



HAL
open science

Cavariella aegopodii scop. (hom. aphididae) en culture de carotte dans l'ouest de la France. Evolution des populations

E. Brunel, J.M. Rabasse

► **To cite this version:**

E. Brunel, J.M. Rabasse. Cavariella aegopodii scop. (hom. aphididae) en culture de carotte dans l'ouest de la France. Evolution des populations. Annales de Zoologie Ecologie Animale, 1977, 9 (3), pp.469-480. hal-02731499

HAL Id: hal-02731499

<https://hal.inrae.fr/hal-02731499>

Submitted on 2 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright

2-175

***Cavariella aegopodii* Scop. (Hom. Aphididae) en culture de carotte dans l'Ouest de la France**

I. — Evolution des populations

E. BRUNEL et J. M. RABASSE (*)

avec la collaboration technique de Augustine GELLE et Y. BLOT

Laboratoire de Recherches de la Chaire de Zoologie, INRA — ENSA
Centre de Recherches de Rennes,
65, rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes Cedex

(*) Station de Zoologie et de Lutte biologique,
Centre de Recherches d'Antibes, INRA,
37, boulevard du Cap, 06602 Antibes

Résumé

Cavariella aegopodii Scop. est le seul puceron important sur carotte dans l'Ouest de la France, où il pullule sur semis précoce. Les différentes phases de l'évolution annuelle des populations de cet aphide, partiellement anholocyclique en Bretagne, sont étudiées sur cette plante de 1971 à 1974. Le vol de printemps est composé d'un vol d'infestation et d'un vol de dissémination, les structures des populations sont données ainsi que l'accroissement des populations en hiver sur carotte.

Introduction

Le puceron *Cavariella aegopodii* SCOP. est un déprédateur important des cultures de carottes dans la zone côtière de l'Ouest de la France. Des semis précoces peuvent être détruits par une colonisation massive au stade cotylédonnaire et la croissance de la carotte peut être fortement ralentie en période de sécheresse. Des pulvérisations insecticides sont effectuées lorsque les pucerons provoquent la crispation du feuillage. Bien que la Mouche de la Carotte, *Psila rosae* FAB. demeure l'insecte le plus préoccupant sur carotte, l'importance de cette culture dans l'Ouest (8 000 ha) nous a conduits à étudier *C. aegopodii*.

Ce puceron a une répartition pratiquement mondiale ; il vit sur saule et Ombellifères. La seule étude biologique de cet insecte heteroecique qui a une possibilité de survie hivernale sous la forme anholocyclique, a été effectuée dans le centre de l'Angleterre (Dunn, 1965a) ; Dunn et Kirkley (1966) observent *C. aegopodii* sur de nombreuses Ombellifères sauvages et cultivées et constatent qu'après le cerfeuil, la carotte cultivée est la plante la plus attractive et la plus favorable à sa multiplication. Dunn (1970)

ne trouve pas de différence nette entre la sensibilité à cet aphide de nombreuses variétés de carottes festées tant au champ qu'au laboratoire.

C. aegopodii transmet, entre autres maladies à virus, le Mottley Dwarf (Watson et Serjeant, 1964), qui réduit énormément le rendement des carottes et se manifeste par le jaunissement des feuilles externes, ou leur rougissement suivant les variétés, le rabougrissement des feuilles du cœur et la prolifération de racines adventives. Dunn (1956b), Dunn et Kempton (1967), Wheatley et Wright (1970) ont envisagé une protection chimique à base de produits organophosphorés destinée à éviter la propagation de cette maladie. Dans l'Ouest de la France, cette maladie n'est pas signalée comme importante.

Nous avons étudié en Bretagne les phases successives de l'évolution annuelle des populations de *C. aegopodii* sur carotte : vol de printemps, pullulation et régression des colonies, maintien à de très faibles densités en août et reconstitution des colonies pendant l'automne et l'hiver pour la fraction anholocyclique de la population. La limitation des populations par les agents biologiques fera l'objet de la 2^e partie de ce travail (Rabasse et Brunel, 1977).

Matériel et méthodes

Les populations de *C. aegopodii* ont été étudiées dans un jardin de type potager situé à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes (Ile-et-Vilaine). Les observations étaient effectuées de façon continue de mai 1971 à avril 1974, période correspondant à 3 cycles du puceron. Les carottes de variété « Nantaise améliorée » étaient plantées à raison de 60-70 pieds par m sur les rangs, ceux-ci écartés de 40 cm. En principe, 5 semis en parcelles contiguës d'environ 50 m² chacune étaient effectués chaque année. La superficie du premier semis était doublée, une moitié était hâtée par l'adjonction d'un film de polyéthylène pendant 5 semaines. Les dates de semis sont précisées dans le tableau 1. La levée a lieu 3 semaines après le semis.

