

E. K a m l e r

La faune des Éphémères de deux torrents des Tatras

Chaire d'Hydrobiologie de l'Université de Varsovie

Reçu 1.VII.1961

Le but de ces recherches était de comparer la faune des Éphémères des torrents: la Roztoka et l'Olczycki, ainsi que la faune habitant les grands torrents à celle de leurs attributs (petits torrents).

C'est la différence de la composition pétrographique du lit de torrents, leur altitude, la pente du terrain et le caractère de leurs sources qui a décidé de ce choix.

Méthodes et matériel

C'est en juillet et août 1957, que de nombreux examens ont été effectués sur place. On a appliqué les méthodes élaborées par K a m l e r et R i e d e l (1960a). Les résultats basent sur 383 échantillons pris dans les habitats: pétricoles, de gravier, stagnants, et mousseux, dans lesquels on a constaté au total la présence de 2717 larves d'Éphémères (tabl. I).

Description du terrain. Torrents étudiés

La Roztoka¹ se trouve dans le Hautes Tatras. Elle a sa source dans le lac Wielki Staw à 1.664,6 m d'altitude, coule de SO en NE et a 4,5 km de longueur. A 150 m de sa sortie du lac Roztoka forme la cascade Siklawa qui a 64 m de hauteur (D z i e w u l s k i — 1881). Au dessous de cette chute d'eau, le torrent coule parmi des *Pinus montana* formant

¹ La description des torrents de la Roztoka et l'Olczycki est avant tout basé sur les travaux de: P a r y s k i (1951), N y k a (1954), Z w o l i ń s k i (1948).

Comparaison des nombres d'Ephémères, de Plécoptères et de Trichoptères dans les torrents: La Roztoka, l'Olczycki et leurs attributs

Torrent	Habitat	Echantillons prélevés	Exemplaires récoltés total et moyenne par m ²								Composition des espèces d'Ephémères moyenne par m ²						
			Total		Ephemeroptera		Plecoptera		Trichoptera		Bëttis carpathica	Rhitrogena semicol- rata	Ecdyonurus venosus	Ameletus inopinatus	Habrolep- toides modesta	Bëttis biocula- tus	
			ex	par m ²	ex	par m ²	ex	par m ²	ex	par m ²							
Torrents de la Vallée de l'Olczycki	Roztoka	p	28	997	308	548	170	176	54	273	84	50	120	-	-	-	-
		g	21	312	655	117	243	105	222	90	190	-	243	-	-	-	-
		m	28	794	2833	1	3	576	2060	217	770	3	-	-	-	-	-
		s	18	305	750	6	15	122	300	177	435	2	2	8	3	-	-
	Potrójny	p	7	70	132	9	19	21	45	40	68	13	6	-	-	-	-
		m	8	20	250	-	-	10	125	10	125	-	-	-	-	-	-
		p,c	6	49	202	-	-	9	37	40	165	-	-	-	-	-	-
	Prostopadły	p	7	365	810	23	51	334	741	8	18	51	-	-	-	-	-
		m	7	444	6400	-	-	442	6300	2	100	-	-	-	-	-	-
	Czarny	p	4	38	169	7	32	5	23	26	114	23	-	-	-	-	-
		p,c	10	98	132	3	4	-	-	95	128	4	-	-	-	-	-
	Pod Mostem	p	7	260	644	113	280	60	149	87	215	238	39	3	-	-	-
m		7	127	1810	2	30	115	1640	10	140	30	-	-	-	-	-	
Olczycki	p	29	3832	378	1673	165	246	24	1913	188	122	43	-	-	-	-	
	g	50	636	1100	7	12	27	47	602	1041	4	9	-	-	-	-	
	m	20	1325	5700	16	70	1080	4650	229	980	70	-	-	-	-	-	
	s	23	317	1195	1	4	13	49	303	1142	-	-	-	4	-	-	
Świński	p	10	124	59	56	27	10	5	58	27	4	21	0,5	0,5	-	0,5	
	m	10	26	260	-	-	8	80	18	180	-	-	-	-	-	-	
	p,c	7	45	555	3	37	7	86	36	433	12	-	25	-	-	-	
Prawy	p	7	127	90	83	59	18	13	26	18	14	45	-	-	-	-	
	m	7	122	1738	-	-	48	680	74	1058	-	-	-	-	-	-	
	p,c	6	32	465	1	15	6	90	25	350	-	-	-	15	-	-	
Za Prawym	p	6	40	66	8	14	6	10	26	42	7	7	-	-	-	-	
	m	7	25	355	-	-	20	284	5	71	-	-	-	-	-	-	
	p,c	6	41	595	-	-	-	-	41	595	-	-	-	-	-	-	
Mały	p	7	39	99	17	75	6	12	6	12	14	23	18	-	20	-	
	m	6	49	816	-	-	35	583	14	233	-	-	-	-	-	-	
	p,c	7	44	557	3	39	16	207	25	311	-	-	39	-	-	-	

p - pétricole, g - gravier, m - mousseux, p,c - petites cuvettes, s - stagnant

de nombreuses cascades moins importantes. A 1.360—1.380 m d'altitude environ, il entre dans la forêt. C'est alors que son cours se calme pour former à nouveau plusieurs cascades. Trois parmi les plus importantes ont 8 à 10 m de hauteur. Le torrent de la Roztoka tombe dans un autre torrent, la Bialka, à 1.021 m d'altitude. S'il s'agit de la pente, la Roztoka est à la sixième place parmi les 15 torrents des Tatras polonaises. L'importance de la pente atteint 100,7‰ (Gieysztor 1961). Le lit de la Roztoka est de granit.

Treize attributs se jettent dans le torrent de la Roztoka. Huit d'entre eux se trouvent sur la carte à 1 : 20.000. Afin de rendre la situation plus claire, j'ai donné des noms aux petits torrents. Pour la plupart ces noms proviennent du nom du couloir, le long duquel coule le petit torrent en question, (par ex. le Zagonyy coule par le Żleb Zagonyy dans le massif Wołoszyn) ou bien d'un trait caractéristique du petit torrent (par ex. le Potrójny — triple). Quatre attributs de la Roztoka ont été choisis à des fins d'études: 1. Le Pod Mostem venant de sous la Turnia nad Dziadem, dans le Massif Wołoszyn, qui se jette dans la Roztoka sous le pont dominant la cascade Wodogrzmoty de Mickiewicz. 2. Le Potrójny récoltant les eaux de trois petits torrents dont les couloirs limitent le versant droit de la Vallée Buczynowa. 3. Le Prostopadły venant des roches de la Niznia Kopa. 4. Le Czarny qui coule le long du sentier du fond de la Vallée de la Roztoka entre la Bacowa Skała et la limite supérieure de la forêt (voir Kamler 1960, fig. 1). Le deux suivants, des attributs de gauche de la Roztoka. Le deux suivants, des attributs de droite. C'est sur un substrat de granit que coulent les attributs de la Roztoka. Les divers secteurs de leurs cours sont à des altitudes² très différentes. C'est ainsi que les sources du Pod Mostem se trouvent à environ 1.700 m, l'embouchure à 1.100 m. Cette chute se fait sur une courte distance. Les attributs de la Roztoka forment de nombreuses cascades (fig. 1).

Le torrent de l'Olczyński traverse la Vallée de l'Olczyński, située presque entièrement dans la zone de forêts, dans les Tatras Occidentales. Une source, située à 1.065 m d'altitude, d'un débit de plus de 1.000 l/sec (Zwoliński 1948), alimente ce torrent. La source a, selon Wrzosek (1933), 5,2°, selon Świerz (1897) par contre 4,5° de température moyenne en juillet et août. Wrzosek (1933) communique que la température basse et constante de l'eau de la source, tout comme son grand rendement, disproportionné par rapport à la petite superficie du bassin de la Vallée (c'est également l'avis de Kowalski 1920), indiquent

² Les données sur les altitudes sont avant tout basées sur la carte 1 : 20.000. Alors, ils sont approximatives.

que cette source est alimentée par une grande nappe souterraine. J'ai étudié le secteur supérieur de l'Olczycki, depuis la source jusqu'à la sortie de la Vallée de l'Olczycki. Dans ce secteur les eaux du torrent ne sont pas polluées par les égoûts des habitations. L'Olczycki ne forme aucune chute d'eau importante. C'est lui qui a la plus petite pente des 15 torrents des Tatras polonaises — 35,5‰ (Gieysztor 1961).

