten bei verschiedenen Stadien einsetzt. Das Larvenwachstum findet hauptsächlich im Herbst und im Winter statt. Nach einem bedeutenden winterlichen Niedrigwasserstand bewirken die Hochwässer der Schneeschmelze jedes Jahr eine neue Habitat und Fauna verteilung (fig. 46). Die Station 7.3 hat regelmässiger Abflussmengen : der Winterliche Niedrigwasserstand ist weniger betont, die Frühjahr-hochwässer werden durch die Stauwehre oberhalb der Station abgeschwächt. Als « Substratfresser » behaupten die Trichopteren ihren Platz auf den Steinen in langsamer oder gemässiger Strömung, *Odontocerum albicorne* und *Sericostoma personatum* leben dagegen in schlammingem Milieu. Die Steinfauuna in schneller bis sehr schneller Strömung setzt sich heterogener zusammen. Die Zyklen der Larvenentwicklung dauern ein Jahr (fig. 46).

Die unterschiedlichen Lebensbedingungen bei den beiden Stationen werden im Hinblick auf ihren Einfluss auf die Jahreszeitliche Fauna-entwicklung diskutiert.

In der Schlussbemerkung wird der Zusammenhang zwischen der Verhaltensweise und den spezifischen Reaktionen auf die Verbreitung der Trichopteren der Vallée d'Aure herausgestellt.

TRAVAUX CITÉS

- AMBÜHL (H.). 1959. — Die Bedeutung der Strömung als ökologischer Faktor. *Schweiz. Z. Hydrol.*, **21** : 133-264.
- ANGELIER (E.). 1961. — Les lacs de l'Estibère : remarques sur le peuplement des lacs de montagne. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, **96** (1/2) : 7-14.
- ANNUAIRE HYDROLOGIQUE DE LA FRANCE. Année 1961, 280 p. *Société hydrotechnique de France, Paris*.
- BARRÈRE (P.). 1952. — Le relief des massifs granitiques du Néouvielle, de Cauterets et de Panticosa. *Revue Géogr. Pyrénées S.-Ouest*, **23** : 69-98 + 2 pl.
- BERG (K.) et Coll. 1948. — Biological studies on the river Susaa. *Fol. limnol. scand.*, **4** : 1-318.
- BERLAND (L.) et MOSELY (M. E.). 1936. — Catalogue des Trichoptères de France, tome I. *Annls Soc. ent. Fr.*, **105** : 111-144.