TABLEAU 1

Dates des différents semis de carotte et de la mise en jauge à Rennes

Années	N° du semis					Mise en jauge
	1.1 et 1.2	2	3	4	5	
1971	1.04	3.05	14.06	13.07	16.08	22.12
1972	22.03	3.05	14.06	12.07	16.08	10.01
1973	20.03	4.05	5.06	30.07	—	30.12

Pendant l'hiver, les carottes sont stockées verticalement en jauge dans du sable à proximité immédiate des parcelles de culture, sans protection particulière. Les différents semis sont dès lors confondus.

Les vols sont observés dans la culture à l'aide de pots-pièges circulaires (10 cm de diamètre et 5 cm de hauteur) en polystyrène transparent, peints intérieurement en

jaune « bouton d'or » (1). Ces pots sont disposés régulièrement à 1,5 m l'un de l'autre, au sol, en ligne dans chaque semis, à raison de 10 pièges par semis.

Les populations de pucerons sont dénombrées après prélèvement d'échantillons de feuillage. Chaque prélèvement porte sur 25 demi-plantes par semis sélectionnées « au hasard » (50 demi-plantes pendant certaines périodes). *C. aegopodii* étant très homochrome, le tri du matériel est effectué sous loupe binoculaire.

Les données climatiques sont fournies par le poste de l'E. N. S. A. R. situé à 20 m des parcelles d'observation.

1. — Vol de printemps

A Rennes, les carottes peuvent être semées en pleine terre à partir de fin mars-début avril. La levée des 1^{ers} semis a lieu fin avril et la colonisation par les pucerons est immédiate. Les nombres d'ailés capturés dans les différents semis échelonnés en 1971, 1972 et 1973 sont représentés sur les figures 1, 2 et 3. Les maximums de captures sont situés le 15.5.71, du 19 au 22.5.72 et du 18 au 25.5.73. Bien qu'il soit formé d'ailés produits d'une part sur plantes-hôtes primaires, d'autre part sur plantes-hôtes secondaires, comme nous le verrons plus loin, le vol de printemps se produit donc avec une grande régularité. Robert et Rouze-Jouan (1976) ont d'ailleurs observé cette régularité des vols pendant 9 années de piégeage.

Les 1^{ers} ailés sont capturés dans les pièges jaunes le 19.4.72 et le 10.4.73, ainsi que le 8.4.74 dans un piège à succion situé à proximité immédiate de la parcelle. En 1973, le début du vol coïncide bien avec les observations effectuées sur carotte en silo : 1^{res} nymphes le 11.4 pour une population de 7,3 pucerons par plant. En 1972, par contre, les 1^{res} nymphes sont présentes dès le 26.1 dans des populations de 12,5 pucerons par plant et les ailés le 8.3. En 1974, enfin, nymphes et ailés sont produits en permanence pendant l'hiver, tandis que les populations sont toujours supérieures à 23 pucerons par pied ; comme en 1972, les tout 1^{ers} ailés volent début avril. Ces 2 années 1972 et 1974, il y a donc un blocage du vol de *C. aegopodii*, qui peut durer tout l'hiver. L'observation des données climatiques ne nous a pas permis de préciser un seuil thermique correspondant aux 1^{res} captures.

En 1973, les semis 2 et 3 ont poussé pendant le vol massif de *C. aegopodii* ; les captures ont été presque doubles dans le semis 2, qui avait le plus grand développement végétatif. Ce résultat concorde avec l'observation de Dunn (1969) selon laquelle le nombre d'ailés qui se posent sur carotte est une fonction directe de la taille du plant lorsque des carottes de tailles variées sont disposées en mélange. Les semis 1.1 et 1.2 ont un développement végétatif voisin. En 1972, les captures sont très peu différentes entre ces 2 semis. En 1971, par contre, les ailés piégés sont environ 2 fois plus nombreux dans le semis 1.2 que dans le semis 1.1. Or, exceptionnellement, la parcelle 1.2 n'était pas disposée en bande parallèlement aux autres semis, mais en carré à l'extrémité de ceux-ci. Nous attribuons la différence dans les captures à la localisation particulière de la parcelle et du dispositif de piégeage.

Dans les semis tardifs, qui lèvent pendant la 2^e partie du vol de printemps, les captures sont considérablement plus fortes que dans les semis plus précoces aux

(1) Réf. Ripolin 514. Ces pièges sont du type « Mouche de la Carotte » (Brunel et Langouet, 1970).

