

Zeitschrift: Bulletin romand d'entomologie
Herausgeber: Société vaudoise d'entomologie ; Société entomologique de Genève
Band: 17 (1999)
Heft: 1

Artikel: L'évolution de la faune aquatique (Ephéméroptères Plécoptères et Trichoptères) du ruisseau des Vurpillières de la réserve naturelle du Lac de Remoray (Doubs, France) après sa remise en méandres
Autor: Reding, Jean-Paul G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-986284>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.05.2025

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

L'évolution de la faune aquatique (Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères) du ruisseau des Vurpillières de la réserve naturelle du Lac de Remoray (Doubs, France) après sa remise en méandres.

par Jean-Paul G. REDING, Petit-Berne 2, CH-2035 Corcelles (NE)
Jean-Paul.Reding@bpu.unine.ch

Abstract:

This paper discusses in detail the faunistic changes brought about by the reinstatement of the original meanders of the ruisseau des Vurpillières, a small brook in the French Jura in 1997, by comparing the results of benthic samples collected in 1993 with those gathered during new campaigns conducted in 1998. Whereas the plecopterological fauna has been pushed back towards the crenal regions as a result of the rising temperatures in the lower reaches of the brook, the Ephemeroptera have spread more widely, according to preferences of substratum. A spectacular rise in species of Trichoptera from the Limnephilid family has also been recorded. The negative influences observed are all due to the fact that the bottom of the meanders is not yet washed out, obstructing thereby the interstitial and stony biotopes of the substratum. Most of the faunistic changes can be explained by the return of the brook to its original epirithral zonation, as opposed to its previous artificial metarhithral or hyporithral status. In 1998, 34 species of Plecoptera (7), Ephemeroptera (8) and Trichoptera (19) have been recorded; 15 of them are new when compared to 1993, and 8 have disappeared, whereas 19 species have not been affected by the changes.

1. Introduction

Le Drain de la Réserve naturelle de Remoray a été remis en méandres durant les mois de janvier et février de l'année 1997. L'ancien parcours rectiligne de ce cours d'eau, établi de manière

artificielle il y a une trentaine d'années, a maintenant été comblé en faveur d'un tracé qui coïncide avec le parcours primitif en méandres, encore bien discernables sur le terrain et marqués dans le cadastre napoléonien de 1839 (Fig. 1). Par la même occasion, le fossé d'assainissement proche des sources a également été remblayé. L'œuvre a été réalisée en grande partie par l'Association gestionnaire de la Réserve, épaulée par des hydrobiologistes et des spécialistes en gestion de milieux aquatiques. Les gros travaux de chantier (pelle mécanique) ont été exécutés par une entreprise de la région.

Afin de permettre une recolonisation en douceur du nouveau parcours, la remise en eaux des anciens méandres s'est effectuée successivement, tronçon après tronçon, d'amont en aval, depuis la confluence des sources jusqu'à l'embouchure dans la Drésine et s'est étalée sur près d'un mois (Bilan des activités 1997, Maison de la Réserve, 1998). Par rapport à l'ancien cours rectiligne, le ruisseau remis en méandres s'est ainsi allongé d'une centaine de mètres. Sa longueur totale, des sources jusqu'à son embouchure dans la Drésine, est maintenant de 500 m.

Le présent travail se propose de dresser le bilan des premières répercussions que cette intervention a eues auprès des peuplements benthiques, en comparant les résultats de la campagne d'échantillonnages menée en 1993 (Reding, 1997) dans le Drain encore rectiligne à ceux obtenus lors d'une nouvelle campagne entreprise en 1998 dans le ruisseau des Vurpillières remis en méandres. Ces nouvelles données ont été rassemblées dans le but de nous renseigner sur la manière dont le reméandrement a été absorbé par une partie importante de la faune benthique et, surtout, sur les processus de recolonisation et de restructurations faunistiques déjà en cours.

2. But

Le but de la remise en méandres du Drain a été de créer les conditions favorables à la revitalisation d'un biotope banalisé par l'intervention humaine. Il s'agissait de retrouver une biodiversité typique de ce genre de milieu, en offrant de meilleures conditions à la faune déjà inféodée à ce secteur et aussi de permettre une colonisation naturelle du nouveau parcours en méandres depuis les cours d'eau et

biotopes aquatiques avoisinants. A plus long terme, cette partie de la réserve devrait ainsi pouvoir fonctionner comme refuge et comme réservoir pour un grand nombre d'espèces d'insectes aquatiques menacés ailleurs par des pollutions accidentelles (le Lhaut) ou chroniques (le Doubs, la Drésine). Le ruisseau des Vurpillières pourrait assumer ce rôle, d'autant plus qu'il tire son alimentation en eau presque exclusivement de sources provenant de zones forestières sans agriculture.

3. La méthode

3.1 Echantillonnage

Durant l'année 1998, trois campagnes d'échantillonnage (12.5.98; 12.8.1998; 6.10.1998) centrées sur les Plécoptères, Ephéméroptères et Trichoptères ont été conduites. Chaque sortie a duré à peu près cinq heures. Nous avons capturé des adultes par battage, récolté des larves de nage libre et du substrat avec une passoire à légumes, pris avec la pincette des larves et fourreaux de Trichoptères. Quelques imagos d'Ephéméroptères ont été pris directement avec la pincette dans la végétation, parfois dans des toiles d'araignées. L'idée de l'utilisation de pièges fixes a été écartée, vu la surface très exiguë du biotope et du risque de défaunation accru. Pour cette même raison, l'échantillonnage doit être considéré comme strictement qualitatif. Nous avons cherché à pallier cet inconvénient en mettant l'accent sur la capture de larves, ce qui devait également nous permettre de déterminer avec suffisamment de précision la composition faunistique des différentes stations, assez proches les unes des autres. Tout le matériel, soit 360 spécimens pour le ruisseau des Vurpillières et 57 pour le Lhaut, a été déterminé jusqu'à l'espèce au moyen d'ouvrages de détermination récents (voir bibliographie) et avec l'appui de la collection de référence de l'auteur.

Le tableau des captures 1998 a ensuite été juxtaposé aux résultats de 1993 et nous avons essayé d'interpréter les divergences en tenant compte des paramètres abiotiques (modification physique du biotope, substrat, vitesse et débit de l'écoulement, température) et biotiques (biocénoses en rupture et en reconstitution). Nous avons axé notre analyse tout particulièrement sur les niches écologiques de chacune des espèces considérées.

3.2 Le découpage des stations 1998

Par rapport au découpage opéré en 1993 (Fig. 1) en Drain I, II et III, nous avons adopté pour l'inventaire présent une grille plus fine en 18 stations, numérotées de n1 à n18 (Fig. 2).

Les stations n1-n3 marquent la zone des sources (= DRAIN III, de 1993) ou le crénal; ces stations n'ont pas été touchées par les travaux de remise en méandres. A la station n5, restée intacte, correspond la zone des confluences des sources (= DRAIN II, de 1993).

Une petite flaque (à sec au milieu de l'été 1998), bien peuplée par des larves de Trichoptères et de Dytiques au printemps, a reçu le matricule n4. Aux stations n6-n10 correspond le parcours récemment remis en méandres (= DRAIN I, de 1993). Les stations n11 et n12 marquent la Drésine, juste avant (n11) et juste après (n12) avoir reçu les eaux du ruisseau des Vurpillières. A la station n13 correspond un petit affluent reçu par le ruisseau près de la station n10.

Les stations n14 à n18 n'ont été utilisées que pour des mesures de température.

3.3 Le Lhaut 1998

Le Lhaut, une petite rivière proche du ruisseau des Vurpillières, a également été prospectée à nouveau à deux reprises, afin de compléter notre inventaire de 1993. Une station a été choisie en aval du pont du Lhaut, non loin de la source des Capucins. Le Lhaut et le ruisseau des Vurpillières possèdent, en effet, beaucoup d'espèces en commun (voir plus bas, Tableau 11).

4. Résultats de l'inventaire faunistique des stations et interprétation provisoire des données

4.1 Stations n1-n3 (milieu crénal forestier)

Il s'agit d'un complexe de sources jaillissant sur le flanc d'une colline boisée. La température de l'eau y est continuellement basse (6 à 8°C). C'est le biotope préféré des Plécoptères et de quelques rares espèces de Trichoptères spécialistes de ce type de milieu.