- BERTHÉLEMY (C.). 1966. — Recherches écologiques et biogéographiques sur les Plécoptères et Coléoptères d'eau courante (*Hydraena* et *Elminthidae*) des Pyrénées. *Annls Limnol.*, 2 (2) : 227-458.
- BONNET (L.). 1964. — Le peuplement thécamoebien des sols. *Revue Écol. Biol. Sol*, 1 (2) : 123-408.
- BONNET (L.). 1965. — Sur le peuplement thécamoebien de quelques sols du Spitzberg. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 100 (3/4) : 281-293.
- BONNET (L.). 1966. — Le peuplement thécamoebien de quelques sols du Chili (I). *Protistologica*, 2 (2) : 113-140 + 2 pl.
- BOTOSANEANU (L.). 1960. — Sur quelques régularités observées dans le domaine de l'écologie des insectes aquatiques. *Arch. Hydrobiol.*, 56 (4) : 370-377.
- CANCELA DA FONSECA (J.-P.). 1966. — L'outil statistique en biologie du sol. III. Indices d'intérêt écologique. *Revue Écol. Biol. Sol*, 3 (3) : 381-407.
- CANGUILHEM (G.). 1965. — La connaissance de la Vie. 199 p. *Paris*.
- CASSAGNAU (P.). 1961. — Écologie du sol dans les Pyrénées centrales. Les biocénoses de Collembolles (*Hermann, Activ. Sc. ind.* n° 1 283), 235 p. *Paris*.
- CHOUARD (P.). 1931. — Une région lacustre des Pyrénées centrales : Orédon et le Massif du Néouvielle. *Bull. Soc. ntn. Acclim. Fr.*, 1931 (2/3) : 1-34 + 5 pl.
- CHOUARD (P.). 1933. — Premières observations sur les microclimats de montagne autour du laboratoire d'Orédon et sur leur importance écologiques. 66^e Congrès Soc. Sav. Toulouse : 256-259.
- CHOUARD (P.). 1937 a. — Recherches sur les variations caractéristiques de l'humidité atmosphérique dans les divers types de forêts du Massif du Néouvielle. *Bull. Soc. ntn. Acclim. Fr.*, 84 : 34-40.
- CHOUARD (P.). 1937 b. — Rayonnement solaire et humidité atmosphérique dans les climats de forêts de montagne aux Pyrénées. *Congrès Soc. Sav.* : 179-183.
- CHOUARD (P.). 1949 a. — Caractères généraux des Pyrénées centrales entre Gaves et Nestes. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 96 (10) : 7-15.
- CHOUARD (P.). 1949 b. — Les éléments géobotaniques constituant la flore du massif de Néouvielle et des vallées qui l'encadrent. (Catalogue raisonné des principales plantes vasculaires du massif). *Bull. Soc. bot. Fr.*, 96 (10) : 84-120.
- CHOUARD (P.) et PRAT (H.). 1929. — Note sur les tourbières du Massif du Néouvielle. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 76 : 113.
- COLLARDEAU (C.). 1961. — Influence de la température sur la consommation d'oxygène de quelques larves de Trichoptères. *Hydrobiologia*, 18 (3) : 252-264.
- DANILEVSKII (A. S.). 1961. — Photoperiodism and seasonal development of Insects. Trad. anglaise 1965, 283 p., *Edinburgh and London*.
- DÉCAMPS (H.). 1965. — Larves pyrénéennes du genre *Rhyacophila* (Trichoptères). *Annls Limnol.*, 1 (1) : 51-72.
- DÉCAMPS (H.). 1966. — Nouvelles larves pyrénéennes du genre *Rhyacophila* (Trichoptères). *Annls Limnol.*, 2 (1) : 183-202.
- DÉCAMPS (H.). 1967. — Introduction à l'étude écologique des Trichoptères des Pyrénées. *Annls Limnol.*, 3 (1) : 101-176.
- DESPAX (R.). 1927. — Observations biologiques en montagne. Recherches sur les facteurs de la distribution des organismes. *Bull. biol. Fr. Belg.*, 2 : 127-142.