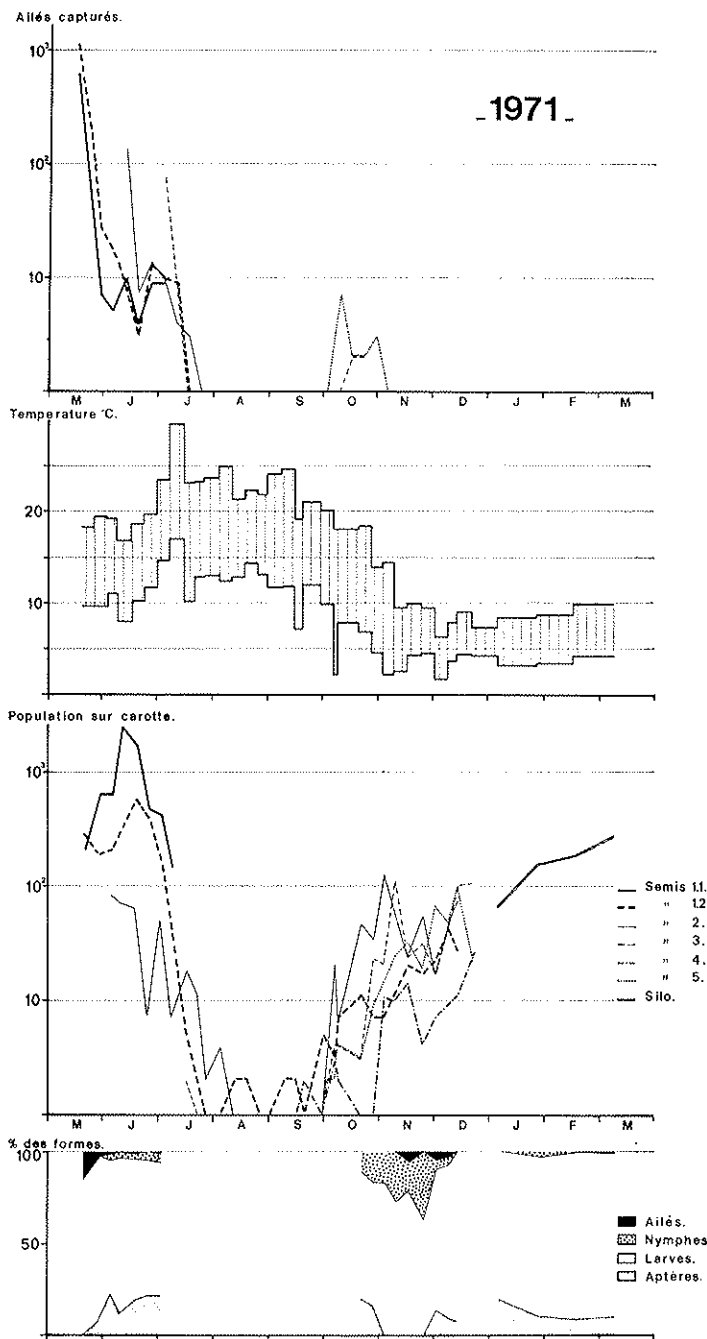


FIG. 1. — Rennes 1971. Evolution des populations de *Cavariella aegopodii* Scop. sur différents semis de carotte.

Nombre d'ailés capturés dans 10 pièges jaunes.

Moyennes des températures maximales et minimales entre 2 prélèvements.

Nombre de pucerons sur un échantillon de 25 demi-plantes.

Pourcentages de femelles ailées, de nymphes et de femelles aptères.