La source de l'Olczycki jaillit d'une énorme fissure, le long de laquelle une dolomite et le Keuper sont déplacés (Wrzosek 1933). Plus bas, le torrent coule à travers les terrains où le substrat plus ancien est couvert de dépôts morainiques du glacier pléistocène de la Vallée Sucha Woda. Les galets de granit qui couvrent le lit du torrent proviennent de ces dépôts. Wierzejski déjà expliquait ainsi leur provenance en 1883. Plus bas, le torrent coule sur des schistes marneux,

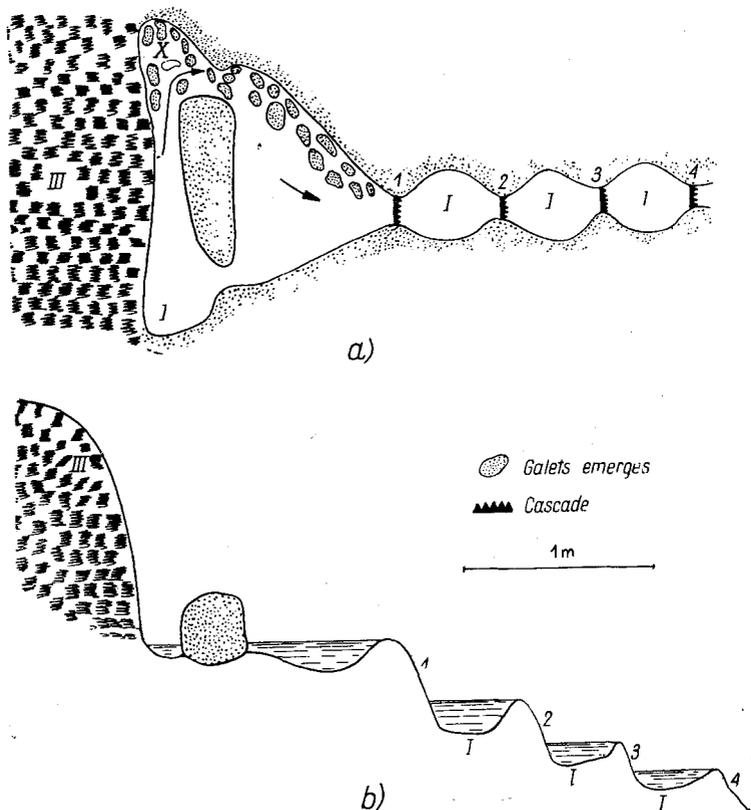


Fig. 1. Plan d'un secteur du petit attribut de la Roztoka. Pod Mostem: a) vue d'en haut, b) coupe longitudinale.

I — cuvettes du fond, II — pétricole, III — mousseux. 1 — 4 petites cascades qui séparent les cuvettes du fond, X — point où la densité des larves est la plus grande, → — direction du courant.

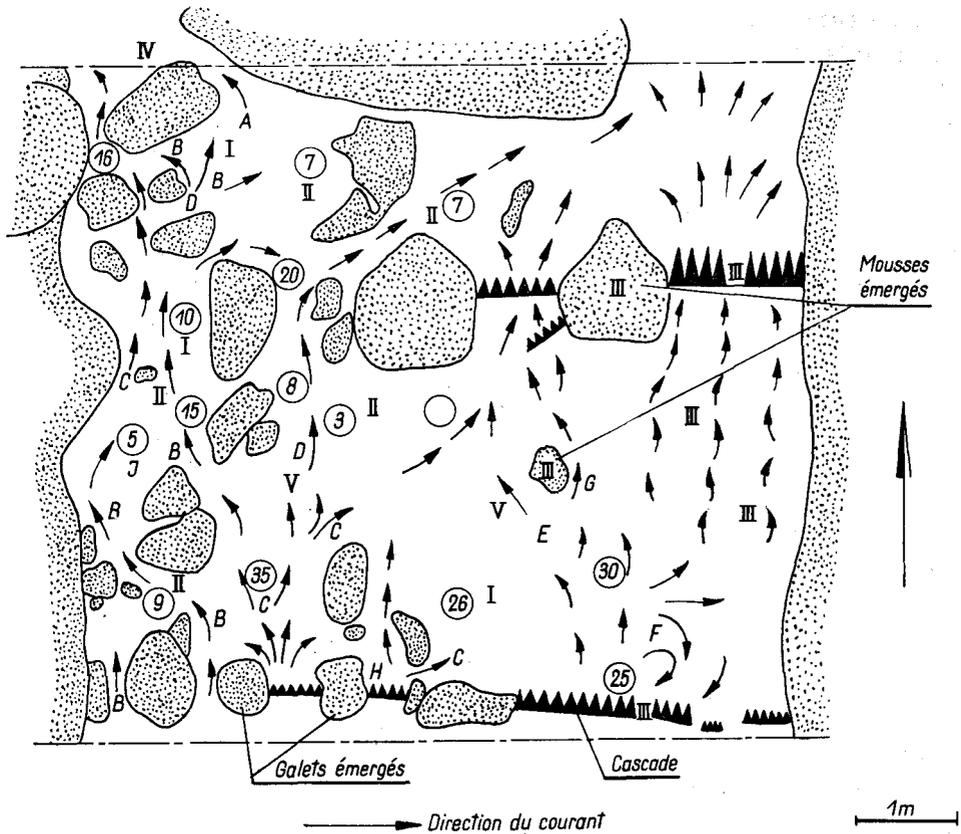


Fig. 2. Plan d'un point choisi de l'Olczyński.

I — habitat de gravier, II — habitat pétricole, III — habitat mousseux, IV — habitat stagnant, V — galets immergés. Vitesse du courant en m/sec: A — $< 0,3$, B — $0,3 - 0,5$, C — $0,5 - 0,7$, D — $0,9 - 1,1$, E — $1,3$, F — $1,6$, G — $1,8$, H — $3,0$. Les chiffres encadrés — profondeur en cm.

ensuite il traverse un terrain de dolomites et de calcaires dolomitiques; finalement il entre sur un territoire de conglomérats éocènes (Wrzosek 1933). En procédant à l'examen de la faune vivant sur le fond du torrent, j'ai noté la quantité et les dimensions des pierres d'origines diverses: granits, dolomites et schistes. Pour l'ensemble du torrent, les moyennes sont les suivantes: granits — 12% , dolomites — 75% , schistes — 13% (Kamler et Riedel 1960a, fig. 3).

L'Olczyński reçoit 6 attributs, dont 5 se trouvent sur la carte à $1:20.000$. Parmi eux, 3 sont des attributs de droite, 2 de gauche et 1 se jette dans la source de l'Olczyński par une embouchure souterraine, ramassant les eaux des étages supérieurs de la Vallée de l'Olczyński. A des fins d'étude, on a choisi parmi ces attributs: 1. Le Świński — attribut de

gauche venant du Świński zleb. La description exacte de ce petit torrent est donnée dans l'ouvrage de Kamler et Riedel de 1960. 2. Le Prawy attribut de droite venant de sous la Turnia Nieborak. 3. Le Za Prawym — attribut de droit situé un peu au dessus de se dernier. 4. Le Mały — attribut de droite venant au dessous du Prawy.