Figure 1: Drain corrigé et ruisseau remis en méandres

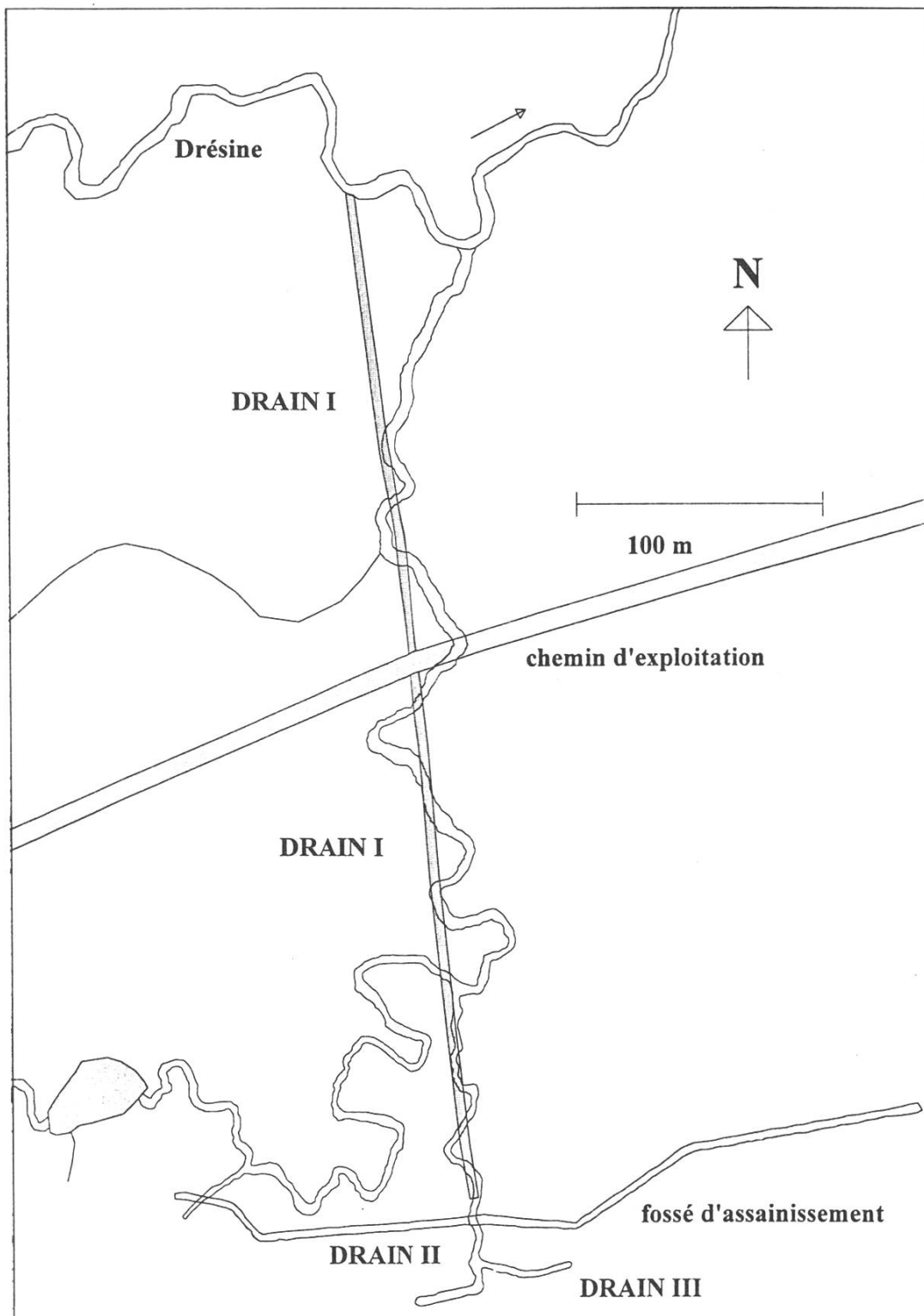


Figure 2: Découpage des stations en 1998

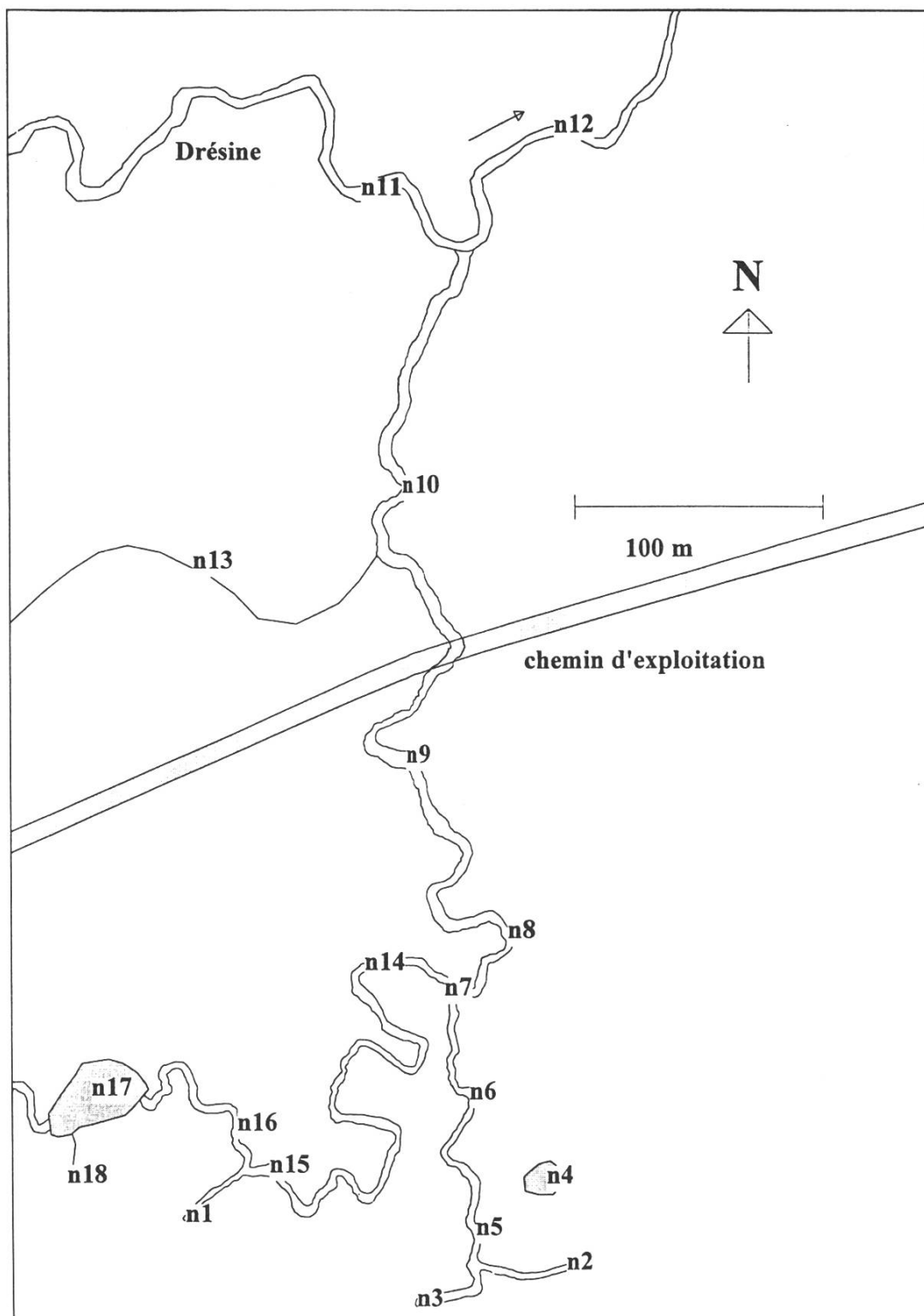


Tableau 1: Plécoptères des stations Drain III/n1-n3 en 1993 et 1998

Plécoptères Drain III, 1993 (Reding, 1997)	Plécoptères n1-n3, 1998
<i>Capnia bifrons</i>	<i>Leuctra albida</i>
	<i>Leuctra nigra</i>
<i>Nemoura cinerea</i>	<i>Nemoura cinerea</i>
<i>Nemoura marginata</i>	<i>Nemoura marginata</i>
<i>Nemurella pictetii</i>	<i>Nemurella pictetii</i>
<i>Protonemura risi risi</i>	<i>Protonemura risi risi</i>

Leuctra nigra est une espèce printanière qui nous avait probablement échappé en 1993, de même que *L. albida*. Le biotope typique de *L. nigra* sont les petits ruisseaux forestiers à courant calme. L'espèce est rare dans les eaux plutôt alcalines du Jura, mais elle peut être très abondante dans des biotopes à valeur de pH neutres ou légèrement acides, comme certaines sources (Brehm et Meijering, 1996: 212, 223) et biotopes marécageux (Rezbanyai-Reser, 1985; Aubert et al., 1996: 37; Ravizza Dematteis et Ravizza, 1990: 335). *L. nigra* est probablement une espèce légèrement acidiphile. La valeur du pH des différentes sources du ruisseau des Vurpillières est comprise entre 7.22 et 7.28 (mesurée le 6.10.1998), donc assez proche du point neutre.

Protonemura risi risi, *Nemurella pictetii* et *Nemoura marginata* sont également des espèces caractéristiques des sources. *Nemoura cinerea* est une espèce souvent signalée de biotopes jurassiens marécageux ou tourbeux (Matthey, 1971; Redard, 1985; Renard, 1986; Reding, 1998). *L. albida* est une espèce commune intrusive, mais assez rare dans le ruisseau des Vurpillières.

Un inventaire plus poussé aurait peut-être permis de capturer à nouveau *Capnia bifrons*, un Plécoptère qui émerge assez tôt dans l'année près des sources, et dont le biotope n'a pas été touché lors de la remise en méandres.

La faune crénale trichoptérologique de la Réserve se distingue par la présence de deux espèces plutôt rares, *Lithax niger* et *Synagapetus dubitans*, déjà signalées en 1993. Le fourreau de *L. niger* diffère légèrement de celui de *Silo nigricornis* (Fig. 3); la larve de *L.*

niger se reconnaît aisément grâce à sa tête enfoncée (Waringer et Graf, 1997: 205).

Tableau 2: Trichoptères des stations Drain III/n1-n3 en 1993 et 1998

Trichoptères Drain III, 1993 (Reding, 1997)	Trichoptères n1-n3, 1998
<i>Lithax niger</i>	<i>Anabolia nervosa</i>
<i>Synagapetus dubitans</i>	<i>Chaetopteryx villosa</i>
	<i>Lithax niger</i>
	<i>Synagapetus dubitans</i>

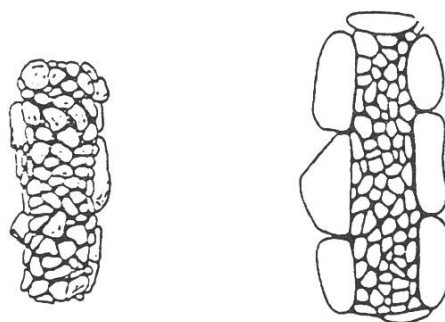


Figure 3: Fourreaux de *Lithax niger* (à gauche, d'après Sedlak, 1985, p. 135, fig. 19) et de *Silo nigricornis* (à droite, d'après Wichard, 1988, p. 57)

Chaetopteryx villosa, par contre, n'est pas une espèce caractéristique des sources. Elle a peut-être cherché un lieu de ponte plus en amont, car sa période d'émergence (décembre – janvier) coïncidait en partie avec celle des travaux de reméandrement. *Anabolia nervosa* est une espèce ubiquiste que l'on trouve aussi bien dans les sources que dans les rivières, et même dans les eaux stagnantes. Dans le ruisseau des Vurpillières, on la trouve dans plusieurs autres stations (n10, n5). Elle est également très fréquente dans la rivière du Doubs (Verneaux, 1973 et captures de l'auteur).

Tableau 3: Ephéméroptères des stations Drain III/n1-n3 en 1993 et 1998

Ephéméroptères Drain III, 1993 Ephéméroptères n1-n3, 1998
(Reding, 1997)

Baetis rhodani

Rhithrogena iridina

Baetis rhodani est une espèce extrêmement commune que l'on trouve partout et qui s'accommode de conditions thermiques très diverses. Elle représente au moins le quart de toute la population éphéméroptérologique du Jura. On peut trouver des larves et des adultes de cette espèce pratiquement pendant toute l'année. Même si, en 1993, *B. rhodani* était fréquent dans le fossé d'assainissement, maintenant comblé, cette espèce n'est pas caractéristique des sources.

L'habitat typique de *Rhithrogena iridina* sont les parties fortement empierrées et à fort courant des petits et moyens ruisseaux. On trouve rarement cette espèce dans les sources. Sa présence dans les sources du ruisseau en 1998 s'explique probablement, comme nous allons le voir plus loin, par un mouvement de fuite vers des zones à substrat graveleux.