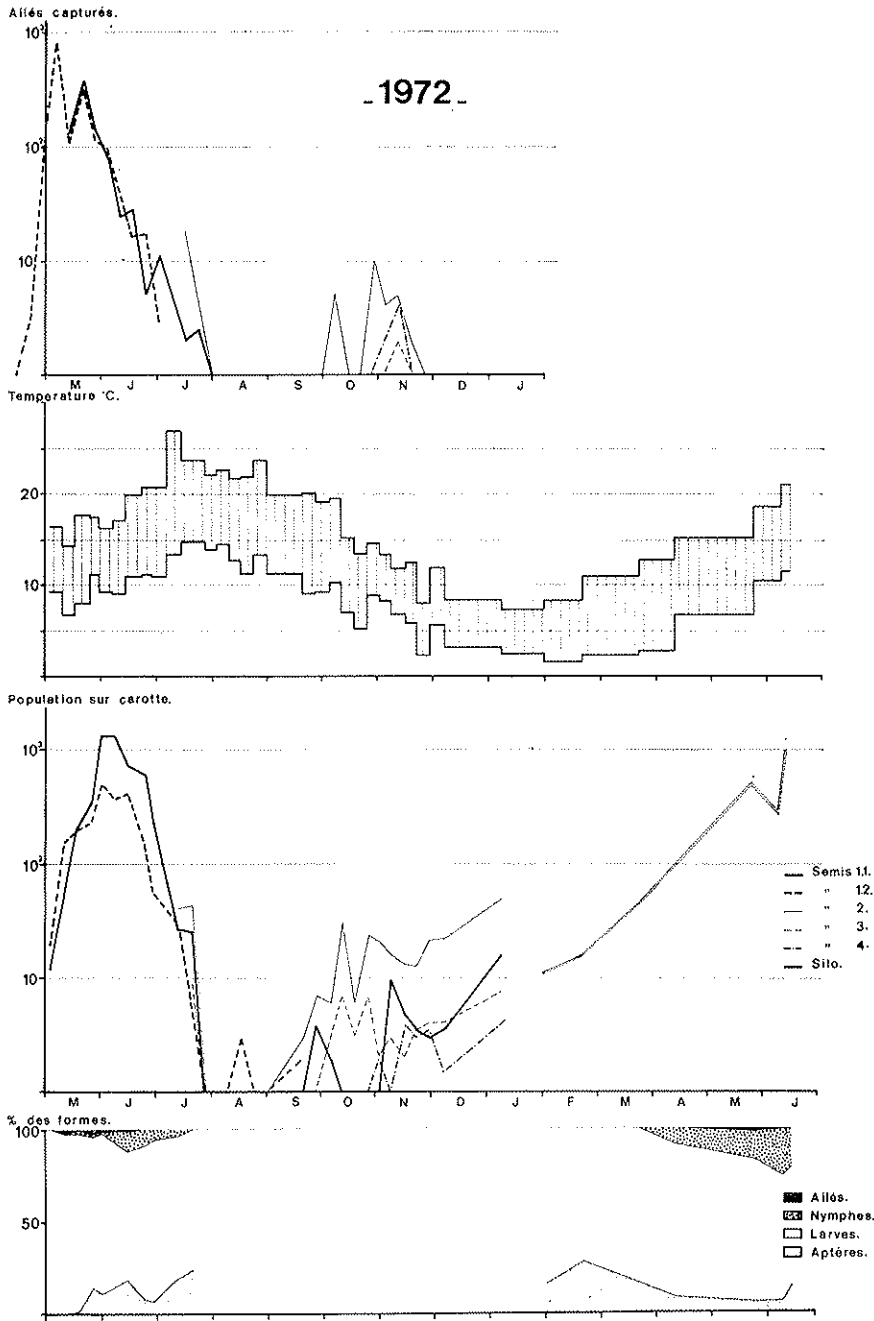


FIG. 2. — Rennes 1972. Evolution des populations de *Cavariella aegopodii* Scop. sur différents semis de carottes.