Les attributs de l'Olczyński ont une pente plus petite, que ceux de la Roztoka. Le fond des attributs de l'Olczyński est formé de schistes marneux et argileux, de grès calcaires ainsi que de granits dans son cours inférieur.

Les attributs sont caractérisés par leur instabilité et par bien moindre différenciation du milieu aquatique que les grands torrents (Kamler et Riedel 1960 et 1960a). Les attributs (fig. 1) n'ont que trois habitats: I-cuvettes du fond, II-pétricole, III-mousseux. Le lit des grands torrents (fig. 2) est plus large et plus profond, les nombreux galets émergés donnent les diverses directions à l'écoulement de l'eau, il y a des habitats bien protégés contre le courant et les habitats avec l'eau rapide. Ici, il y a quatre habitats: I-de gravier, II-pétricole, III-mousseux, IV-stagnant.

Comparaison de la faune des Éphémères de la Roztoka à celle de l'Olczyński

Mes examens quantitatifs ont démontré que la Roztoka, avec ses sept espèces d'Éphémères, est plus riche de deux espèces que l'Olczyński qui n'en a que 5. En comparant ces deux torrents du point de vue de la composition quantitative de la faune des Éphémères, on a constaté que:

a) La Roztoka est plus riche du point de vue quantitatif que l'Olczyński

Tableau II
Nombre de larves d'Éphémères par m² dans les torrents
de la Roztoka et de l'Olczyński

Espèce	Torrent	
	Roztoka	Olczyński
<i>Baëtis carpathica</i>	14	49
<i>Rhytrogena semicolorata</i>	91,5	13
<i>Ameletus inopinatus</i>	0,25	0,25
<i>Ecdyonurus venosus</i>	1,5	0

ki. Dans le torrent de la Roztoka le nombre des larves d'Éphémères atteint le chiffre de 106 m², dans l'Olczycki — 63 larves m² (tabl. II)³.

b) Les espèces *Baëtis carpathica* et *Rhitrogena semicolorata* sont dominantes dans les deux torrents comme d'ailleurs dans les autres torrents du Tatras (tabl. II et K a m l e r 1960).

c) Pour ce qui est de la quantité, c'est *Rhitrogena semicolorata* qui domine dans la Roztoka et *Baëtis carpathica* dans l'Olczycki (tabl. II). La prédominance de *Rhitrogena semicolorata* s'attache à l'habitat pétricole et très nettement à l'habitat de gravier. La prédominance de *Baëtis carpathica* dans l'Olczycki se rencontre dans les habitat pétricole et de mousse (tabl. I).

Comparaison de la faune des Éphémères des grands torrents avec la faune de leurs attributs

Olczycki

A la suite des examens qualitatifs, on a constaté que le nombre des espèces d'Éphémères, apparaissant dans le torrent, diminue avec l'élévation du sol. Les embouchures des attributs étudiés se trouvent à peu près aux altitudes suivantes: pour le Za Prawym à 1.040 m, pour le Prawy à 1.030 m, pour le Mały à 1.000 m, pour le Świński à 900 m. De ces attributs sont éliminé, l'une après l'autre, les espèces d'un carac-

Tableau III

Espèces d'Éphémères habitant les attributs de l'Olczycki, en pourcentages

Espèce	Torrent			
	Świński	Mały	Prawy	Za Prawym
<i>Baëtis carpathica</i>	17	17	23	50
<i>Rhitrogena semicolorata</i>	75	28	76	50
<i>Ameletus inopinatus</i>	5	0	1	0
<i>Ecdyonurus venosus</i>	1,5	30	X	0
<i>Habroleptoides modesta</i>	X	25	0	0
<i>Baëtis bioculatus</i>	1,5	0	0	0

X - espèces rencontrées uniquement pendant les examens qualitatifs

³ D'après B a d d o c k (1954) les Éphémères dans les attributs de la rivière Kävlinge (au sud de la Suède) variaient de 36 par m² à 3.936.

tère montagneux peu défini: *Ecdyonurus venosus*, *Ecdyonurus subalpinus*, *Habroleptoides modesta* et *Baëtis bioculatus* (tabl. III).

Les récoltes quantitatives ont démontré qu'on rencontre dans l'Olczycki 2,8 fois plus d'Éphémères (en moyenne 66,5 larves/m²) que dans l'ensemble de ses attributs (en moyenne 22 larves/m²). Dans les attributs, la deuxième est plus nombreuse — (tabl. III). *Ameletus inopinatus*

	larves/m ²
le Swiński	— 21
„ Mały	— 38
„ Prawy	— 24
„ Za Prawym	— 4,4

Baëtis carpathica et *Rhitrogena semicolorata* dominent dans l'Olczycki et ses attributs; dans le torrent lui-même, on rencontre cependant une plus grande quantité de la première espèce et dans ses attributs, la deuxième est plus nombreuse — (tabl. III). *Ameletus inopinatus* espèce non rhéophile est en majorité dans les cuvettes du fond de ces petits torrents, comme dans l'habitat stagnant de l'Olczycki. Dans les dépressions en cuvette du fond des petits torrents cependant, j'ai également rencontré des *Ecdyonurus venosus* et *Rhitrogena semicolorata* qui sont plus rhéophiles.

La présence de ces espèces permet de supposer que l'habitat des cuvettes du fond des petits torrents répond à l'habitat stagnant et de gravier des grands torrents.

R o z t o k a

Dans les nombreuses chutes d'eau, qui caractérisent les attributs de la Roztoka, on n'y a trouvé que des larves de Plécoptères. Dans les attributs de la Roztoka, on a constaté 69% de Plécoptères si 100% constitue le nombre des larves de Plécoptères, d'Éphémères et de Trichoptères trouvées dans cet endroit. C'est la plus haute pourcentage de Plécoptères constaté. Dans les attributs de l'Olczycki on a constaté 25% de Plécoptères, dans l'Olczycki même — 22,3%, dans la Roztoka — 40,8. Parmi des Éphémères des attributs de la Roztoka, on note avant tout l'espèce rhéophile de *Baëtis carpathica* (87%). Cependant, le courant des attributs de la Roztoka est trop rapide, même pour cette espèce; les Éphémères y forment à peine le 11% de la faune étudiée de trois ordres d'insectes, alors que les attributs de l'Olczycki n'en contiennent que le 26,4%, l'Olczycki le 28%, la Roztoka le 28%. Le fond des attributs de la Roztoka est formé de pierres et blocs de granit. Je suppose, qu'une grande partie de l'eau de ces petits torrents est souterraine. Diverses valeurs obtenues au cours des mesures de l'écoulement

Tableau IV

L'influence d'altitude sur la répartition des espèces examinées selon des données propres et des autres auteurs

Torrent	Roztoka	Pod Mostem	Potrójny	Czarny	Prostopady	Données des autres auteurs			
L'altitude des sources et de l'embouchure en m	1021-1625	1100-1600	1400-1650	1400	1450-1500	Auteur	Montagnes	Jusqu'à l'altitude en m	La limite supérieure de la zone de forêts en m
Espèce	Pourcentage des espèces d'Ephémères								
<i>Baëtis carpathica</i>	24	84	66	100	100	Dziędzielewicz 1919/20	Les Carpathes Orientales	1320	-
						Mikulski 1935	Le Massif de la Czarnohora **	1710	1670 ***
						Mikulski 1935	Le Massif de la Czarnohora **	1400	1670 ***
<i>Rhytrogena semicolorata</i>	75	15,1	33	0	0	Gauthier 1952	Les Alpes du Dauphiné	2000	1600 *
						Despax 1927	Les Pyrénées	2200	2150 *
						Gauthier 1952	Les Alpes du Dauphiné	1000	1600 *
<i>Ecdyonurus venosus</i>	0,8	0,9	0	0	0	Dziędzielewicz 1917/19 1919/20	Les Carpathes	Jusqu'à la limite supérieure de la zone de forêts	
						Mikulski 1935	Le Massif de la Czarnohora **	1380	1670 ***
<i>Amelstus inopinatus</i>	0,13	0	0	0	0	Mikulski 1935	Le Massif de la Czarnohora **	1400	1670 ***
<i>Epeorus assimilis</i>	X	0	0	0	0	Dziędzielewicz 1917/19	Les Carpathes Orientales	1000	-
						Gauthier 1952	Les Alpes du Dauphiné	1200	1600 *
<i>Ecdyonurus forcipula</i>	X	0	0	0	0	Gauthier 1952	Les Alpes du Dauphiné	1200	1600 *

* Staszewski, Uhorczak (1959)

** Carpathes Orientales

*** Lencewicz (1937)

X élément sporadique

effectuées en différents points proches de soi en témoignent; par ex. la mesure de l'écoulement du Pod Mostem effectuée en deux points éloignés déniv. 100 m a donné les résultats suivants: 1,5 l/sec. et 3,8 l/sec.