4.2 Le ruisseau de tourbière proprement dit (n5-n10)

Même si la plupart des espèces de Plécoptères inféodées aux sources débordent encore quelque peu sur ce tronçon n5-n10, celui-ci est davantage propice aux Ephéméroptères, grâce au réchauffement progressif du ruisseau, mais il favorise encore plus les Trichoptères, pour des raisons que nous tenterons d'évoquer par la suite.

Après avoir quitté le milieu crénal, les ruisselets formés par les sources se rejoignent à la sortie de la forêt pour couler maintenant en milieu ouvert. On observe de ce fait, pendant la saison chaude, une augmentation constante de la température entre les stations n5 et n10 (Fig. 4 et Tableau 4).

Figure 4: Evolution de la température en août (mai) 1998 (en °C)

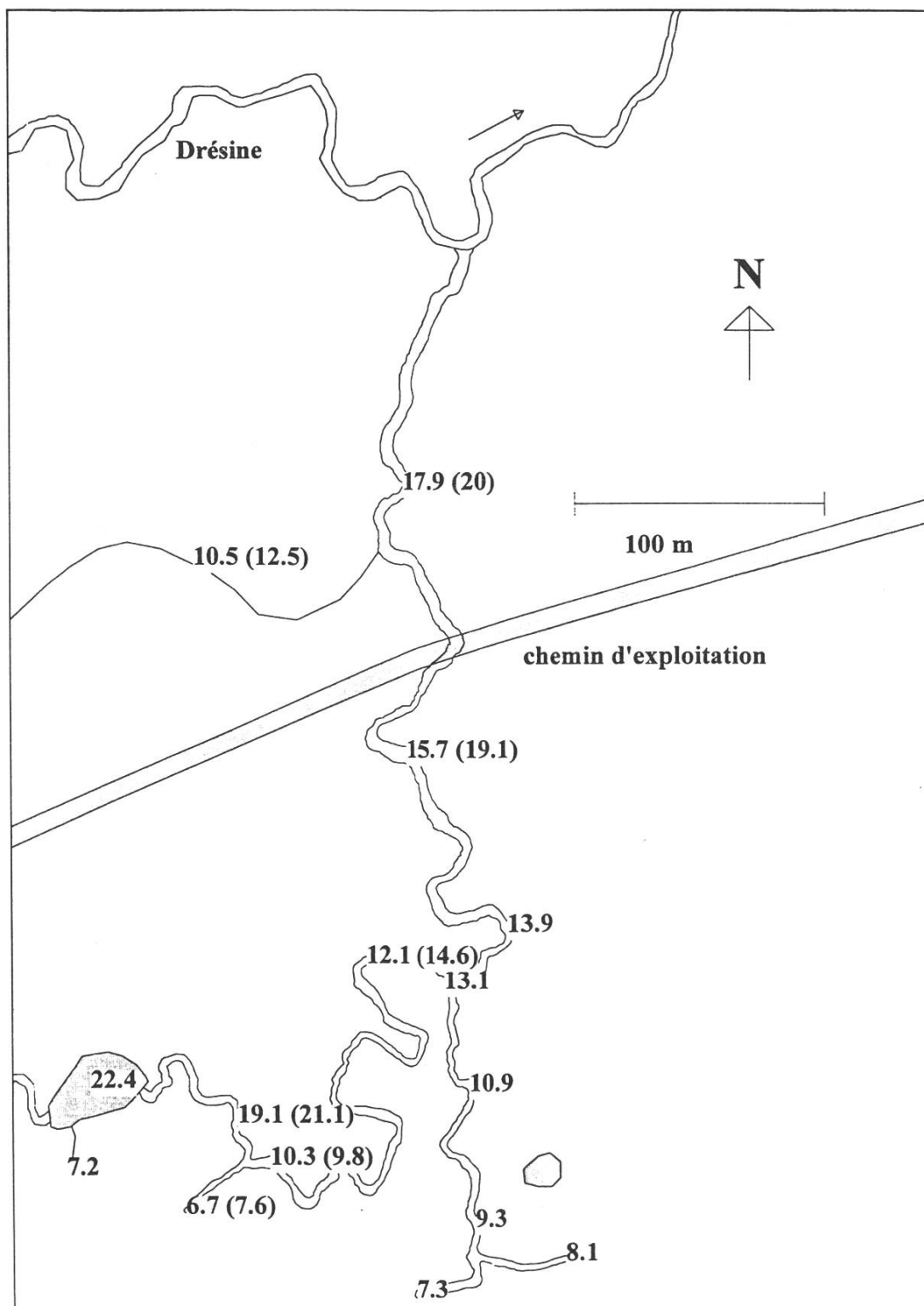


Tableau 4: Variation de la température (en °C)
dans le ruisseau des Vurpillières

station	Mai 98	Août 98	Octobre 98	Octobre 97
n1	7.6	6.7	6.8	6.9
n2		8.1	8.0	8.1
n3		7.3	7.2	
n18		7.2		
n15	9.8	10.3		
n5		9.3	8.2	
n13	12.5	10.5	9.2	
n6		10.9	8.4	
n14	14.6	12.1		
n7		13.1	8.5	
n8		13.9	8.1	
n9	19.1	15.7	8.3	6.3
n10	20.0	17.9	8.4	6.3
n16	21.1	19.1		
n17		22.4		

Au fil des stations, le ruisseau change d'un "sommerkalter Bach", c'est-à-dire un ruisseau dont la température reste inférieure à 12° en été, à un "sommerwarmer Bach", c'est-à-dire un ruisseau qui se caractérise par des températures plutôt élevées (18 à 22°C) en été. Le petit affluent reçu à la station n10 (= n13), par contre, est un exemple typique d'un "sommerkalter Bach". Sa température reste inférieure à 13°C au moment le plus chaud de l'année (12.5°C le 12.5.98; 10.5°C le 12.8.98 et 9.2°C le 6.10.98).

Un étang artificiel créé en bordure de la réserve perturbe assez fortement le régime thermique d'un des affluents du ruisseau des Vurpillières. Le ruisseau a néanmoins conservé un potentiel de tamponnage suffisant pour redresser ces écarts de température à la station n15 (Fig. 4).

4.2.1 La station n4 (flaque temporaire)

Cette flaque, ainsi qu'un certain nombre d'autres points d'eau le long des stations n5-n9, s'est formée à la suite de travaux de décapements dans la tourbière (Bilan des activités 1997, Maison de la Réserve 1998). Ces biotopes nouveaux, que la remontée assez spectaculaire (jusqu'à 45 cm) de la nappe phréatique constatée après la

remise en méandres a permis de créer et d'entretenir, ont immédiatement été colonisés par des coléoptères aquatiques (*Agabus bipustulus* L., *Dytiscus marginalis* L., par exemple), des têtards, des Odonates, quelques larves de Plécoptères (*Nemoura cinerea*) et surtout par des Trichoptères à fourreaux de la famille des Limnephilidés.

Tableau 5: Trichoptères de la station n4 en 1998

Trichoptères n4, 1998

Limnephilus politus

Limnephilus sp.

Halesus digitatus

Limnephilus politus est un habitant typique des mares et flaques à proximité des cours d'eau lents (Fig. 5). L'espèce est signalée par Verneaux de la source du Dugeon et de l'Audeux (Verneaux, 1973). *Halesus digitatus*, déjà présent dans le Drain en 1993, a commencé à coloniser la flaque. *H. digitatus* est caractéristique des tronçons lenticulaires de ruisseaux forestiers à substrat organique (feuilles mortes et matières végétales en décomposition).



Figure 5: Fourreau de *Limnephilus politus*, d'après Rousseau, 1921, p. 742, fig. 256

4.2.2 La station n5 (= Drain II)

En 1993, ce tronçon s'était distingué par une étonnante richesse en ce qui concerne les Éphéméroptères (Reding, 1997). Sa composition faunistique a subi des mutations assez profondes.

Tableau 6: Ephéméroptères de la station Drain II/n5 en 1993 et 1998

Ephéméroptères Drain II, 1993 (Reding, 1997)	Ephéméroptères n5, 1998
<i>Baetis rhodani</i>	<i>Baetis rhodani</i>
<i>Ecdyonurus venosus</i>	
<i>Ephemera vulgata</i>	
<i>Serratella ignita</i>	
<i>Habrophlebia lauta</i>	
<i>Rhithrogena iridina</i>	
<i>Siphonurus aestivalis</i>	
<i>Siphonurus lacustris</i>	
	<i>Centroptilum luteolum</i>
	<i>Baetis vernus</i>
	<i>Alainites muticus</i>

Au niveau des Ephéméroptères, les espèces répertoriées en 1993 ont été soit déplacées vers l'amont et vers l'aval (*Rhithrogena iridina*, *Ecdyonurus venosus*, *Siphonurus lacustris*), soit éradiquées (*Serratella ignita*, *Siphonurus aestivalis*, *Ephemera vulgata*, *Habrophlebia lauta*). Elles ont été remplacées par un ensemble de Baetidés spécialisés dans les milieux à courant lent et à végétation aquatique abondante. *Alainites muticus* est nouveau par rapport à 1993, alors que *Centroptilum luteolum* et *Baetis vernus* ont étendu leur territoire. Les stations n5-n7 forment maintenant un biotope nouveau, qui n'est plus très favorable aux Ecdyonuridés. Les Ecdyonuridés (*Rh. iridina*, *E. venosus*) sont pétricoles et se sont de ce fait déplacés vers des zones à substrat graveleux.

4.2.3 Stations n6-n10 (nouveau parcours en méandres = DRAIN I, 1993)

Tableau 7: Plécoptères des stations Drain I/n6-n10 en 1993 et 1998

Plécoptères Drain I, 1993 (Reding, 1997)	Plécoptères n6-10, 1998
<i>Leuctra albida</i>	<i>Leuctra albida</i>
	<i>Leuctra nigra</i>
<i>Nemoura cinerea</i>	<i>Nemoura cinerea</i>
<i>Nemoura marginata</i>	
	<i>Nemurella pictetii</i>
<i>Perlodes jurassicus</i>	<i>Perlodes jurassicus</i>
<i>Protonemura risi risi</i>	<i>Protonemura risi risi</i>

Alors que la situation est restée à peu près stable en ce qui concerne les Plécoptères, plusieurs changements intéressants sont à signaler chez les Ephéméroptères.