- DESPAX (R.). 1928. — La larve et la nymphe de *Rhyacophila denticulata* McL. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, **62** : 149-155.
- DODDS (G. S.) et HISAW (F. L.). 1925. — Ecological studies on aquatic insects. III. Adaptations of caddis fly larvae to swift streams. *Ecology*, **6** : 123-127.
- DURAND (M. C.). 1961. — L'influence des glaciers sur les cours d'eau pyrénéens (bassins du Gave de Pau et de la Neste d'Aure). *Revue Geogr. Pyrénées S.-Ouest*, **32** : 289-318.
- DUSSART (B.). 1966. — Limnologie : l'étude des eaux continentales. 678 p., Paris.
- EDINGTON (J. M.). 1965. — The effect of water-flow on populations of net-spinning Trichoptera. *Mitt. int. Verein. theor. angew. Limnol.*, **13** : 40-48.
- EDINGTON (J. M.). 1966. — Some observations on stream temperature. *Oikos*, **15** (2) : 265-273.
- FAUCHER (D.). 1934. — Les traits généraux de l'activité humaine de la vallée d'Aure. *Revue Géogr. Pyrénées S.-Ouest* : 434-446.
- GAUSSEN (H.). 1931. — Les forêts de la vallée d'Aure. *Revue Géogr. Pyrénées S.-Ouest*, **2** : 241-250.
- GAUSSEN (H.). 1949. — Les conditions climatiques aux Pyrénées centrales et les étages de végétation. 76^e session extraordinaire. *Bull. Soc. bot. Fr.*, **96** : 16-20.
- GOWER (A. M.). 1966. — The life cycle of *Drusus annulatus* STEPH. (Trich. Limnophilidae) in watercress beds. *Entomologist's mon. Mag.*, **101** (1211/1213) : 133-141.
- GREIG-SMITH (P.). 1964. — Quantitative plant ecology. 2nd edition. xii + 256 p., London : Butterworths.
- HYNES (H. B. N.). 1961. — The invertebrate fauna of a welsh mountain stream. *Arch. Hydrobiol.*, **57** : 344-388.
- ILLIES (J.). 1956. — Secansfluss-biozönosen lapplandischer Waldbache. *Ent. Tidskr.*, **77** : 138-153.
- ILLIES (J.). 1961. — Die Lebensgemeinschaft des Berbaches. 106 p.
- ILLIES (J.) et BOTOSANEANU (L.). 1963. — Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitt. int. Verein. theor. angew. Limnol.*, **12** : 1-57.
- INGRAND (R.). 1961. — L'aménagement hydro-électrique de la vallée d'Aure et ses conséquences géographiques. *Revue géogr. Pyrénées S.-Ouest*, **32** : 35-62 + 1 pl.
- KRESSER (W.). 1961. — Hydrographische Betrachtung der österreichischen Gewässer. *Verh. int. Verein. theor. angew. Limnol.*, **14** : 417-421.
- LAVILLE (H.). 1966. — Chironomides du Massif de Néouvielle (Pyrénées centrales). *Annls Limnol.*, **2** (1) : 203-216.
- LEMÉE (G.). 1967. — Précis de biogéographie, 358 p. Paris.
- LISON (L.). 1958. — Statistique appliquée à la biologie expérimentale. La planification de l'expérience et l'analyse des résultats. xx + 348 p. Paris.
- MACAN (T. T.). 1957. — The Ephemeroptera of a stony stream. *J. Anim. Ecol.*, **26** : 317-342.
- MACAN (T. T.). 1958 a. — Methods of sampling the bottom fauna in stony streams. *Mitt. int. Verein. theor. angew. Limnol.*, **8** : 21 p.
- MACAN (T. T.). 1958 b. — The temperature of a small stony stream. *Hydrobiologia*, **12** : 89-106.