On a constaté, dans la Roztoka, dans l'Olczycki et dans leurs attributs une diminution du nombre des espèces, qui s'accroît à mesure qu'on en remonte le cours. La Roztoka atteint des altitudes plus élevées et coule aussi plus bas que ses attributs; elle embrasse des limites qui offrent un choix plus grand dans le nombre des espèces (tabl. IV). La limite supérieure de la zone de forêts dans la Vallée de la Roztoka 1.360—1.380 m (Nyka 1954). L'altitude n'est pas cependant pas l'unique facteur qui élimine les espèces.

Dans les petits torrents, qui sont moins stables (attributs de la Roztoka, le Prostopadly et le Czarny) on a constaté une pauvreté plus grande en espèces, qu'il ne devrait en résulter de l'aire de répartition de leur altitude, puisque la *Rhitrogena semicolorata* fait défaut dans ces petits torrents.

Dans ces attributs, le petit nombre d'*Ameletus inopinatus* résulte du fait que cette espèce est non rhéophile et n'entre pas volontiers dans les torrents.

De nombreux examens ont démontré que, dans la Roztoka, on rencontre 2,3 fois plus de larves d'Éphémères (en moyenne 105 larves/m²), que dans ses attributs (en moyenne 46 larves/m²). Dans la Roztoka, aussi bien que dans ses attributs, dominent *Rhitrogena semicolorata* et *Baëtis carpathica*, dans la Roztoka cependant c'est *Rhitrogena semicolorata* qui domine, dans ses attributs par contre, *Baëtis carpathica* (tabl. IV).

Comparaison de la faune des Éphémères des torrents de la Vallée de l'Olczycki à celle de la Vallée de la Roztoka

En comparant les espèces d'Éphémères récoltées au cours des observations dans le réseau des torrents de la Vallée de l'Olczycki, avec les espèces trouvées dans le réseau des torrents de la Vallée de la Roztoka, je constate l'existence de 5 espèces communes aux deux réseaux, 2 espèces caractéristiques aux torrents de la Vallée de l'Olczycki (*Baëtis bioculatus* et *Habroleptoides modesta*) et 2 espèces caractéristiques aux torrents de la Vallée de la Roztoka (*Ecdyonurus forcipula* et *Epeorus assimilis*) (tabl. V). Les espèces caractéristiques à une seule vallée n'ont été récoltées qu'en très petits nombres.

Ce sont des espèces montagneuses récoltées à une altitude moyenne (jusqu'à 1.450 m). Par contre, les espèces communes aux deux vallées sont nombreuses. Ce sont des espèces montagneuses de grande altitude

(K a m l e r 1960). Cet état de choses souligne le caractère montagneux de la faune des torrents étudiés. Du point de vue de la quantité des espèces, ce sont les torrents mêmes de la Roztoka et de l'Olczycki qui viennent en tête de liste; les attributs de l'Olczycki viennent ensuite. Les attributs de la Roztoka sont les plus pauvres en espèces.

T a b l e a u V
Les espèces d'Ephémères trouvées dans les vallées de la
Roztoka et de l'Olczycki

Espèce	Vallée	
	de l'Olczycki	de la Roztoka
<i>Beetis bioculatus</i>	1	0
<i>Habroleptoides modesta</i>	1	0
<i>Baëtis carpathica</i>	li	li
<i>Rhitrogena semicolorata</i>	li	li
<i>Ameletus inopinatus</i>	li	li
<i>Ecdyonurus venosus</i>	li	li
<i>Ecdyonurus subalpinus</i>	i	1
<i>Ecdyonurus forcipula</i>	0	li
<i>Epeorus assimilis</i>	0	li

li - larve et imago, l - larve, i - imago

Dans les torrents de la Vallée de la Roztoka, on observe une densité plus grande de larves d'Éphémères que dans les torrents de la vallée de l'Olczycki. Et cette densité est plus élevée dans les torrents-mêmes que dans leurs attributs. La proportion du densité des larves d'Éphémères dans les torrents mêmes et celle constatée dans les attributs des deux vallées étudiées sont assez semblables: dans la Vallée de l'Olczycki — 2,3, dans celle de la Roztoka 2,8.

La proportion du nombre des exemplaires de *Rhitrogena semicolorata* par rapport à celui de *Baëtis carpathica* est la plus élevée dans la Roztoka — 4,68; dans les attributs de l'Olczycki, cette proportion est moins grande 4,4—1,0; dans le torrent de l'Olczycki c'est *Baëtis carpathica* qui l'emporte. La preponderance de *Baëtis carpathica* croit dans les attributs de la Roztoka, à savoir dans le Potrójny et Pod Mostem,

ce qui a pour effet l'élimination complète de *Rhitrogena semicolorata* dans les attributs de la Roztoka, le Prostopadły et le Czarny (tabl. VI).

Tableau VI

Proportion du nombre des larves de *Rhitrogena semicolorata* à celui de *Baëtis carpathica* trouvées dans les torrents étudiés

Torrent		Proportion Rhitrogena: Baëtis	Torrent		Proportion Rhitrogena: Baëtis
Roztoka		4,68	Olczycki		0,37
Attributs de l'Olczycki	Świński	4,4	Attributs de la Roztoka	Potrójny	0,50
	Prawy	3,4		Pod Mostem	0,162
	Maly	1,6		Prostopadły	0
	Za Prawym	1,0		Czarny	0

Dans la plupart des torrents étudiés, c'est dans l'habitat pétricole, que l'on observe la plus grande densité d'Éphémères. Par contre les larves des Plécoptères sont les plus nombreuses dans l'habitat moussieux.

Influence du milieu sur la faune des Éphémères

Les résultats de mon précédent travail (K a m l e r 1960) permettent de supposer que la cause des différences dans la composition des espèces de la faune des torrents comparés réside en une intensité différente des facteurs qui influencent la répartition de la faune des Éphémères: la vitesse du courant de l'eau, la nature géologique du substrat, les diverses grosseurs du grain du substrat en question, la profondeur de l'eau et l'altitude. Ci-dessous on présente certaines observations relatives à l'influence de ces facteurs sur l'ensemble des larves d'Éphémères dans le torrent de la Roztoka et de l'Olczycki.

Vitesse du courant

Des observations ont été faites séparément dans des habitats pétricoles (pétrifluicole selon V a i l l a n t 1956), de gravier, d'eaux stagnantes (limifluicole) et de mousse (bryofluicole).

Habitat pétricole. Si nous voulions nous rendre compte de la rhéophilie des Éphémères dans leur ensemble, nous aurions quelques difficultés, vu les différentes réactions à la vitesse du courant adoptées par chacune des espèces. Parmi les Éphémères installés dans le torrent,

on remarque des espèces rhéophiles et non rhéophiles. En comparant la densité des larves dans les divers échantillons placés dans l'ordre de l'augmentation de la rapidité du courant, on a obtenu une courbe irrégulière.