Tableau 8: Ephéméroptères des stations Drain I/n6-n10 en 1993 et 1998

Ephéméroptères Drain I, 1993 (Reding, 1997)	Ephéméroptères n6-10, 1998
<i>Baetis rhodani</i>	<i>Baetis rhodani</i>
<i>Baetis vernus</i>	<i>Baetis vernus</i>
<i>Centroptilum luteolum</i>	<i>Centroptilum luteolum</i>
<i>Rhithrogena iridina</i>	<i>Rhithrogena iridina</i>
	<i>Habroleptoides confusa</i>
<i>Ecdyonurus venosus</i>	<i>Ecdyonurus venosus</i>
<i>Serratella ignita</i>	
	<i>Siphonurus lacustris</i>

On note surtout la disparition de *Serratella ignita*, le déplacement de *Siphonurus lacustris* (depuis Drain II) et le début de colonisation de *Habroleptoides confusa*, très probablement depuis le Lhaut, où cette espèce est abondante (Tableau 10).

La disparition de *S. ignita*, espèce très commune des ruisseaux moyens et grands, est vraisemblablement due au retour du cours d'eau à son gabarit antérieur, ce qui l'a placé à nouveau dans la zone de l'épirhithral (= cours d'eau formé par la confluence de plusieurs petits ruisseaux) et non plus, comme avant, dans le méta- ou hyporhithral (= zone moyenne des ruisseaux). Cette nouvelle configuration s'explique très probablement par le gain substantiel en longueur du cours d'eau suite à son reméandrement.

H. confusa est une espèce légèrement torrenticole avec une nette préférence pour les ruisseaux chauds (Pleskot, 1953). Le biotope typique de cette espèce sont les anfractuosités à la surface inférieure des pierres ou les interstices dans le substrat graveleux (Fig. 6). Elle n'est pas présente dans les endroits vaseux ou argileux. L'espèce est encore rare dans le ruisseau des Vurpillières, puisque l'interstitiel, son biotope préférentiel, a été partiellement colmaté suite aux travaux.

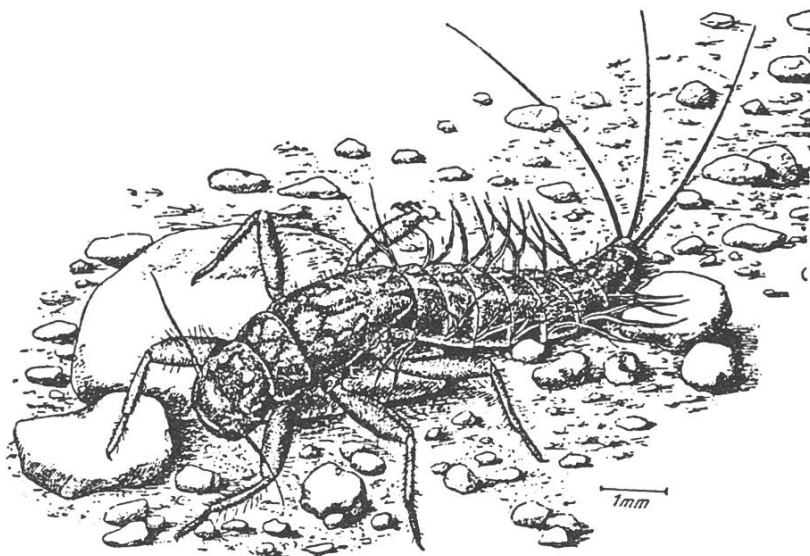


Figure 6: Larve de *Habroleptoides confusa*, d'après Pleskot, 1953, p. 65

Un changement assez radical a été observé chez les Trichoptères. Une dizaine d'espèces nouvelles, des Limnephilidés avant tout, sont apparues.

Tableau 9: Trichoptères des stations Drain I-II/n5-n10 en 1993 et 1998

Trichoptères Drain I-II, 1993
(Reding, 1997)

Chaetopteryx villosa
Drusus annulatus
Halesus digitatus

Lithax niger
Lype reducta

Melampophylax mucoreus

Rhyacophila fasciata
Silo nigricornis
Synagapetus dubitans
Tinodes dives

Trichoptères n5-10, 1998

Allogamus auricollis
Anabolia nervosa
Chaetopteryx villosa
Drusus mixtus
Halesus digitatus
Limnephilus borealis
Limnephilus extricatus
Limnephilus fuscinervis
Limnephilus politus
Lithax niger

Melampophylax melampus
Melampophylax mucoreus
Mesophylax impunctatus
Odontocerum albicorne
Plectrocnemia conspersa
Potamophylax cingulatus
Rhyacophila fasciata
Silo nigricornis

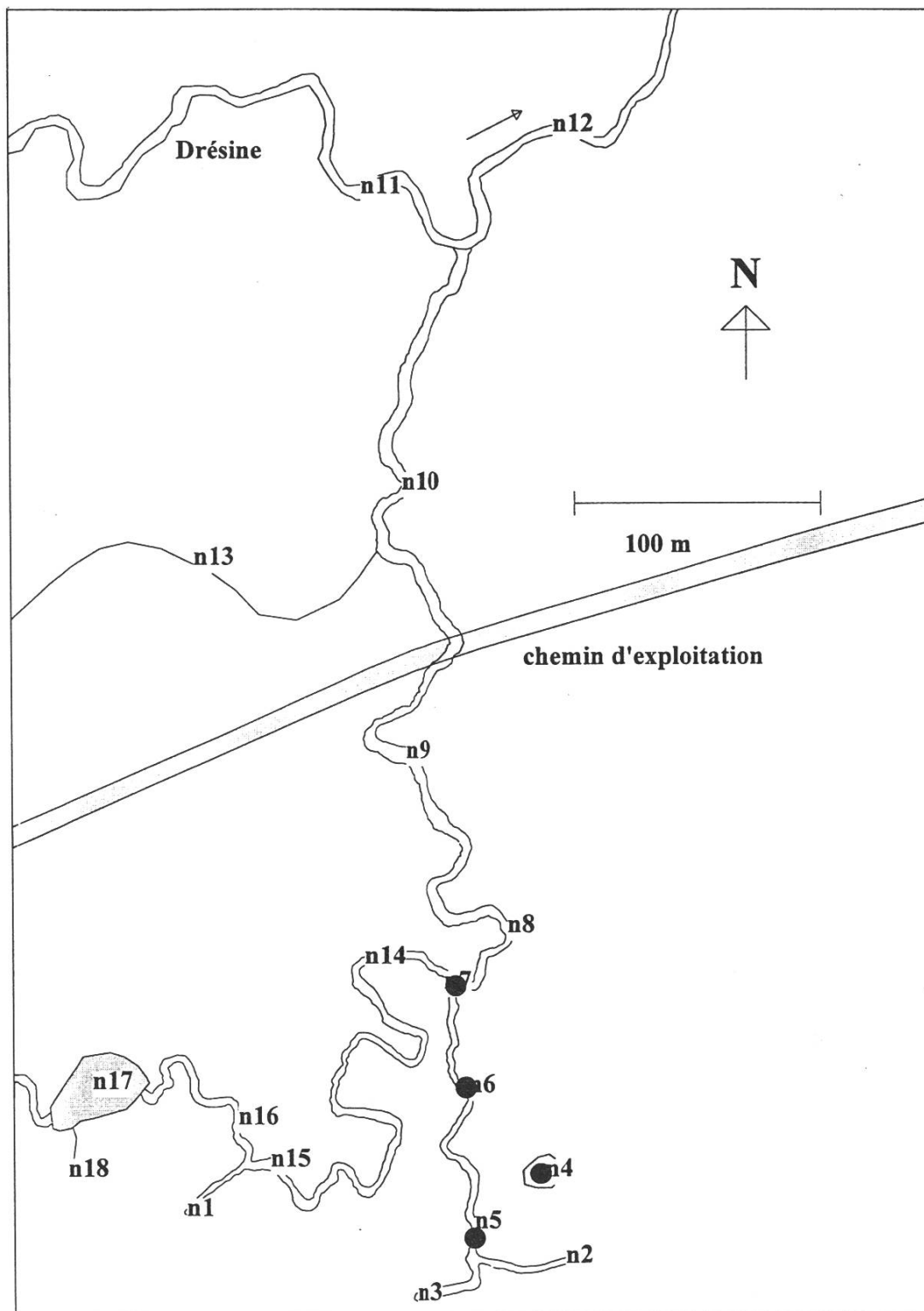
Le biotope typique de beaucoup de Limnephilidés sont les petites mares et flaques, qui peuvent occasionnellement s'assécher en été, ainsi que les zones à courant calme des ruisseaux et des rivières. La plupart des imagos femelles de ces espèces présentent, en été, un stade de diapause ovarienne, qui peut durer plusieurs mois. Grâce à ce mécanisme d'adaptation, qui bloque le développement des œufs, l'espèce peut passer l'éventuelle période d'assèchement de son biotope aquatique habituel sans dommages sous forme d'insecte ailé. Les adultes cherchent alors une cachette appropriée dans des endroits plutôt frais, souvent dans des grottes. L'accouplement a lieu seulement en automne, à l'époque des premières pluies.

L. borealis et *L. fuscinervis* sont des espèces peu communes et très rares dans le Jura. Toutes deux ont une répartition discontinue arcto-alpine: Nord de l'Europe, Îles britanniques et occurrences isolées autour de l'arc alpin (Tobias et Tobias, 1981). Le biotope des spécimens trouvés en Grande-Bretagne sont justement les gouilles avec des *Carex* et des *Phragmites* (Wallace et al., 1990: 197-198). A noter encore que des relictés boréo-arctiques sont souvent signalées des tourbières et haut-marais jurassiens (Mulhauser et Monnier, 1995). *L. borealis* est menacé en Suisse (Siegenthaler-Moreillon, 1991) ; l'espèce a été signalée de l'Orbe, au Brassus (Malicky, 1986). *L. extricatus* et *L. politus* sont, par contre, des espèces plus largement distribuées, mais toutes caractéristiques des eaux stagnantes, parfois marécageuses, ou faiblement courantes. Dans le ruisseau des Vurpillières, les *Limnephilus* se concentrent dans les stations n4, n5, n6 et n7 (Fig. 7).

Il convient de relever, cependant, qu'aucune des espèces de *Limnephilus* acidiphiles (comme *L. coenosus*, *L. griseus*, *L. elegans*) n'a été trouvée dans le ruisseau des Vurpillières. *Oligotricha striata*, un Trichoptère de la famille des Phryganéidés, est la seule espèce strictement acidiphile que nous ayons trouvée lors de l'inventaire de 1993, mais dans une des gouilles du Marais Nord.

Il faut encore signaler tout particulièrement la présence de *Mesophylax impunctatus*, très rare dans le Jura suisse (2 stations connues à ce jour ; Siegenthaler-Moreillon, 1991 et captures de l'auteur). Le biotope de cette espèce est encore mal exploré.