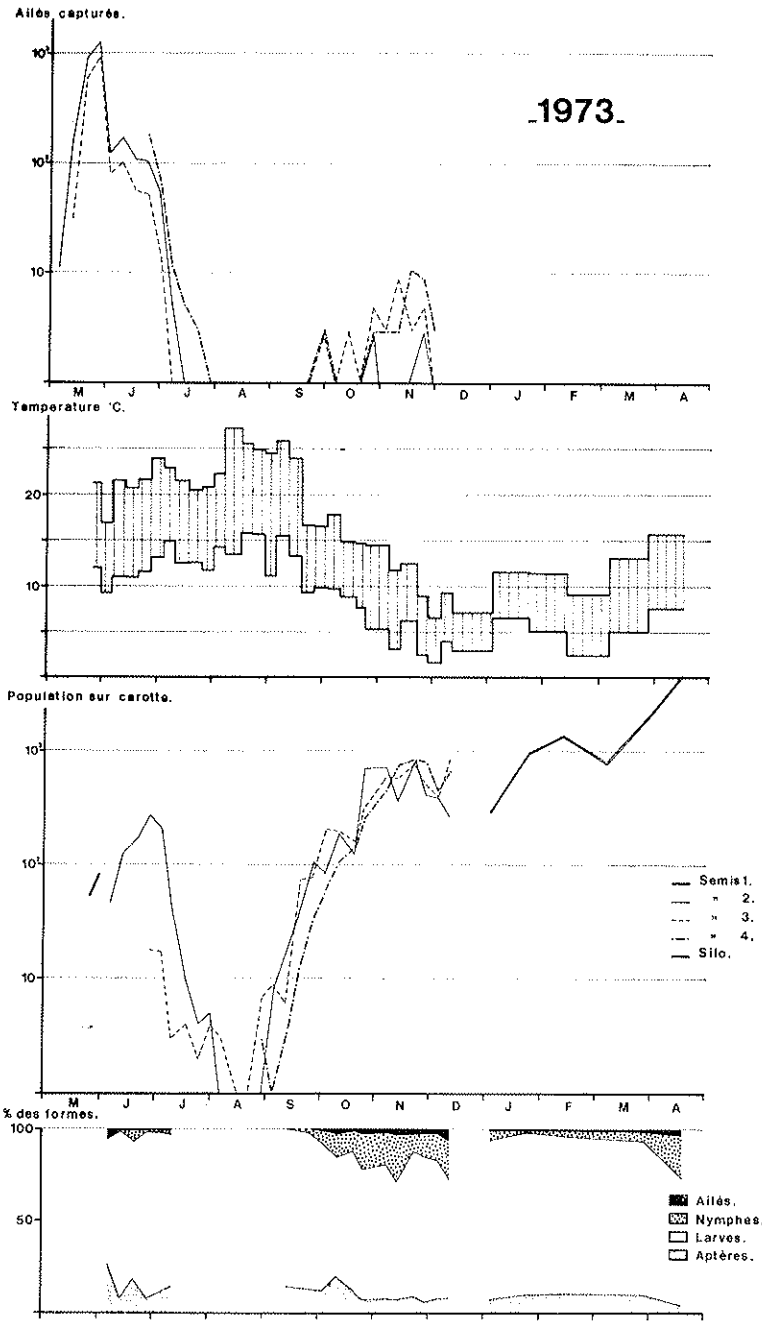


FIG. 3. — Rennes 1973. Evolution des populations de *Cavariella aegopodii* Scop. sur différents semis de carottes.

mêmes dates. C'est le cas pour les semis 2 et 3 en 1971, pour le semis 2 en 1972 et le semis 4 en 1973. Les pièges disposés dans ces semis attirent des ailés, qui ne seraient pas venus dans les pièges des semis plus précoces, puisque, dans ces derniers, les courbes de captures poursuivent leur évolution régulière.

Sur les carottes de l'année, les 1^{res} nymphes apparaissent au moment du maximum de vols enregistré dans les pièges jaunes, soit le 19.5.1971, le 17.5.1972 et le 25.5.1973. On doit donc considérer que jusqu'au 30.5 les ailés capturés traduisent uniquement la migration saisonnière de l'espèce.

Les courbes de captures sont nettement bimodales, surtout en 1971 et 1973. Il est possible de les décomposer par la méthode décrite par Lewis et Taylor (1967). On obtient ainsi un vol massif de mi-avril à fin mai et un vol plus réduit de fin mai à mi-juillet. Le premier vol peut être interprété comme vol de contamination, le second comme vol de dissémination à partir de la culture.

La fin du vol a lieu à l'extinction des populations sur carotte, c'est-à-dire le 15.7.1971, le 23.7.1972 et le 25.7.1973.

2. — Développement et régression des colonies de mai à fin juillet

L'évolution des populations est présentée pour chaque semis dans les figures 1, 2 et 3. La population augmente très rapidement jusqu'au début juin, puis régresse aussi brutalement. Au cours de ces 3 mois, l'évolution des populations est voisine en 1971 et 1972. La population maximale atteinte est d'autant plus élevée que le semis est plus précoce (tabl. 2).

TABLEAU 2

Population moyenne maximale de C. aegopodii SCOP. par plante observée sur les différents semis de carotte

Année	Semis					
	1.1		1.2		2	
	Nombre par plante	Date	Nombre par plante	Date	Nombre par plante	Date
1971	194	9 juin	47	17 juin	4,3	1 ^{er} juil.
1972	109	7 juin	41	30 juin	3,2	11 juil.
1973	—	—	—	—	21,5	27 juin

Les semis 1.1 et 1.2 sont mis en place à la même date. Le film plastique est retiré vers le 10 mai pour éviter un échauffement trop important dans les conditions climatiques de Rennes ; il ne « protège » donc le semis 1.1 que contre les 1^{ers} ailés. En 1972, la population maximale atteinte est 2,6 fois plus forte dans le semis 1.1 que dans le semis 1.2 alors que les captures d'ailés en pièges jaunes sont voisines. En 1971, alors que les captures sont 2 fois plus fortes dans les pièges du semis 1.2, que dans ceux du semis 1.1, la population maximale est 4,1 fois plus forte dans le semis 1.1. Les piégeages ne peuvent donc pas être reliés à l'évolution ultérieure des pucerons sur la carotte, qui semble surtout dépendre de l'état physiologique de la plante-hôte

pour ces 2 semis. Les 1^{res} femelles virginipares aptères sont observées le 17.5.1972 et le 25.5.1973 ; par la suite, le pourcentage de femelles aptères est de l'ordre de 10 à 20 p. 100. L'observation de la composition des échantillons prélevés semble montrer que les nymphes se forment à partir de la 2^e génération de pucerons sur carotte.

Le semis 2 lève fin mai, à une époque où les vols sont réduits, même si les captures d'ailés sont plus abondantes dans ces parcelles de jeunes carottes que dans les parcelles plus âgées ; les populations maximales sur le végétal y sont 10 fois plus faibles que dans le semis 1.2. en 1971 et 1972. En 1973, le semis 2 se comporte de façon intermédiaire entre les semis 1 et 2 des années précédentes. L'absence de concurrence de la part du semis 1, qui a dû être retourné, en est peut être la cause.