La faune est non seulement sous l'influence de la vitesse du courant; elle réagit encore à d'autres facteurs, à savoir la profondeur, la grandeur et la composition pétrographique des pierres, la présence d'autres groupes animaux, etc., ce qui fait que le comportement de la faune dans un point donné, est la résultante de l'action de plusieurs facteurs. Soulignons aussi, que dans les échantillons pris dans des secteurs voisins, on a rencontré sporadiquement d'énormes nombres de très jeunes exemplaires de la même espèce. Ces échantillons se distinguaient en général nettement des autres par le grand nombre et le jeune âge des larves. Ces grands nombres de jeunes larves provenaient du dépôt d'un amas d'oeufs dans le secteur étudié ou dans son proche voisinage. C'est ainsi que dans le Prostopadly par exemple, sur les pierres de six secteurs consécutifs, les échantillons ont donné une moyenne de 26 exemplaires de Plécoptères; dans le septième secteur (N° 495) — 177 exemplaires très jeunes.

On a ensuite étudié l'influence de la vitesse du courant sur chacune des espèces d'Éphémères. En pratique, sur le terrain étudié, nous avons affaire à deux espèces: *Baëtis carpathica* et *Rhitrogena semicolorata*, les autres espèces étant sporadiques et peu nombreuses. On a constaté dans les torrents de la Roztoka et de l'Olczycki que le pourcentage de larves *Baëtis carpathica* augmente au fur et à mesure de l'augmentation de la vitesse du courant (fig. 3). Ces résultats correspondent aux données et les opinions exprimées dans les ouvrages de: Verrier (1948, 1953, 1956), Drier et Vaillant (1954), Avel (1932), Popovici — Baznosanu (1928) et Kamler (1960), qui communiquent que les larves du genre *Baëtis* sont bien plus rhéophiles que celles du genre *Rhitrogena* et *Ecdyonurus*, quoique leur constitution ne permette pas de supposer une grande résistance à la vitesse du courant.

Dans l'habitat de gravier, la vitesse du courant de l'eau est moindre que dans l'habitat pétricole (Kamler et Riedel 1960a). Dans les deux torrents étudiés, la faune de l'habitat de gravier est non rhéophile. Le nombre de larves d'Éphémères, de Plécoptères et de Trichoptères (au total), pour une unité de superficie, baisse avec l'augmentation de la vitesse du courant (fig. 4).

A part le courant d'eau cité plus haut, de caractère „linéaire”, on a plus d'une fois observé un mouvement d'eau „onduleux”. Le mouvement d'eau „onduleux” ce sont les petites vagues qui touchent le bord du torrent avec la fréquence remarquable. Elles sont dirigées perpen-

diculairement au courant principal du torrent, parallèle au bord du torrent. Le mouvement onduleux est parfois provoqué par l'action du courant principal du torrent (qui a, comme on sait, un caractère oscillatoire — Percival et Whitehead 1929, Kamler et Riedel 1960a), sur l'obstacle naturel, qui touche d'un côté le bord du torrent. Le gravier déplacé par le courant est déposé par ce mouvement onduleux

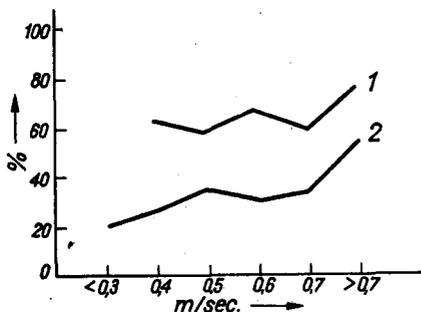


Fig. 3. L'augmentation du pourcentage de *Baëtis carpathica* dans un habitat pétricole à mesure de l'accroissement de la vitesse du courant.
1 — Olczyski, 2 — Roztoka.

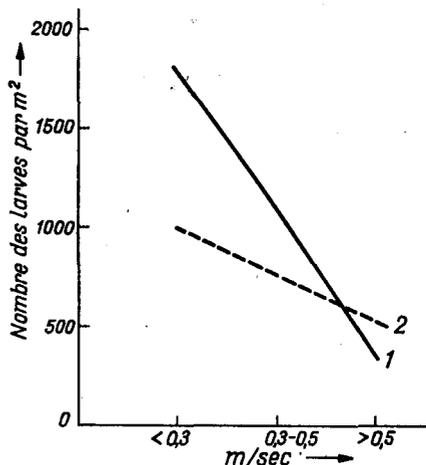


Fig. 4. Diminution du nombre des larves par m² d'Éphémères, de Plécoptères et de Trichoptères dans un habitat de gravier à mesure que la vitesse du courant augmentait.

1 — torrent de l'Olczyski, 2 — torrent de la Roztoka.

près du bord du torrent et forme des bancs de gravier. Les plus gros cailloux s'accumulent plus près du courant, les moins gros — plus près du bord (voir Kamler et Riedel 1960a). Le mouvement onduleux de l'eau sur les bancs de gravier a été observé dans le torrent de la Roztoka sur 10 secteurs, dans le torrent de l'Olczyski sur 12 secteurs. La densité de la faune des Éphémères, des Plécoptères et des Trichoptères est moins élevée que celle observée dans le courant „linéaire”. Dans le torrent la Roztoka, on a constaté, dans les endroits où se manifeste un mouvement onduleux, une moyenne de 12 par échantillon et dans le courant „linéaire” — 21 exemplaires d'Éphémères, de Plécoptères et de Trichoptères. Dans l'Olczyski, respectivement 7 et 13 larves.

Dans l'habitat de gravier la faune des Éphémères n'est représentée que par une espèce — *Rhitrogena semicolorata*.

Dans le gravier de l'Olczyski, cette espèce peu rhéophile (fig. 3), n'apparaît que dans deux échantillons, pris dans un faible courant — 0,25 et 0,26 m/sec. Dans la Roztoka, elle est plus nombreuse et le nombre

d'exemplaires par échantillon diminue avec l'augmentation de la vitesse du courant. Dans les échantillons pris dans un courant dont la vitesse était inférieure à 0,3 m/sec, on a récolté en moyenne 9 exemplaires de *Rhitrogena semicolorata* par échantillon, dans un courant de 0,3—0,5 m/sec — 8 exemplaires; par contre, dans un courant dont la vitesse dépassait 0,5 m/sec — 2 exemplaires par échantillon. Les Trichoptères de gravier, tout comme les Ephémères, sont moins denses quand le courant est plus rapide. Ce genre d'influence, par contre, ne touche pas les Plécoptères.

L'habitat stagnant est un habitat sans courant. Il est habité par les espèces non rhéophiles (tabl. I).

L'habitat mousseux. Selon les données de Dorier et de Vaillant (1954) et de Gieysztor (résultats non publiées), il résulte que la vitesse du courant dans les touffes de mousse, même dans celles poussant dans un courant rapide, est minime. Ici, on n'a trouvé que le petit nombre des larves de *Baëtis carpathica*.

La composition pétrographique et l'ampleur du gravats dans le lit du torrent

En comparant les 23 échantillons de l'habitat pétricole de la Roztoka, d'une superficie de 30×30 cm, on a constaté qu'avec l'augmentation, par échantillon, du nombre des pierres, la quantité des exemplaires de larves d'Éphémères, de Plécoptères et de Trichoptères diminuait (fig. 5).

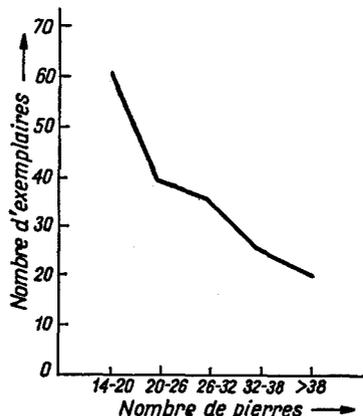


Fig. 5. Diminution du nombre d'Éphémères, de Plécoptères et de Trichoptères dans les échantillons d'une superficie de 30×30 cm prélevés dans un habitat pétricole de la Roztoka, à mesure qu'augmentait le nombre des pierres dans l'échantillon.