Figure 7: Distribution des Limnephilus



C'est la conjonction de plusieurs facteurs qui peut expliquer la colonisation massive par les Limnéphilidés: le ralentissement du courant en beaucoup d'endroits, le relèvement du niveau de la nappe phréatique et l'augmentation de la température du ruisseau. Les Trichoptères sont ainsi, dans l'ensemble, les grands bénéficiaires de la remise en méandres du ruisseau des Vurpillières.

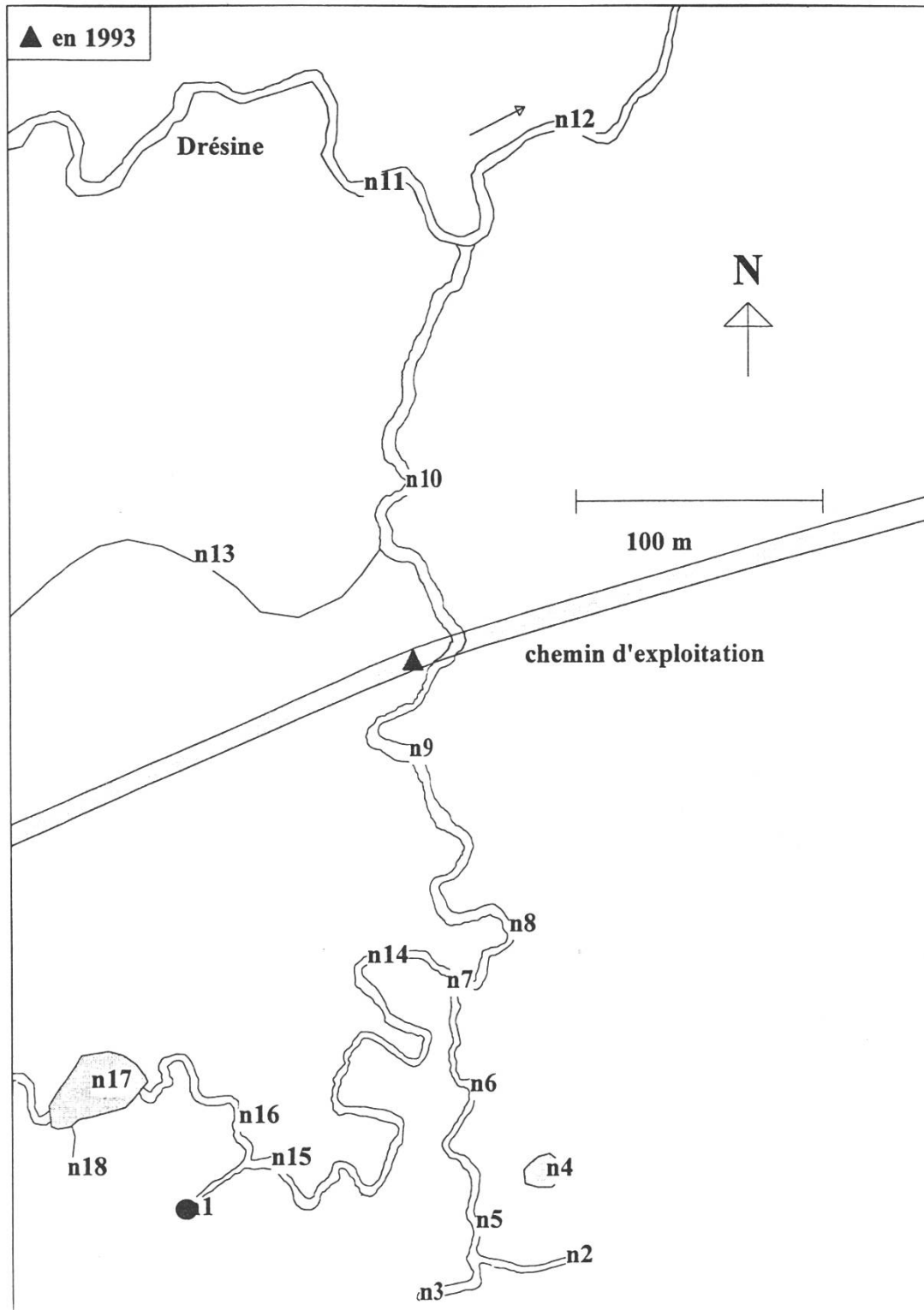
La raréfaction de *Rhyacophila fasciata* et la disparition de *Tinodes dives* ternissent cependant quelque peu ce bilan. Les larves de *T. dives* sont pétricoles; elles construisent de longues galeries à la surface inférieure des pierres (Waringer et Graf, 1997: 17). Or nous avons déjà noté que les biotopes pierreux se sont raréfiés dans le ruisseau. Les microsédiments libérés par les travaux ont peut-être contribué à obstruer ces galeries.

Les larves des *Rhyacophila fasciata* sont carnivores (larves de *Rhithrogena iridina*) et elles souffrent de la raréfaction de leurs proies habituelles. La chaîne trophique s'est affaiblie, mais n'est pas rompue. *R. fasciata* est un spécialiste des ruisseaux froids (Tobias et Tobias, 1981), de même que *Synagapetus dubitans*. Ces espèces n'ont, en effet, plus été trouvées en aval de la station n°6, dont les températures varient de 8.4°C (octobre 98) à 12.9°C (mai 98) et se sont repliées dans la zone plus froide des sources (Fig. 8). *R. fasciata* a été signalé par Verneaux (sub nom. *Rhyacophila septentrionis* McLachlan, 1865) du Doubs près de Labergement-Ste-Marie (Verneaux, 1973). C'est une espèce inconnue dans le Jura suisse.

Lype reducta (une seule capture en 1993) n'a pas été retrouvée. *Plectrocnemia conspersa* s'ajoute à la liste des nouveaux arrivants. C'est une espèce sans fourreau qui capture ses proies au moyen de filets qu'elle tisse sous l'eau et qu'elle accroche à un support. Elle montre une nette préférence pour les eaux à courant lent (13 à 17 cm/s, d'après Brehm et Meijering, 1996: 32; Waringer et Graf, 1997: 15-16).

Drusus annulatus commence à être remplacée par *D. mixtus*, une espèce sténotherme d'eau froide, davantage caractéristique des sources et petits ruisselets que *D. annulatus*, que l'on trouve plutôt dans les cours d'eau plus grands, comme par exemple le Lhaut.

Figure 8: Distribution de *Synagapetus dubitans*



4.3 Le Lhaut

Par rapport à l'inventaire de 1993 (Reding, 1997), l'éventail des espèces du Lhaut s'est légèrement agrandi:

Tableau 10: Ephéméroptères, Trichoptères et Plécoptères du Lhaut

Liste des espèces, Lhaut 1993-98 (E=Ephéméroptère; T=Trichoptère; P=Plécoptère)	
<i>Alainites muticus</i> (Linné, 1758)	E
<i>Baetis nubecularis</i> Eaton, 1898	E
<i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843)	E
<i>Baetis vernus</i> Curtis, 1834	E
<i>Capnia bifrons</i> (Newman, 1838)	P
<i>Centroptilum luteolum</i> (Müller, 1776)	E
<i>Chaetopteryx villosa</i> (Fabricius, 1798)	T
<i>Drusus annulatus</i> (Stephens, 1837)	T
<i>Ecdyonurus venosus</i> (Fabricius, 1775)	E
<i>Serratella ignita</i> (Poda, 1761)	E
<i>Habroleptoides confusa</i> Sartori & Jacob, 1986	E
<i>Habrophlebia lauta</i> Eaton, 1884	E
<i>Isoperla rivulorum</i> (Pictet, 1842)	P
<i>Leuctra albida</i> Kempny, 1899	P
<i>Leuctra inermis</i> Kempny, 1899	P
<i>Nemoura marginata</i> Ris, 1902	P
<i>Perlodes jurassicus</i> Aubert, 1946	P
<i>Protonemura intricata</i> Ris, 1902	P
<i>Protonemura nitida</i> Ris, 1902	P
<i>Protonemura risi risi</i> (Jacobson & Bianchi 1905)	P
<i>Rhithrogena iridina</i> (Kolenati, 1839)	E
<i>Rhyacophila aurata</i> Brauer, 1857	T
<i>Rhyacophila vulgaris</i> Pictet, 1834	T
<i>Siphonurus lacustris</i> Eaton, 1870	E
<i>Siphonoperla torrentium</i> (Pictet, 1842)	P
<i>Synagapetus dubitans</i> McLachlan, 1879	T
<i>Tinodes dives</i> (Pictet, 1834)	T

Des échantillonnages plus intensifs, notamment au premier printemps et à l'arrière-automne, ajouteraient sans doute encore certaines unités à ce tableau.

5. Remarque concernant les Gammares

Lors de l'inventaire conduit en 1993 (Reding, 1997), nous avons signalé des populations très denses de Gammares. L'espèce présente dans le ruisseau des Vurpillières n'est toutefois pas l'espèce commune *Gammarus pulex* L., mais *Rivulogammarus fossarum* (Koch, 1835). Cette espèce occupe, à la différence des autres espèces européennes, la partie supérieure, crénale et froide des eaux courantes. *R. fossarum* est le représentant typique des Gammaridés des petits ruisseaux forestiers froids et riches en oxygène. L'espèce est détritivore et se nourrit principalement de plantes et feuilles mortes en décomposition (Brehm & Meijering, 1996: 30), mais élimine également les champignons et les bactéries qui se forment sur elles. Comme le ruisseau des Vurpillières creuse son lit sur une ancienne tourbière, cette espèce ne peut donc que rencontrer des conditions optimales. Elle est très sensible et peu résistante à l'acidification (chute du pH) et au manque d'oxygène (Brehm et Meijering, 1996: 260). *R. fossarum* se rencontre toujours en concentrations très importantes en milieu favorable.

6. Discussion

Nous choisirons, pour base, un tableau synoptique et récapitulatif des captures faites en 1993 et 1998, non seulement dans le ruisseau des Vurpillières et le Lhaut, mais également dans d'autres endroits aux abords immédiats de la tourbière (Lac de Remoray, mares et ruisseaux divers, Drésine).

La lecture de cette liste faunistique doit prendre en compte les six cas de figure suivants:

a) Les espèces insensibles au changement

A la catégorie des espèces restées en place, bien que perturbées et/ou décimées appartiennent avant tout les Baetidés. En effet, hormis, peut-être, une légère diminution dans la densité des populations, nous n'avons constaté aucun changement en ce qui concerne *Baetis rhodani* et *Centroptilum luteolum*. Les larves de ces espèces sont de type nageur ou agrippeur et ne recherchent pas de substrat spécifique. De plus, elles sont eurythermes et donc peu sensibles aux variations de température.