Les facteurs de limitation interviennent très rapidement, après un petit nombre de générations. Dans la phase de régression, la courbe de population du semis 2 rejoint rapidement celles des semis précédents, montrant que les facteurs qui interviennent agissent de la même façon sur tous les semis. Notons que la croissance en hauteur du feuillage se poursuit jusqu'à la fin juillet dans le semis 2, alors qu'elle est terminée début juin dans les semis 1.

Nous traiterons par ailleurs (Rabasse et Brunel, 1977) des 2 facteurs essentiels de limitation de *C. aegopodii* : un Hyménoptère parasite *Aphidius salicis* Hal. et les mycoses à *Entomophthora*. La formation d'ailés est assez faible : on observe des valeurs de l'ordre de 5 p. 100 de nymphes, ce qui peut contribuer à la limitation, mais ne correspond absolument pas à un exode massif. Dunn (1965a) considère que les pluies du 10 au 31 mai, c'est-à-dire pendant la période de migration expliquent les différences d'attaques entre les années. La migration a lieu à la même époque à Rennes et nous avons observé pendant cette période : 15 jours de pluie, soit 85 mm en 1971 ; 17 jours de pluie, soit 27 mm en 1972 et 15 jours de pluie, soit 55 mm en 1973. Ces données ne contredisent pas l'opinion de Dunn, puisqu'avec une pluviométrie élevée, nous n'avons jamais observé de maximums de l'ordre de 500 pucerons par plante, comme il a été observé en Angleterre lorsqu'il y avait moins de 10 mm de pluie.

3. — Survie estivale en août

Le mois d'août constitue une période critique pour la survie de l'espèce sur carotte. Sur l'ensemble des semis, nous avons trouvé : du 4 août au 19 septembre 1971 : 2 femelles aptères et 6 larves sur 400 plantes. Du 26 juillet au 30 août 1972 : 2 larves sur 338 plantes. Du 16 au 22 août 1973 : aucun puceron sur 50 plantes.

L'accroissement des populations en septembre, en l'absence d'ailés, montre bien que l'espèce est capable de se maintenir à des densités extrêmement faibles de l'ordre de 1 aphide pour 100 plantes, soit 150 pucerons par are. Nos méthodes d'échantillonnage sont totalement inadaptées à de telles densités ; nous ne pouvons donc pas savoir quand et dans quelles conditions *C. aegopodii* recommence à se multiplier. Une simple limitation par des températures élevées ne semble pas suffisante pour expliquer le phénomène. Si en 1971 et 1972 l'augmentation des populations correspond à une baisse des températures moyennes quotidiennes aux environs de 16 °C avec des maximums de l'ordre de 18-20 °C, en 1973 elle est très précoce et se produit alors que les moyennes sont encore de l'ordre de 20 °C pendant 3 semaines avec des maximums moyens de 25 °C. Il n'est pas impossible que l'ensemble du processus se déroule en continu, c'est-à-dire que la population recommence à croître lorsqu'elle a atteint une

densité si faible que tous les agents biotiques de mortalité sont devenus inopérants. Ces nouveaux foyers de colonisation pourraient être fondés, sur des plantes dont les pucerons ont été éliminés depuis plusieurs semaines, par les tout derniers ailés qui volent pendant la 2^e quinzaine de juillet.

4. — Reconstitution des populations de septembre à avril

La reconstitution est progressive à l'automne selon les conditions climatiques de l'année et les populations peuvent atteindre des niveaux plus ou moins importants en fin d'hiver (tabl. 3). Les différences entre le nombre d'aphides dans les différents semis sont très peu marquées. Nous remarquons cependant qu'en toutes circonstances, sauf en novembre-décembre 1976, il y a plus de pucerons dans le semis 2 que dans le semis 4.

TABLEAU 3

Evolution de la population de *C. aegopodii* sur carotte en hiver

T0	T1	D1	P1	T2	D2	P2
29.9.71	22.12.71	746	4,1	8.3.72	1 225	22
27.9.72	7.12.72	732	0,5	22.3.73	1 324	3,4
29.8.73	11.12.73	1 213	49	27.3.74	1 998	151

T0 = Date de début de recolonisation, où la population atteint 2 aphides sur 25 plantes.

T1 et T2 = Dates d'observation de la population.

D1 et D2 = Nombre de degrés-jour (au-dessus de 0°C) depuis T0.

P1 et P2 = Nombre de pucerons par plante.

Au sens de Remaudière (1953), *C. aegopodii* est typiquement une espèce à changement d'hôte régulier (*Salix* et *Ombellifères*) dont les mâles sont ailés et les femelles sexuées aptères. Il s'agit du cycle B'² de Remaudière dans lequel les fondatrigenes se maintiennent pendant plusieurs générations sur l'hôte primaire. Selon une modalité assez répandue, tout particulièrement dans les régions de climat atlantique (Poisson, 1940), nous assistons à un début de division du cycle et au passage de l'holocyclie hétéroecique à l'anholocyclie paramonoecique.