Le fait que la faune de torrent s'installe plus volontiers dans un milieu de grosses pierres de granit, que dans un milieu de petites pierres, est confirmé par les observations suivantes: on a calculé le nombre des exemplaires d'Éphémères, de Plécoptères et de Trichoptères installés sur de grandes et petites pierres. A ces fins, on a sorti du torrent de l'Olczycki 7 petites pierres de moins de $10 \times 10 \times 4$ cm et 7 grades, de plus de $10 \times 10 \times 4$ cm; on a séparé les pierres de granit, les dolomites et les schistes et on a observé le genre de faune qui s'y trouvait.

Sur les petits granits, il y avait en moyenne 11 larves (Éphémères, Plécoptères et Trichoptères), sur les grands — 22 larves.

On peut se poser les questions suivantes:

1. Les Éphémères et autres groupes d'insectes qui nous intéressent, s'installent-ils sur les plus grandes pierres, ou pourrions-nous trouver une certaine grandeur de pierres préférée par les larves d'insectes?

2. Le choix d'une certaine pierre par les larves d'insectes est-il influencé par le caractère pétrographique des gravats?

La fig. 6 présente les résultats de l'analyse du matériel selon la méthode de Kamler et Riedel (1960a)⁴. D'une façon générale, la faune des Éphémères est plus nombreuse sur les pierres de granit des classes les plus grandes (I° et II°). S'il s'agit des dolomites et des schistes, les observations n'ont pas donné de résultats aussi précis. Je

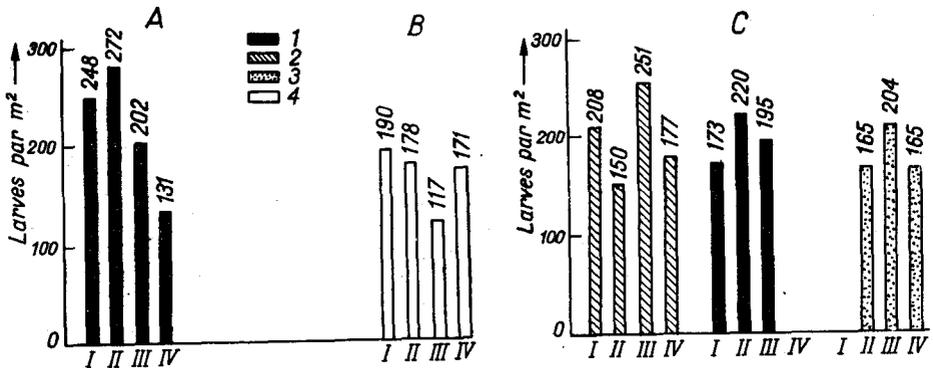


Fig. 6. Nombre des Éphémères par m² dans l'habitat pétricole d'après la grandeur et la nature pétrographique des pierres.

A — la Roztoka, B — l'Olczycki, C — l'Olczycki en tenant compte de la nature pétrographique des pierres. I — IV — classes de la grandeur des pierres. 1 — granits, 2 — dolomites, 3 — schistes, 4 — granits dolomites, schistes (au total).

⁴ On a distingué 5 classes de grandeur des pierres: I — 20—10 cm, II — 10—5 cm. III — 5—2 cm, IV — 2—1 cm, V — < 1 cm. Fabricius et Gustafson (1954) présentent une classification de la grosseur des grains du substrat, utilisé dans l'aménagement des aquariums pour le frai de *Salmo alpinus* L.

suppose que le fait que de plus grandes quantités de larves se sont installées sur certaines pierres de grandeurs définies, peut être expliqué comme suit: les pierres trop petites ne sont pas favorables, en tant qu'habitat, car sont trop serrées, les espaces entre elles sont trop petites et ne permettent ni une circulation suffisante de l'eau, ni le libre mouvement des larves qui y vivent.

Entre les trop grandes pierres, la vitesse du courant dépasse les limites tolérées par les larves des insectes. Il est aussi possible que, dans ce cas, la superficie des pierres recouvertes de périfiton soit trop petite par rapport de leur volume.

Les larves des Plécoptères et de Trichoptères sont les plus nombreuses sur le fond couvert de pierres les plus petites (IV classe). Cette constatation est d'accord avec le fait, que Plécoptères et Trichoptères sont les habitants principaux du milieu de gravier (V classe).

Dans les deux torrents étudiés l'habitat de gravier n'est pas homogène. On y observe des bancs de gravier „grossier” „fin” et „mixte”. Nous appelons gravier „grossier”, le gravier dont les cailloux ont un diamètre de 2 à 1 cm (IV classe), gravier „fin”, celui dont le diamètre des cailloux est au-dessous de 1 cm (V classe). Dans le gravier „mixte” on rencontre un nombre à peu près égale de cailloux des deux catégories.

Les Éphémères ne sont pas les habitants typiques du gravier. Témoin en est leur absence dans le gravier „fin” et le petit nombre des larves sur le fond pétricole composé des pierres les plus petites (classe IV, fig. 6), c'est-à-dire à la limite de l'habitat pétricole et de l'habitat de gravier. Les Éphémères s'installent dans le gravier „grossier”. On les rencontre exceptionnellement sur des bancs de gravier „fin” entourés de pierres (dans de rares cas, on a trouvé des Éphémères sur du gravier „fin” quand des pierres se trouvaient dans un proche voisinage).

L'espèce d'Éphémères la plus typique pour l'habitat de gravier c'est *Rhitrogena semicolorata*, qui forme le 94,8% de la quantité des exemplaires d'Éphémères trouvés dans cet habitat de deux torrents. Cette espèce peu rhéophile s'y abrite contre la rapidité du courant de l'eau.

L'habitat de gravier est un abri pour les jeunes larves de *Rhitrogena semicolorata*. Sur les 122 larves récoltés dans cet habitat on a trouvé 121 exemplaires très jeunes.

Le nombre d'Éphémères dans l'habitat de gravier est étroitement liée à la grosseur du gravier. Dans la Roztoka, le fond est formé d'une roche très dure — le granit. La vitesse du courant étant très grande, il emporte des fragments délicats de roche. C'est pourquoi l'habitat de gravier est peu développé. 5% des échantillons c'est du gravier „fin”, 47,5% — du gravier „mixte”, 47,5% — du gravier „grossier”.

Dans le gravier „fin” on a observé l'absence complete d'Éphémères.

Dans le gravier „mixte”: dans 44⁰/₀ des échantillons on a observé l'absence d'Éphémères, dans 56⁰/₀ des échantillons on a trouvé en moyenne 308 larves/m².

Dans le gravier „grossier on a trouvé en moyenne 394 larves/m².

Dans l'habitat de gravier de la Roztoka on a trouvé en moyenne 243 exemplaires d'Éphémères par m².

Dans l'Olczycki, le 88⁰/₀ du fond est composé de dolomites tendres et de schistes. La pente de ce torrent est moins raide et le courant moins rapide. Dans ce torrent, on rencontre avant tout le gravier „fin”. Dans l'habitat de gravier de l'Olczycki on a trouvé en moyenne 12 larves d'Éphémères par m². Dans ce torrent, on n'a récolté des Éphémères que dans trois échantillons sur 149. Dans ces échantillons, le gravier était „grossier”.

Dans la Roztoka il y a un plus grand nombre de *Rhitrogena semicolorata* dans l'habitat pétricole (120 larves/m², tabl. I). Les larves de cette espèce, à la première étape de son développement restent dans l'habitat de gravier; après avoir atteint un certain stade de développement, elles passent dans l'habitat pétricole. Dans l'Olczycki, où l'habitat de gravier est très fin et par cela même moins habité par les jeunes *Rhitrogena semicolorata*, la densité des larves dans l'habitat pétricole est moindre (43 larves/m²) que dans la Roztoka.