- MAGAN (T. T.). 1961. — A review of running water studies. *Verh. int. Verein. theor. angew. Limnol.*, **14** : 587-602.
- MAGAN (T. T.). 1963. — Freshwater Ecology. x + 338 p., London.
- MAITLAND (P. S.). 1966. — Studies on loch Lomond 2. The fauna of the river Endrick, 194 p., *Glasgow*.
- MÜLLER (K.). 1955. — Produktions biologische Untersuchungen in nord-schwedischen Fließgewässern. 3. Die Bedeutung der Seen und Stillwasserzonen für die Produktion in Fließgewässern. *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm*, **36** : 148-162.
- MÜLLER (K.). 1956. — Das Produktionsbiologische Zusammen-spiel zwischen See und Fluss. *Ber. limnol. Flussstn. Freudenthal*, **7** : 1-8.
- NIELSEN (A.). 1942. — Über die Entwicklung und Biologie der Trichopteren mit besonderer Berücksichtigung der Quelltrichopteren Himmerlands. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* **17** : 255-631.
- NOURISSON (M.). 1964. — Recherches écologiques et biologiques sur le Crustacé Branchiopode *Chirocephalus diaphanus* PRÉV. : étude expérimentale du déterminisme du développement de l'œuf. Thèse, Nancy, 154 p.
- NOVAK (K.). 1959. — Entwicklung und Diapause der Köcherfliegenlarven *Anabolia furcata* BR. (Trichopt.). *Čas. čsl. Spol. ent.*, **57** (3) : 207-212.
- NOVAK (K.) et SEHNAL (F.). 1963. — The development cycle of some species of the genus *Limnophilus* (Trichoptera). *Čas. čsl. Spol. ent.*, **60** (1/2) : 68-80.
- NOVAK (K.) et SEHNAL (F.). 1965. — Imaginaldiapause beiden in Periodischen Gewässern lebenden Trichopteren. *Proc. XII Int. Congr. Ent. London, 1964 (1965)* : 434.
- PARDÉ (M.). 1953. — Le régime des cours d'eau pyrénéens. *Pirineos*, **27** : 5-16.
- PERCIVAL (E.) et WHITEHEAD (H.). 1929. A quantitative study of the fauna of some types of stream bed. *J. Ecol.*, **17** : 282-314.
- PERCIVAL (E.) et WHITEHEAD (H.). 1930. — Biological survey of the River Wharfe. 2. Report on the invertebrate fauna. *J. Ecol.*, **18** : 286-302.
- PHILIPSON (G. N.). 1954. — The effect of water flow and oxygen concentration on six species of caddisfly (Trichoptera) larvae. *Proc. zool. Soc. Lond.*, **124** : 547-564.
- PHILIPSON (G. N.). 1961. — The Fifth instar larva of *Potamophylax stellatus* (CURTIS) (Limnephilidae, Trichoptera). *Hydrobiologia*, **18** (4) : 321-326.
- PLESKOT (G.). 1953. — Zur Ökologie der Leptophlebiiden, (Inst., Ephemeroptera). *Öst. zool. Z.*, **4** : 45-107.
- PRAT (H.) et CHOUARD (P.). 1928. — Note sur les milieux aquatiques du Massif du Néouvielle. *Bull. Soc. bot. Fr.*, **75** : 986-997.
- ROOS (T.). 1957. — Studies on upstream migration in adult stream dwelling insects. *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm*, **38** : 167-193.
- ROSS (H. H.). 1956. — Evolution and classification of the mountain Caddisflies. 213 p. *Univ. Ill. Press., Urbana*.
- SCHMID (F.). 1951. — Notes sur quelques *Halesus* (Trich. Limnophilidae). *Bull. Soc. Vaud. Sc. nat.*, **65** : 63-71.
- SCHMID (F.). 1954. — Contribution à l'étude des Trichoptères d'Espagne. *Pirineos*, **26** : 627-695.

- SCHMID (F.). 1961. — A propos de deux récents ouvrages sur la phylogénie et la zoogéographie des Trichoptères. *Miscnea Zool.*, 1 (5) : 1-27.
- SCOTT (D.). 1958. — Ecological studies on the Trichoptera of the river Dean, Cheshire. *Arch. f. Hydrobiol.*, 54 (3) : 340-392.
- SILTALA (A. J.). 1907. — Trichopterologische Untersuchungen. II. Über die post-embryonale Entwicklung der Trichopteren-larven. *Zool. Jber*, Suppl. 9 : 309-626.
- SILTALA (A. J.). 1907. — Über die Nahrung der Trichopteren. *Acta Soc. Fauna Flora fenn.*, 29 : 1-34.
- SLACK (H. D.). 1936. — The food of caddis fly (Trichoptera) larvae. *J. Anim. Ecol.*, 5 : 105-115.
- SOUTHWOOD (T. R. E.). 1966. — Ecological Methods, with particular reference to the study of Insect Populations. xviii + 391 p. *Methuen and Co, London*.
- TACHET (H.). 1967. — Quelques aspects du cycle biologique de *Plectrocnemia conspersa* (CURTIS, 1834) (Trichoptera, Polycentropodidae). *Annls Limnol.*, 3 (1) : 177-184.
- THIENEMANN (A.). 1912. — Der Bergbach des Sauerlandes. Faunistisch-biologische Untersuchungen. *Int. Revue ges. Hydrobiol. Hydrogr.*, Suppl. 4 : 1-125.
- VAILLANT (F.). 1965. — Les larves de Trichoptères Hydroptilides mangeuses de substrat. *Proc. XII Int. Congr. Ent., London 1964 (1965)*.
- WHITTAKER (R. H.). 1966. — Gradient analysis of vegetation. *Biol. Rev.* 49 (2) : 207-264.

(Station biologique du lac d'Orédon,
Laboratoire de Zoologie
de la Faculté des Sciences, Toulouse.)