Tableau 11: vue synoptique des captures en 1993 et 1998

Espèces	ordre	93	98	nouveau	disparu	Lhaut	autres
<i>Alainites muticus</i> (Linné, 1758)	E		X	X		X	
<i>Allogamus auricollis</i> (Pictet, 1834)	T		X	X			
<i>Anabolia nervosa</i> (Curtis, 1834)	T		X	X			
<i>Baetis nubecularis</i> Eaton, 1898	E					X	
<i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843)	E	X	X			X	X
<i>Baetis vernus</i> Curtis, 1834	E	X	X			X	
<i>Caenis horaria</i> (Linné, 1758)	E						X
<i>Capnia bifrons</i> (Newman, 1838)	P	X			X	X	
<i>Centroptilum luteolum</i> (Müller, 1776)	E	X	X			X	X
<i>Chaetopteryx villosa</i> (Fabricius, 1798)	T	X	X			X	X
<i>Cloeon dipterum</i> (Linné, 1761)	E						X
<i>Cloeon simile</i> Eaton, 1870	E						X
<i>Drusus annulatus</i> (Stephens, 1837)	T	X			X	X	
<i>Drusus mixtus</i> (Pictet, 1834)	T		X	X			
<i>Ecdyonurus venosus</i> (Fabricius, 1775)	E	X	X			X	
<i>Ephemera vulgata</i> (Linné, 1758)	E	X			X		X
<i>Habroleptoides confusa</i> Sartori & Jacob, 1986	E		X	X		X	
<i>Habrophlebia lauta</i> Eaton, 1884	E	X			X	X	
<i>Halesus digitatus</i> (Schrank, 1781)	T	X	X				
<i>Isoperla rivulorum</i> Pictet, 1842	P					X	X
<i>Leuctra albida</i> Kempny, 1899	P	X	X			X	
<i>Leuctra inermis</i> Kempny, 1899	P					X	
<i>Leuctra nigra</i> (Olivier, 1811)	P		X	X			
<i>Limnephilus borealis</i> (Zetterstedt, 1840)	T		X	X			
<i>Limnephilus extricatus</i> McLachlan, 1865	T		X	X			
<i>Limnephilus fuscinervis</i> (Zetterstedt, 1840)	T		X	X			
<i>Limnephilus politus</i> McLachlan, 1865	T		X	X			
<i>Lithax niger</i> (Hagen, 1859)	T	X	X				
<i>Lype reducta</i> (Hagen, 1868)	T	X			X		
<i>Melampophylax melampus</i> (McLachlan, 1876)	T		X	X			
<i>Melampophylax mucoreus</i> (Hagen, 1861)	T	X	X				
<i>Mesophylax impunctatus</i> McLachlan, 1884	T		X	X			
<i>Nemoura cinerea</i> (Retzius, 1783)	P	X	X				X
<i>Nemoura marginata</i> Ris, 1902	P	X	X			X	X
<i>Nemurella pictetii</i> Klapalek, 1909	P	X	X				X
<i>Odontocerum albicorne</i> (Scopoli, 1763)	T		X	X			X
<i>Oligotricha striata</i> (Linné, 1758)	T						X
<i>Perlodes jurassicus</i> Aubert, 1946	P	X	X			X	
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (Curtis, 1834)	T		X	X			
<i>Potamophylax cingulatus</i> (Stephens, 1837)	T		X	X			X
<i>Protonemura intricata</i> Ris, 1902	P					X	
<i>Protonemura nitida</i> Ris, 1902	P					X	

Espèces	ordre	93	98	nouveau	disparu	Lhaut	autres
<i>Protonemura risi risi</i> (Jacobson & Bianchi, 1905)	P	X	X				X
<i>Rhithrogena iridina</i> (Kolenati, 1839)	E	X	X				X
<i>Rhyacophila aurata</i> Brauer, 1857	T						X
<i>Rhyacophila fasciata</i> Hagen, 1859	T	X	X				
<i>Rhyacophila vulgaris</i> Pictet, 1834	T						X
<i>Sericostoma personatum</i> (Kirby & Spence, 1862)	T						X
<i>Serratella ignita</i> (Poda, 1761)	E	X			X	X	X
<i>Silo nigricornis</i> (Pictet, 1834)	T	X	X				
<i>Siphonurus aestivalis</i> (Eaton, 1903)	E	X			X		
<i>Siphonurus lacustris</i> Eaton, 1870	E	X	X				X
<i>Siphonoperla torrentium</i> (Pictet, 1842)	P						X
<i>Synagapetus dubitans</i> McLachlan, 1879	T	X	X				X
<i>Tinodes dives</i> (Pictet, 1834)	T	X			X	X	
Total espèces considérées:	55	27	34	15	8	27	16

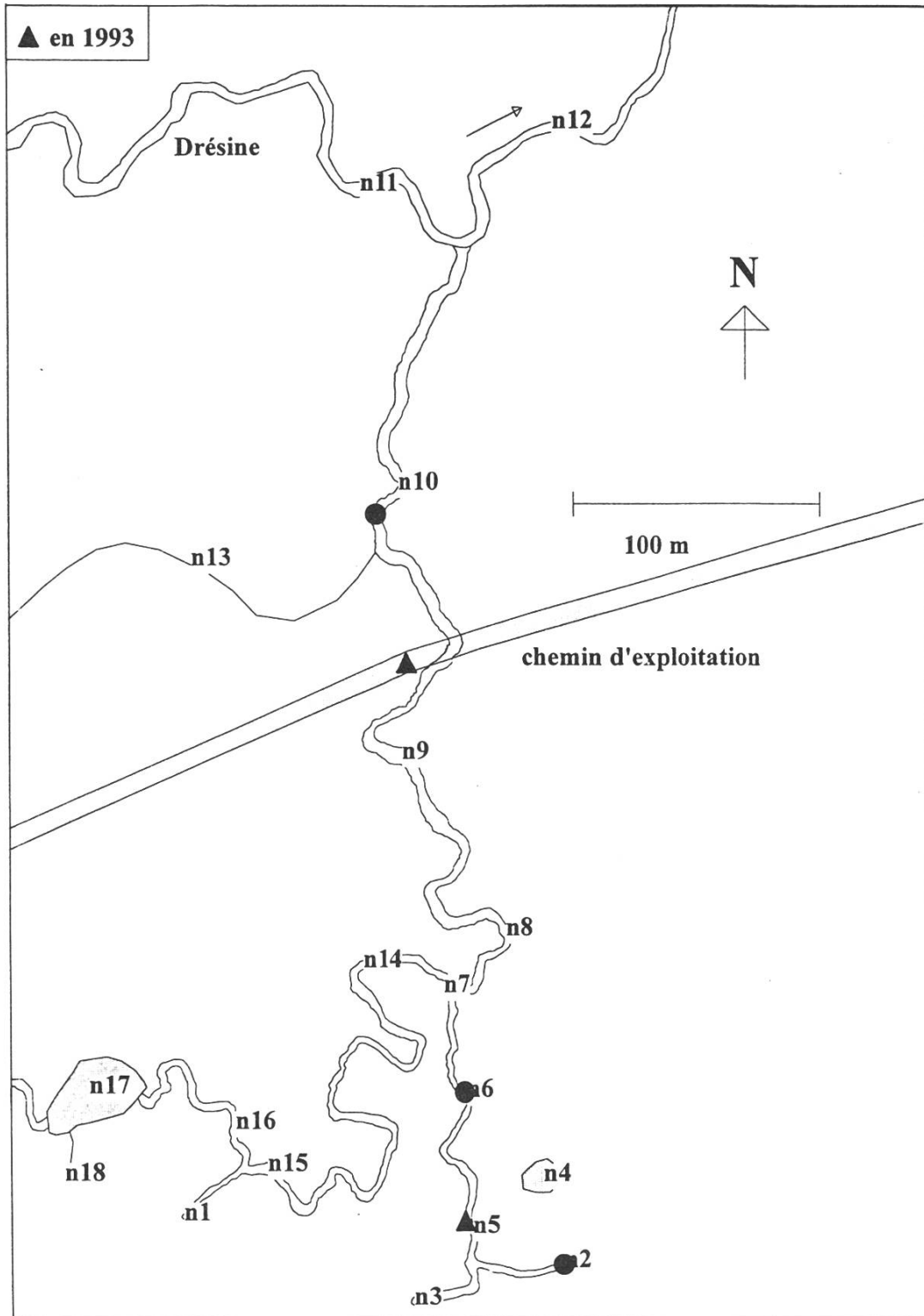
E = Ephemeroptera; P = Plecoptera; T = Trichoptera

b) Les espèces se déplaçant du tronçon remis en méandres vers l'amont (fuite vers le crénal)

C'est le comportement typique des espèces dites sténothermes d'eau froide (*Synagapetus dubitans*; *Rhyacophila fasciata*) qui se sont déplacées vers les sources pour trouver des biotopes plus froids suite au réchauffement du nouveau parcours en méandres.

Le cas de l'Ephéméroptère *Rhithrogena iridina* est assez particulier. Comme *Rh. iridina* est eurytherme et supporte des écarts de température assez importants, cette espèce a simplement recherché des zones graveleuses. Les populations de *Rh. iridina* ont de fait éclaté et peuplent la zone crénale (n2) et la zone légèrement pierreuse, mais assez chaude (n9 et n10) en aval de l'habitat antérieur de l'espèce (Fig. 9). Ce phénomène s'explique, peut-être, par le fait que le ruisseau remis en méandres coule en de nombreux endroits sur le substrat non encore dégraisé de l'ancien lit et n'a donc pas encore atteint le substrat pierreux, indispensable aux *Rhithrogena* et aux Ecdyonuridés en général.