Les nymphes apparaissent tôt dans des populations faibles. (fig. 1, 2 et 3). En 1971-1972, elles apparaissent le 6 octobre, fluctuent entre 13 et 19 p. 100 jusqu'au début décembre, diminuent courant décembre jusqu'à disparaître à la fin du mois. En 1972-1973, les nymphes sont peu nombreuses et sont présentes du 11 octobre au 29 novembre. En 1973-1974 elles se maintiennent pendant tout l'hiver, représentant environ 15 p. 100 des populations du 19 septembre à fin décembre, puis 5. p. 100 en janvier, février et mars. Les captures dans les pièges jaunes sont très peu abondantes à l'automne et il est difficile de comparer la durée des vols sur aussi peu d'individus. D'après les piégeages et les prélèvements sur le végétal, on peut conclure que les ailés, mâles et femelles parthénogénétiques, sont présents et actifs en octobre et novembre. On les trouve encore en décembre, mais seulement sur le végétal. En 1973, où il y a eu un net

réchauffement en janvier-février, des femelles ailées ont été trouvées pendant tout l'hiver sur carotte.

Une femelle ovipare a été trouvée le 11 décembre 1973, ainsi que des œufs d'aphides les 22 novembre 1972, 8 janvier 1973 et 27 février 1973 d'une part et les 28 novembre et 11 décembre 1973 et 3 janvier 1974 d'autre part. Même s'ils méritent confirmation, ces faits montrent une tendance à la formation d'un paracycle avec holocycle sur hôte secondaire, phénomène qui n'est pas rare chez les pucerons (Remaudière, *loc. cit.*).

Enfin, nous avons observé le 23 janvier 1974 3 femelles parthénogénétiques intermédiaires entre les formes aptères et ailées ; le 3^e article antennaire est dépourvu de sensoria secondaire comme chez les aptères, mais le thorax est sclérifié comme celui des ailés sans toutefois que les ailes soient développées. D'autres femelles aptères de la même récolte présentent une sclérisation plus ou moins marquée du thorax. Il s'agit de formes intermédiaires très différentes de celles observées par Bonnemaison (1951) sur *Brevicoryne brassicae* L. et qui présentaient toute une gamme dans le développement de moignons alaires et du nombre de sensoria.

L'évolution des populations après le mois de septembre dépend d'une part de la formation de nymphes en plus ou moins grande abondance, d'autre part des conditions thermiques : après l'hiver 1973 particulièrement doux, le niveau de population était très élevé (tabl. 3). Les virginipares supportent bien des températures basses, cependant, chaque année, nous avons observé des individus dont les pattes ou les cornicules étaient atrophiés par le froid : dès le 9 novembre 1971 après un minimum absolu de $-8,2^{\circ}\text{C}$, le 21 février 1973 après $-7,2^{\circ}\text{C}$ et le 23 janvier 1974 après $-4,4^{\circ}\text{C}$. L'action des ennemis naturels est toujours très limitée en automne et en hiver.

Conclusion

Le cycle de *C. aegopodii* présente une grande régularité en Bretagne. Le vol d'émigration débute mi-avril lors de la levée des 1^{ers} semis sur carotte et atteint son maximum vers le 20 mai. Des ailés sont produits sur la culture de l'année après cette date et volent jusqu'à mi-juillet. Dans les conditions climatiques de Rennes, où la pluviométrie pendant la période de migration massive du 10 au 31 mai a dépassé, durant les 3 années d'étude, 25 mm répartis sur plus de 15 jours, nous n'avons jamais observé le développement de pullulations susceptibles de détruire la plante en végétation (700 pucerons par plante selon Dunn et Kirkley, 1966). La population maximale atteinte est d'autant plus élevée que le semis est plus précoce. Sur les 1^{ers} semis effectués début avril, nous avons observé jusqu'à 200 pucerons par plante. La régression des populations est synchrone dans tous les semis ; nous l'attribuons essentiellement aux entomophages et aux maladies. *C. aegopodii* se maintient pendant le mois d'août sur carotte à des densités très faibles, de l'ordre de 1 individu pour 100 plantes. A partir de ces quelques survivants, la population se reconstitue progressivement pendant l'automne et l'hiver. A Rennes, *C. aegopodii* est partiellement anholocyclique, c'est-à-dire qu'il peut passer l'hiver à la fois sous forme d'œufs sur saule et sous forme de femelles parthénogénétiques sur Umbellifères. L'abondance de la fraction anholocyclique, qui jouera un rôle important dans la contamination des jeunes cultures au printemps, dépend d'une part du nombre d'ailés, qui se forment en automne, d'autre part des

conditions climatiques pendant l'hiver. Ces conditions sont vraisemblablement proches de la limite à Rennes, puisque chaque hiver un certain nombre d'individus présentent des lésions dues au froid.