La composition du matériel de fond de l'habitat stagnant des torrents étudiées n'est pas homogène. Le matériel de fond des endroits stagnants est rarement composé d'un seul substrat. Le pourcentage des échantillons contenant différents éléments du matériel de fond est présenté ci dessous pour les deux torrents:

	Roztoka	Olczycki
	%	
détritus	84	87
le gravier	73	51
le limon	26	48
les pierres	26	4

La faune des Éphémères qui apparait dans les habitats stagnants est pauvre. Sur 41 échantillons récoltés dans ce genre d'habitat des deux torrents étudiés, on n'a rencontré que 7 exemplaires d'Éphémères. Cela n'a pas permis de se rendre compte du lien qui existe entre les 4 espèces d'Éphémères (*Ameletus inopinatus*, *Ecdyonurus venosus*, *Rhitrogena semicolorata* et *Baëtis carpathica*) qui ont été récoltées et la nature du substrat.

L'habitat mousseux. L'épaisseur des touffes de mousse sur les pierres du torrent diminue proportionnellement à l'augmentation de la vitesse du courant de l'eau coulant par cette mousse. L'examen de l'influence de l'épaisseur des touffes sur la faune habitant dans cette mousse — n'a été fait que dans la Roztoka (Kamler et Riedel 1960a). La faune des Éphémères de l'habitat mousseux de ce torrent était très pauvre — dans 28 échantillons de 100 cm² chacun, on n'a trouvé qu'un seul exemplaire d'Éphémère. Par contre les larves des Plécoptères et des Trichoptères ont démontré par sa nombreuse présence sa dépendance de l'épaisseur des touffes de mousse: plus la touffe est épaisse, plus grande est le nombre des larves sur une superficie identique (tabl. VII). D'après Vaillant (1956) la longueur des pousses et la superficie des feuilles sont importantes pour la faune installée dans la mousse.

Tableau VII

Le nombre des larves de Plécoptères
et de Trichoptères pour 100 cm² de mousse

Épaisseur des touffes de mousse (cm)	Nombre des larves
> 2	35,5
2 - 1	13,0
< 1	7,5

A part la mousse et les petites algues qui couvrent d'un voile glissant les pierres, on a rencontré plusieurs fois dans les torrents étudiés des filaments d'algues de 10 à 20 cm de longueur. On n'a pas y trouvé des Éphémères. Despax (1927) et Balthasar (1936) n'ont, eux non plus, rien pu trouver.

La profondeur de l'eau

L'habitat pétricole. On a constaté que, dans l'Olczycki, les échantillons pris jusqu'à 12 cm de profondeur renfermaient une moyenne de 226 larves d'Éphémères par m². Dans la Roztoka — 210 larves/m². Par contre les échantillons pris à plus de 12 cm de profondeur dans l'Olczycki donnaient une moyenne de 135 larves d'Éphémères par m², dans la Roztoka — de 195 larves/m². Donc avec l'augmentation de la profondeur des échantillons pris, on constate une diminution minime dans la densité des larves d'Éphémères sur une même superficie. On a obtenu des résultats semblables pour les Plécoptères et les Trichoptères.

L'habitat de gravier. Dans la Roztoka, on a constaté que les échantillons pris jusqu'à 13 cm de profondeur renfermaient une moyenne de 255 de larves/m², par contre à plus de 13 cm la moyenne était de 238 larves/m².

L'habitat stagnant. Vu le petit nombre de larves d'Éphémères dans cet habitat, nous avons tenu compte, dans notre analyse, du total des Éphémères, des Plécoptères et des Trichoptères. On a constaté que dans l'Olczycki, les échantillons pris jusqu'à 13 cm donnaient une moyenne de 1.304 larves/m², dans la Roztoka — 723 larves/m². Les échantillons pris à plus de 13 cm dans l'Olczycki renfermaient 956 larves en moyenne, dans la Roztoka — 681.

Toutes ces données démontrent que l'augmentation de la profondeur de l'eau provoque une réduction du nombre de larves. Cependant cette influence est peu visible à cause des petites différences de profondeur survenant dans les torrents observés.

L'altitude

L'Olczycki coule sur tout son parcours dans les limites de la zone inférieure des forêts (tabl. VIII). La Roztoka, elle, coule dans les limites de deux zones: celle des forêts et celle des *Pinus montana*. Dans la Vallée de la Roztoka la limite de zone des forêts se trouve à 1.360—1.380 m d'altitude (Nyka 1954). Les échantillons pris dans la partie inférieure

Tableau VIII

L'altitude des cours des torrents de la Roztoka et de l'Olczycki

Torrent	L'altitude en m	Différence d'altitude en m	Angle de chute du torrent ‰
Roztoka	1.665-1.021	644	100,7
Olczycki depuis le source jusqu'à Jaszczurówka	1.065- 908	157	35,5

de la Roztoka, se trouvant dans la zone des forêts (1.021—1.370 m) renfermaient beaucoup plus de larves (tabl. IX) que les échantillons de la zone de *Pinus montana* (1.370—1.665 m). On peut supposer que, non seulement l'altitude joue un rôle, mais aussi le régime thermique, une plus grande insolation des parties plus élevées du torrent, ainsi qu'une

autre nature de détritrus. L'influence de l'altitude sur chacune des espèces d'Éphémères est analysée dans le travail de Kamler (1960). Les données concernant l'altitude à laquelle on observait l'apparition de certaines espèces américaines d'Éphémères on peut trouver chez D o d d s and H i s a w (1925).

Tableau IX
L'influence de l'altitude sur la densité des larves dans différents habitats de la Roztoka

Habitat	Éphéméroptères		Éphéméroptères, Plécoptères, Trichoptères (au total)	
	a	b	a	b
Pétricole	205	122	450	159
De gravier	255	170	722	552
Stagnant	0	0	1675	591
Mousseux	0	0	1700	1400

a - zone de forêts 1.021 - 1.370 m

b - zone de *Pinus montana* 1.370 - 1.665 m

Dans tous les torrents examinés de Tatras, au dessous de 1.100 m on a noté 8 espèces; à 1.100—1.200 m — 6 espèces, au dessus de 1.200 m — 3 espèces seulement.

Les besoins en nourriture

On a constaté que le rapport du nombre des larves de 2 espèces d'Éphémères (*Baëtis carpathica* et *Rhitrogena semicolorata*) dominantes dans le milieu pétricole dépend de la densité de la faune des Éphémères. Avec un plus grand nombre de larves d'Éphémères par m² augmente le pourcentage de *Baëtis carpathica*, diminue par contre le pourcentage de *Rhitrogena semicolorata* (fig. 7). Il semble probable que ce soit lié aux besoins en nourriture, qui peuvent être moins grands chez *Baëtis carpathica* qui sont plus petits. On a pesé 69 larves de *Baëtis carpathica* et 67 larves de *Rhitrogena semicolorata* prises dans 5 échantillons de l'habitat pétricole de divers torrents. La moyenne du poids d'un exemplaire de *Rhitrogena* atteignait 13,8 mg, de *Baëtis* — 3,2 mg. Les Éphémères se nourrissent du périfiton qui couvre les pierres. De plus grands besoins en nourriture entraineraient donc une augmentation d'espace vital indispensable.

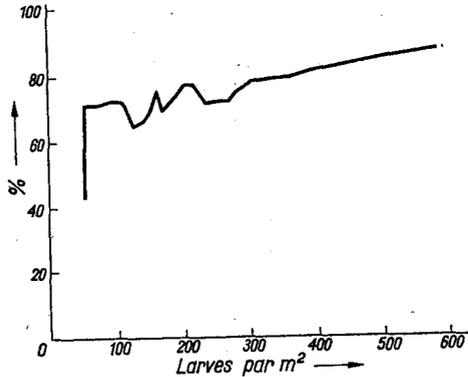


Fig. 7. Le pourcentage de *Baëtis carpathica* en fonction de la densité d'Éphémères dans l'habitat pétricole de l'Olczycki.