Figure 9: Distribution de *Rhithrogena iridina*



c) Les espèces se déplaçant des tronçons laissés intacts vers les nouvelles stations remises en méandres

Ce comportement est assez rare, et n'a été observé que pour *Siphonurus lacustris*. On peut toutefois noter que les Ephéméroptères en général ont tendance à se répartir maintenant de manière plus uniforme sur le nouveau parcours en méandres et l'ancienne station Drain II. On peut également signaler que *Baetis vernus* a étendu son territoire depuis 1993.

d) Les espèces nouvelles par rapport à 1993

Ici, il faut mentionner avant tout les Trichoptères de la famille des Limnephilidés, en particulier les *Limnephilus*. Bénéficiant de l'augmentation de la température et du ralentissement du courant, des espèces comme *Plectrocnemia conspersa* et *Potamophylax cingulatus* ont pu s'implanter, de même que *Habroleptoides confusa* et *Alainites muticus* chez les Ephéméroptères. *Nigrobaetis niger* (Linné, 1761), que l'on trouve souvent en compagnie d'*Alainites muticus* dans les ruisseaux de tourbière neuchâtelois, est une espèce qui pourrait prochainement faire son apparition dans le ruisseau des Vurpillières. Elle a d'ailleurs été signalée du Doubs près du village de Labergement-Ste-Marie (Verneaux, 1973).

e) Le remplacement d'une espèce par une autre

A l'intérieur d'une même famille ou d'un même groupe, les habitants des biotopes aquatiques ont tendance à se remplacer de l'amont vers l'aval dans une succession d'espèces bien connue et prévisible (Ambühl, 1959; Berthélemy, 1966). Dans le Jura nous avons, par exemple, le cas très clair de la succession des *Ecdyonurus*: *E. helveticus* dans les ruisseaux en altitude, *E. venosus* pour la zone collinéenne, *E. dispar* pour les rivières moyennes et *E. insignis* pour les milieux fluviatiles. Si le ruisseau des Vurpillières est un biotope bien trop exigu pour illustrer ce principe à l'échelle des *Ecdyonurus*, on peut néanmoins citer deux exemples assez nets de ce phénomène chez les Trichoptères: le remplacement de *Drusus annulatus* par *D. mixtus*, et le début du remplacement de *Melampophylax mucoreus* par *M. melampus*. En effet, autant *D. mixtus* que *M. melampus* sont des espèces davantage caractéristiques de l'épirhithral, alors que *D. annulatus*, *M. mucoreus* et *Serratella ignita* (qui a disparu du ruisseau) appartiennent au méta- ou même à l'hyporhithral. Le reméandrement du ruisseau a non seulement réduit la vitesse d'écoulement moyenne des

eaux, mais a également réduit son débit moyen, suite à l'allongement de son parcours. Le reméandrement a replacé le ruisseau des Vurpillières dans un gradient qui le situe davantage " en amont " que son ancienne configuration en forme de Drain. Il est assez remarquable, en effet, que dans tous les cas où il y a, à l'intérieur d'une sous-famille des Limnephilidés, une espèce épirhithrale et une espèce hyporhithrale en concurrence (*Halesus radiatus* – *H. digitatus*, *Potamophylax latipennis* – *P. cingulatus*, *Drusus annulatus* – *D. mixtus*, *Melampophylax mucoreus* – *M. melampus*), c'est toujours la seconde, l'épirhithrale, qui a réussi à s'implanter dans les nouveaux méandres des Vurpillières.

f) Les espèces éradiquées

Théoriquement, il faut distinguer ici entre les espèces qui n'ont pas (plus) été répertoriées en 1998, mais faunistiquement possibles dans le ruisseau et celles qui sont perdues parce que leur présence est devenue faunistiquement improbable suite à la destruction de leur biotope. Alors que *Serratella ignita* et *Drusus annulatus* appartiennent à la dernière catégorie, on peut certainement espérer le retour de *Habrophlebia lauta* (Fig. 10) et de *Tinodes dives*, dont la disparition s'explique vraisemblablement par le colmatage temporaire des biotopes interstitiels par les sédiments fins dégagés par les travaux de remise en méandres. Ces deux espèces sont également présentes dans le Lhaut, ce qui facilitera la recolonisation.

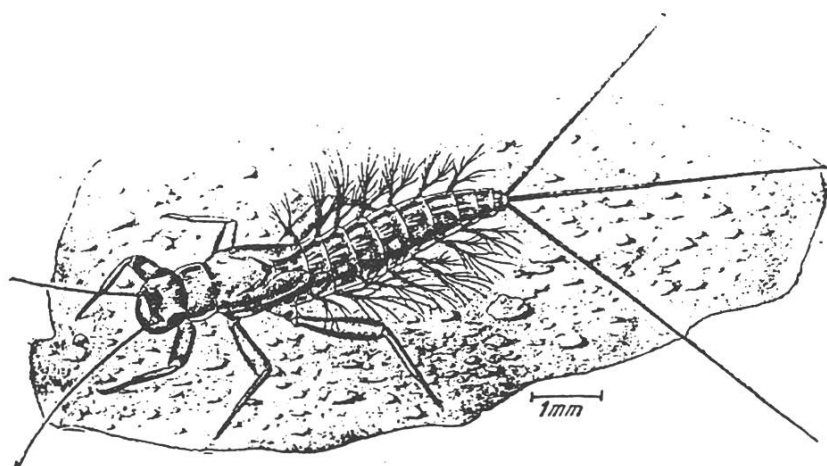


Figure 10: Larve de *Habrophlebia lauta*, d'après Pleskot, 1953, p. 72

La disparition d'*Ephemera vulgata* et de *Siphonurus aestivalis* reste inexpliquée pour l'instant. *S. aestivalis* a été citée du Doubs près de Remoray (Verneaux, 1973); c'est une espèce ripicole (Mulhauser et Monnier, 1995: 175) qui devrait pouvoir trouver un biotope idéal dans les nouveaux méandres.

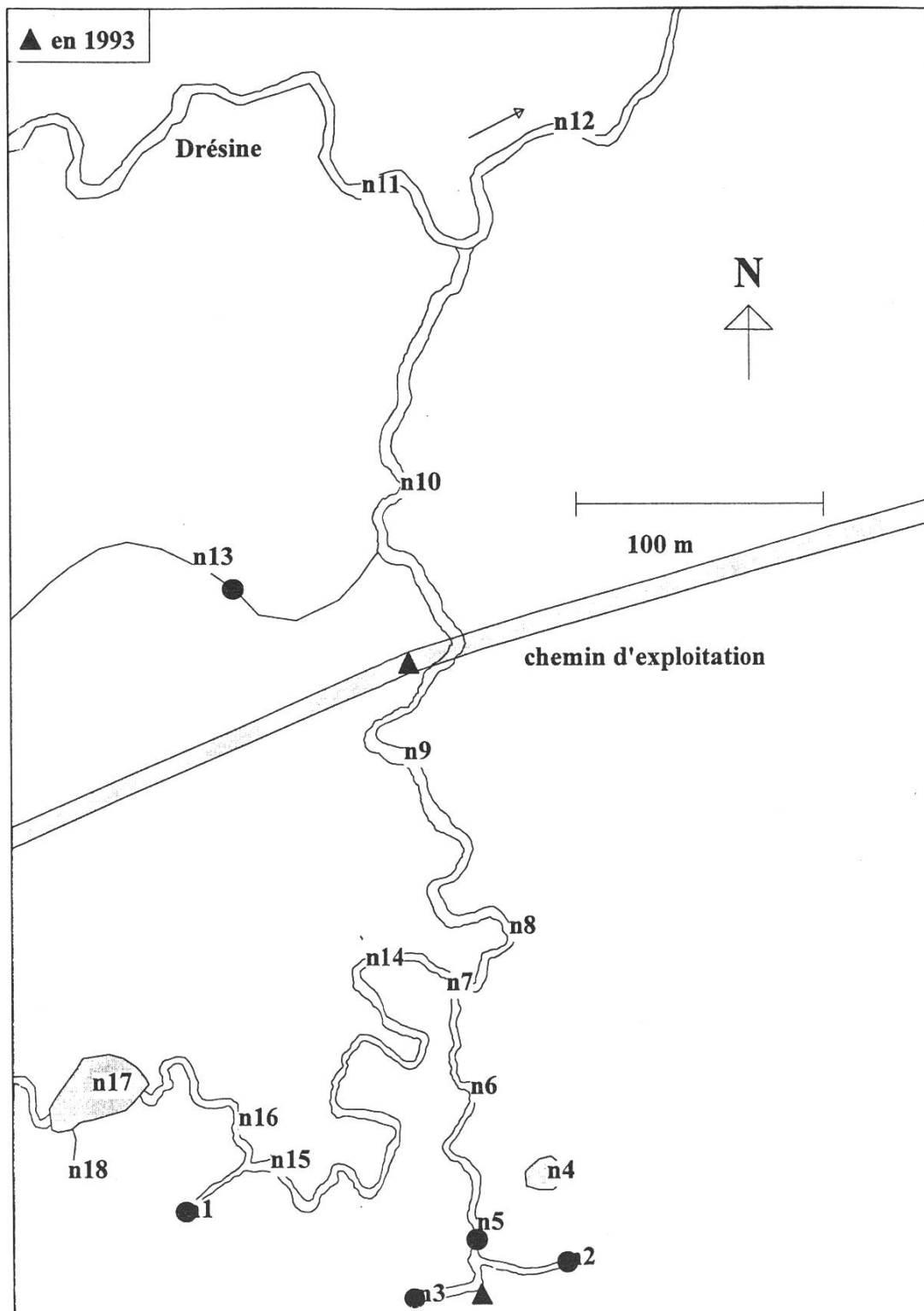
En résumé, on peut donc dire que le reméandrement n'a pas provoqué de changement chez les Plécoptères, inféodés aux biotopes froids des sources. On peut tout au plus leur reconnaître une légère tendance à se replier encore davantage vers ces stations froides en réponse, sans doute, à l'augmentation de la température de l'eau dans le nouveau parcours en méandres. Le comportement de *Nemoura marginata* est typique à cet égard (Fig. 11).

Chez les Ephéméroptères, par contre, nous assistons à une redistribution des espèces en fonction du substrat et de la température. Quelques pertes, mais aussi quelques espèces nouvelles sont à signaler.

Les Trichoptères, enfin, se distinguent par un accroissement spectaculaire d'espèces (une douzaine d'espèces nouvelles), de la famille des Limnephilidés. Le ruisseau des Vurpillières comprend, ainsi, 7 espèces de Plécoptères, 8 espèces d'Ephéméroptères et 19 espèces de Trichoptères. Sur ces 34 espèces, 15 sont nouvelles et 8 ont disparu par rapport à 1993, alors que 19 espèces n'ont pas été affectées par les changements (Tableau 11).