Les zones de production de carotte se situent dans la bordure côtière de l'Atlantique et de la Manche, qui bénéficie d'un climat atlantique plus marqué que la région rennaise. Des vérifications ponctuelles nous ont montré que *C. aegopodii* y hivernait partiellement sur saule. Il est cependant vraisemblable que la fraction anholocyclique de la population, qui passe l'hiver sur Ombellifères, y est encore plus abondante qu'à Rennes. Les dégâts très graves que nous avons pu observer dans ces régions concernent des carottes au stade cotylédonnaire colonisées lors d'un vol massif de pucerons. Une lutte chimique est justifiée dans ces conditions, mais elle doit éviter de perturber les facteurs biologiques de régulation, qui sont les mêmes qu'à Rennes et dont bénéficient les semis plus tardifs.

Reçu pour publication en juin 1977.

Summary

Cavariella aegopodii Scop. (Hom. Aphididae) on carrots' in western France.
I. — Annual evolution of the populations

Cavariella aegopodii Scop. is the single important aphid on carrot in western France, where it is found in profusion on early sowings. The different periods of annual population evolution of this aphid, partly anholocyclic in Brittany, are studied on this plant from 1971 to 1974. The spring flight is divided in infestation and dissemination flight; population structure on carrot and increasing of population in winter are given.

Références bibliographiques

- BONNEMAISON L., 1951. Contribution à l'étude des facteurs provoquant l'apparition des formes ailées et sexuées chez les Aphidinae. Thèse Fac. Sc. Univ. Paris, 380 pp.
- BRUNEL E., LANGOUET L., 1970. Influence des caractéristiques optiques du milieu sur les adultes de *Psila rosae* Fabr. (Diptères, Psilidés) : attractivité de surfaces colorées, rythme journalier d'activité. C. R. Soc. Biol., **164**, 1638-1644.
- DUNN J. A., 1965a. Studies on the aphid, *Cavariella aegopodii* Scop. I. On willow and carrot. Ann. Appl. Biol., **56**, 429-438.
- DUNN J. A., 1965b. Recent work on the carrot-willow aphid. Proc. 2nd Brit. Insecticide Fungicide conf. Brighton 1963, 77-83.
- DUNN J. A., 1969. The colonization by *Cavariella aegopodii* Scop. of carrot plants of different sizes. Ann. Appl. Biol., **63**, 318-324.
- DUNN J. A., 1970. The susceptibility of varieties of carrot to attack by the aphid, *Cavariella aegopodii* (Scop.). Ann. Appl. Biol., **66**, 301-312.
- DUNN J. A., KEMPTON D. R. M., 1967. Effect of the timing of insecticide applications on infestation by *Cavariella aegopodii* Scop. on carrots. Ann. appl. Biol., **60**, 33-42.
- DUNN J. A., KIRKLEY J., 1966. Studies on the aphid, *Cavariella aegopodii* Scop. II. On secondary hosts other than carrot. Ann. Appl. Biol., **58**, 213-217.
- LEWIS T., TAYLOR L. R., 1967. Introduction to experimental ecology. Academic press, 63.
- POISSON R., 1940. Sur la reproduction agame de *Myzodes persicae* Sulz. en Bretagne. C. R. Soc. Biol., **133**, 634-636.
- RABASSE J. M., BRUNEL E., 1977. *Cavariella aegopodii* Scop. (Hom. Aphididae) en culture de carotte dans l'Ouest de la France. 2. — Régulation naturelle par Aphidiides (Hym.) et Entomophthorales. Ann. Zool. Ecol. anim., **9**, 481-496.
- REMAUDIÈRE G., 1953. Nutrition et variation du cycle évolutif des Aphidoidea. Rev. Pathol. Veg. Entomol. Agr., **32**, 190-207.

- ROBERT Y., Joëlle ROUZE-JOUAN, 1976. Activité saisonnière de vol des pucerons (Hom. Aphididae) dans l'Ouest de la France : résultats de 9 années de piégeage (1967-1975). *Ann. Soc. entomol. Fr.* **12**, 671-690.
- WATSON M., SERJEANT E. P., 1964. The effect of mottle dwarf virus on yield of carrots and its transmission in the field by *Cavariella aegopodii* Scop. *Ann. Appl. Biol.*, **53**, 77-93.
- WHEATLEY G. A., WRIGHT D. W., 1970. Studies of methods of applying insecticides for controlling carrot fly and carrot willow aphid on carrots. *C. R. 7^e Cong. Intern. Prot. Pl. Paris*, 1970, 397-399.
-