Conclusions

1. Dans tous les torrents étudiés, ce sont *Baëtis carpathica* qui dominent.

2. Dans les grands torrents: la Roztoka et l'Olczycki, on rencontre une faune plus dense que dans leurs attributs.

3. Dans l'habitat pétricole le pourcentage de l'espèce rhéophile *Baëtis carpathica* augmente avec l'accroissement de la vitesse du courant, au dépens de l'espèce non rhéophile — *Rhitrogena semicolorata*.

4. Dans l'habitat de gravier, l'augmentation de la vitesse du courant provoque une diminution du nombre des larves des Éphémères, des Plécoptères et des Trichoptères par m². Parmi les Éphémères de l'habitat de gravier, on ne note que *Rhitrogena semicolorata*. Sa densité diminue avec l'accroissement de la vitesse du courant.

5. Dans l'habitat de gravier, on constate dans le courant „onduleux” une faune moins dense que dans le courant „linéaire”.

6. Dans l'habitat pétricole sur un substrat de granit, la faune des Éphémères est plus dense sur les grandes pierres (20—10 cm et 10—5 cm), que sur les petites (5—2 cm et 2—1 cm).

7. Dans l'habitat de gravier, on rencontre un plus grand nombre des larves/m² dans le gravier „grossier” que dans le „mixte”; dans le gravier fin par contre, on n'en rencontre pas.

8. Dans l'habitat mousseux, les Éphémères apparaissent sporadiquement. Le nombre des Éphémères des Plécoptères et des Trichoptères par m² tombe proportionnellement à la diminution de l'épaisseur de la touffe de mousse.

9. Dans les habitats pétricoles, de gravier et stagnant, l'augmentation de la profondeur de l'eau provoque une diminution du nombre des larves/m².

10. Le nombre des espèces rencontrées diminue avec l'accroissement de l'altitude. Le nombre des larves d'Éphémères par m² diminue aussi.

11. Dans l'habitat pétricole, le pourcentage de *Baëtis carpathica* augmente avec l'accroissement de la densité de l'échantillon (poids moyen d'un exemplaire — 3,2 mg), par contre le pourcentage de *Rhitrogena semicolorata* diminue (poids moyen d'un exemplaire — 13,8 mg).

Mes remerciements vont à M. le Professeur Marian Gieysztor qui m'a proposé le sujet faisant l'objet de cette étude, m'a guidé pendant son exécution et m'a toujours prodigué ses précieux conseils; qu'il reçoive ici l'expression de ma profonde gratitude.

BIBLIOGRAPHIE

1. Avel M., 1932. Les causes de la répartition de quelques larves d'Éphémères dans les diverses zones de torrents en Auvergne. Bull. Soc. zool. France, 57.
2. Baddock R. M., 1954. Studies of the benthic fauna in tributaries of the Kävlinge River, Southern Sweden. Annual Report, 35. Inst. of Freshwat. Res. Drott.
3. Balthasar V., 1936. Limnologičke vyzkumy v slovenskych vodach. Prace Učene Společnosti Safarikovy v Bratislave. sv., 19.
4. Berg K., 1951. Notes on some large Danish springs. Hydrobiologia., 3.
5. Beyer H., 1932. Die Tierwelt der Quellen und Bäche des Baumberge Gebiets. Abh. Westf. Mus. Naturk. 3.
6. Despax R., 1927. Observations biologiques en montagnes. Recherches sur les facteurs de la distribution des organismes. Bull. biol. 61.
7. Dodds G. S., Hisaw F. L., 1925. Ecological studies on aquatic insects. IV. Altitudinal range and zonation of mayflies, stoneflies and caddisflies in the Colorado Rockies. Ecology, 6.
8. Dorier A. et Vaillant F., 1954. Observations et expériences relatives à la résistance au courant de diverses Invertébrés aquatiques. Trav. Lab. Hydrobiol., Grenoble.
9. Dziejowski E., 1881. Pięć Stawów w Dolinie Roztoki w Tatrach Polskich. Pam. Fizjograf., 1.
10. Dziędzielewicz J., 1917—1919. Owady siatkoskrzydłe ziem Polski. Rozpr. i Wiad. Muz. Dzied., 3.
11. Dziędzielewicz J., 1919—1920. Owady siatkoskrzydłe ziem Polski. Rozpr. i Wiad. Muz. Dzied., 4.
12. Fabricius E., Gustafson K. J., 1954. Further Aquarium Observations on the Spawning Behaviour of the Char, *Salmo alpinus* L. Ann. Report. 35. Inst. of Freshwat. Res. Drott.
13. Gauthier M., 1952. Stations d'Éphéméroptères dans les Alpes du Dauphiné. Trav. Lab. Hydrobiol., Grenoble.
14. Gieysztor I., 1961. Studia hydrologiczne nad potokami tatrzańskimi. Opady i odpływ w zlewni Białki i Potoku Kościeliskiego. Pr. geograf. IG PAN (in print).
15. Kamler E., 1960. Notes on the Ephemeroptera fauna of Tatra streams. Pol. Arch. Hydrobiol. 7 (20).

16. Kamler E., Riedel W., 1960. The effect of drought on the fauna *Ephemeroptera*, *Plecoptera* and *Trichoptera* of a Mountain Stream. Pol. Arch. Hydrobiol. 7 (20).
17. Kamler E., Riedel W., 1960a. A method for quantitative study of the bottom fauna of Tatra streams. Pol. Arch. Hydrobiol. 7 (20).
18. Kowalski L., 1920. Podreglowe źródła północnej strony Tatr. Spr. Kom. Fizjogr. PAU., 53/54.
19. Lencewicz S., 1937. Polska. Warszawa.
20. Macan T. T., 1957. The *Ephemeroptera* of a stony streams. J. Anim. Ecol., 26.
21. Mikulski J., 1935. Przyczynek do znajomości fauny Czarnohory. 7. *Ephemeroptera*. Spr. Inst. Bad. Lasów, A. 8.
22. Nyka J., 1954. Dolina Roztoki i Pięciu Stawów. Sport i Turystyka, Warszawa.
23. Paryski W. H., 1951. Tatry Wysokie. IV. Poznań.
24. Percival E., Whitehead H., 1929. A quantitative study to the fauna of some types of stream-bed. J. Ecol., 17.
25. Popovici-Bazosanu A., 1928. Sur la prétendue adaptation morphologique des larves à la vie rhéophile. Bull. biol. 62.
26. Staszewski F., Uhorczak J., 1959. Geografia fizyczna w liczbach. Warszawa.
27. Świerz L., 1897. Zapiski termometryczne niektórych stawów, źródeł i innych wód tatrzańskich. Pam. Tow. tatr., 18.
28. Vaillant F., 1956. Recherches sur la faune madicole (hygropétrique S. L.) de France, de Corse et d'Afrique du Nord. Mém. Mus. Hist. nat. Sér. A. Zoologie. Paris 11.
29. Verrier M. L., 1948. La vitesse du courant et la répartition des larves d'Éphémères. C. R. Ac. Sc. Paris, 227.
30. Verrier M. L., 1953. Le rhéotropisme des larves d'Éphémères. Bull. biol. 87 (I).
31. Verrier M. L., 1956. Biologie des Éphémères. Paris.
32. Wierzejski A., 1883. Tatry w okresie lodowym. Pam. Tow. Tatr., 8.
33. Wrzosek A., 1933. Z badań nad zjawiskami krasowymi Tatr Polskich.
34. Zwoliński T., 1948. Przewodnik po Tatrach i Zakopanem. Zakopane.