La nouvelle répartition des espèces donne à supposer que la remise en méandres a eu une influence sur la zonation du cours d'eau: alors que le parcours rectiligne du Drain plaçait le cours d'eau dans la zone méta- ou hyporhithrale (présence, en 1993, de *Serratella ignita*, de *Drusus annulatus* et de *Melampophylax mucoreus*), le nouveau parcours en méandres le situe maintenant clairement dans l'épirhithral. En 1993 (Fig. 1), la fracture entre la zone des sources (Drain III) et le cours principal (Drain II et I) s'opérait au niveau de la station n5 (Fig. 2). Rétrospectivement, on peut donc constater que l'ancienne station Drain II était, en réalité, une zone de transition abrupte entre le milieu crénal et le Drain rectifié et qu'elle cumulait, à ce titre, les espèces de plusieurs zones faunistiquement distinctes. Dans le ruisseau des Vurpillières remis en méandres, par contre, c'est avant tout le régime thermique qui conditionne le partage. Alors que les stations n1-n5

Figure 11: Distribution de *Nemoura marginata*



appartiennent au secteur froid (température inférieure à 10°), les stations n6-n10 sont témoin d'un réchauffement progressif du ruisseau. Mais il n'y a plus, maintenant, de cassure en ce qui concerne la vitesse du courant et du volume d'écoulement. Les espèces ne supportant pas des températures élevées (sténothermes d'eau froide) se sont repliées dans les secteurs plus froids; les espèces plus thermophiles, comme les Limnephilidés, par exemple, se sont implantées dans les secteurs plus chauds. Les espèces insensibles aux changements de température ou de débit dans le ruisseau ont plutôt choisi leur habitat en fonction du substrat (*Ecdyonurus* et *Rhithrogena*).

7. Conclusion

7.1 Points négatifs

Les Ecdyonuridés (*Rhithrogena iridina*; *Ecdyonurus venosus*) ainsi que *Tinodes dives* ont été touchés suite à la disparition momentanée du substrat graveleux; les Leptophlébiidés (*Habrophlebia lauta* et *Habroleptoides confusa*) ont été dérangés suite au colmatage des biotopes interstitiels; *Rhyacophila fasciata* et *Perlodes jurassicus* se sont raréfiés suite à la diminution de leurs proies habituelles (larves d'Ephéméroptères). Néanmoins, on peut s'attendre à ce que l'érosion hydrique dégage progressivement le substrat et que le ruisseau retrouve en fin de compte le lit de ses anciens méandres, de manière à ce que ces espèces retrouvent des conditions normales. On peut d'ailleurs remarquer qu'une zone à substrat pierreux a été créée au cours des travaux dans le secteur n10 et qu'elle commence à être occupée par des *Ecdyonurus venosus*, comme en témoignent les jeunes larves que nous avons trouvées durant l'automne 1998.

7.2 Points positifs

En réponse au ralentissement du courant et au relèvement du niveau de la nappe phréatique ainsi qu'à l'augmentation de la température dans les stations n6 à n10, des biotopes nouveaux ont été créés, ce qui a attiré dès la deuxième année un riche éventail de Trichoptères de la famille des Limnephilidés. Le réchauffement du cours d'eau a également permis à d'autres espèces, comme par exemple *Habroleptoides confusa*, *Alainites muticus* et *Plectrocnemia conspersa* de s'implanter.

7.3 Evolution future

Le reméandrement n'a pas eu un effet trop brutal, et le phénomène de la pullulation d'une ou de plusieurs espèces ubiquistes - qui aurait été à craindre en cas d'anéantissement complet de la faune benthique - ne s'est pas produit. Les nouveaux tronçons ont immédiatement été colonisés par les macroinvertébrés benthiques et recèlent à présent même davantage d'espèces que l'ancien parcours rectiligne (Tableau 11). D'autres expériences sur le terrain ont d'ailleurs montré que la colonisation par les macroinvertébrés s'opère en une année déjà si le cours d'eau est proche de milieux intacts (Lubini, 1998).

Les différentes populations benthiques n'ont cependant pas encore atteint un groupement définitif en 1998 et continueront d'évoluer jusqu'à la stabilisation du substrat du ruisseau des Vurpillières qui ne sera probablement pas réalisée avant l'achèvement du processus d'érosion hydrique et du lavage des sédiments qui recouvrent encore les méandres primitifs.

8. Remerciements

Mes remerciements vont à Bruno Tissot, conservateur de la Réserve de Remoray, pour son hospitalité et pour son dévouement lors des recherches sur le terrain. Les cartes de distribution ont été préparées avec le logiciel DMAP (Dr Alan Morton, Blackthorne Cottage, Chawridge Lane, Winkfield, Berkshire SL 4 4 QR, Royaume-Uni). Le manuscrit a, comme d'habitude, profité de la relecture de Jean-Paul Haenni.

9. Bibliographie

9.1 Ouvrages généraux

Ambühl H. 1959. Die Bedeutung der Strömung als ökologischer Faktor. Schweiz. Z. Hydrol. **21**: 135-264.

- Aubert J. 1989. Les Plécoptères des cantons de Vaud et de Fribourg. Bull. Soc. vaud. Sci. Nat. **79**: 237-283.
- Aubert J., Aubert C.-E., Ravizza C. & Ravizza Dematteis E. 1996. Les Plécoptères du canton du Tessin, des vals de Mesolcina et de Calanca (canton des Grisons). Mitt. schweiz. ent. Ges. **69**: 9-40.
- Berthélemy C. 1966. Recherches écologiques et biogéographiques sur les Plécoptères et Coléoptères d'eau courante (*Hydraena* et Elminthidae) des Pyrénées. Annls limnol. **2**: 227-458.
- Brehm J. & Meijering M. 1996. Fliessgewässerkunde: Einführung in die Ökologie der Quellen, Bäche und Flüsse, 3e éd. Wiesbaden, Quelle & Meyer. 302 pp.
- Lubini W. 1998. Bauen für den Steinkrebs am Oberdorfbach in St. Gallen. Gas, Wasser, Abwasser Jg. **78**: 903-907.
- Malicky H. 1986. Trichopterenfunde in der Schweiz, September-Oktober 1986. Entomol. Ber. Luzern **16**: 147-150.
- Matthey W. 1971. Ecologie des insectes aquatiques d'une tourbière du Haut-Jura. Revue suisse Zool. **78**: 367-536.
- Mulhauser B. et Monnier G. 1995. Guide de la faune et de la flore des lacs et des étangs d'Europe. Lausanne, Delachaux & Niestlé. 335pp.
- Pleskot M. 1953. Zur Ökologie der Leptophlebiiden (Ins., Ephemeroptera). Öst. zool. Z. **4**: 45-107.
- Ramade F. 1998. Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau: biogéochimie et écologie des eaux continentales et littorales, Paris: Ediscience international. 786 pp.
- Ravizza Dematteis E. et Ravizza C. 1990. The stonefly fauna of the Oropa valley (Pennine Alps (Plecoptera). Boll. Mus. reg. Sci. nat. Torino. **8**: 321-342.
- Redard, O. 1985. Etude écofaunistique des points d'eau de la région neuchâteloise. Les mares de pâturage de la Chaux-d'Amin. II. La faune. Bull. Soc. neuch. Sci. Nat. **108**: 87-101.
- Reding J.-P. 1997. Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères de deux cours d'eau (Drain, Lhaut) de la réserve naturelle de Remoray (Doubs, France). Bull. romand Entomol. **15**: 1-15.
- Reding J.-P. 1998. Les Plécoptères du bassin de l'Areuse (Val de Travers, Canton de Neuchâtel, Suisse). Bull. romand Entomol. **16**: 23-55.

- Renard, A.-Cl. 1986. Etude écofaunistique des points d'eau de la région neuchâteloise: faune aquatique de la gravière de la Paulière. Présentation du milieu et liste faunistique. Bull. Soc. neuch. Sci. Nat. **109**: 89-100.
- Réserve Naturelle du Lac de Remoray. Maison de la Réserve 1998. Bilan des activités 1997, Remoray, Maison de la Réserve. pp. 14-16.
- Rezbanyai-Reser L. 1985. Die Insektenfauna des Hochmoores Balmoos bei Hasle, Kanton Luzern. Entomol. Ber. Luzern **14**: 112.
- Verneaux J. 1973. Cours d'eau de Franche-Comté (massif du Jura). Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Essai de biotypologie. Thèse. Ann. Sci. Uni Besançon (3), zool., fasc. 9. 260 pp.
- Wichard W. 1988. Die Köcherfliegen. Trichoptera. Wittenberg Lutherstadt. 2e éd. 79 pp.

9.2 Ouvrages de détermination

- Aubert J. 1959. Plecoptera. Imprimerie de la Concorde, Lausanne. 139 pp. (Insecta helvetica. Vol. 1).
- Edington J.M. 1995. Caseless caddis larvae of the British Isles. Ambleside, Freshwater Biological Association. 134 pp. (Scientific publication No 53)
- Engelhardt W. 1996. Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher ? Pflanzen und Tiere unserer Gewässer. Eine Einführung in die Lehre vom Leben der Binnengewässer. 14e éd. Stuttgart. 313 pp. (Kosmos Naturführer)
- Kis B. 1974. Plecoptera. Bucarest. Fauna Republicii Socialiste România. Insecta. Volumul VIII, fascicula 7. 271 pp.
- Malicky H. 1983. Atlas of European Trichoptera = Atlas der europäischen Köcherfliegen. W. Junk, Boston & The Hague. 298 pp.
- Rousseau E. 1921. Les larves et nymphes aquatiques des insectes d'Europe (morphologie, biologie, systématique). Vol. 1, en collaboration avec J.-A. Lestage et H. Schouteden. Bruxelles. 967 pp.

- Sartori M. 1987. Contribution à l'étude taxonomique et écofaunistique des Ephéméroptères de Suisse (Insecta; Ephemeroptera). Lausanne. Thèse de doctorat. 561 pp.
- Sedlak E. 1985. Bestimmungsschlüssel für mitteleuropäische Köcherfliegenlarven (Insecta, Trichoptera). Bundesanstalt für Wassergüte, Wien. Traduit du tchèque par J. Waringer. 146 pp.
- Siegenthaler-Moreillon C. 1991. Les Trichoptères de Suisse occidentale (Insecta, Trichoptera). Lausanne. Thèse de doctorat. 200 pp.
- Studemann D., Landolt P., Sartori M., Hefti D. & Tomka, I. 1992. Ephemeroptera (version française). Société entomologique suisse, Fribourg. 174 pp. (Insecta helvetica. Vol. 9).
- Tobias D. & Tobias W. 1981. Trichoptera germanica, vol. 1, Imagines. Senckenbergische Naturforschende Gemeinschaft, Frankfurt a.M. 671 pp.
- Wallace I.D. et al. 1990. Case bearing caddis larvae of Britain and Ireland. Ambleside, Freshwater biological association. 237 pp. (Scientific publication No 51)
- Waringer J. & Graf W. 1997. Atlas der Österreichischen Köcherfliegenlarven unter Einschluss der angrenzenden Gebiete. Wien, Facultas-Universitätsverlag. 286 p.