

Observations cytologiques et morphologiques sur *Ranunculus auricomus* L. s. I. dans le canton de Neuchâtel

Autor(en): **Vuillemin, Françoise**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **112 (1989)**

PDF erstellt am: **09.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-89298>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

OBSERVATIONS CYTOLOGIQUES
ET MORPHOLOGIQUES
SUR *RANUNCULUS AURICOMUS* L. *s. l.*
DANS LE CANTON DE NEUCHÂTEL

par

FRANÇOISE VUILLEMIN

AVEC 3 TABLEAUX, 1 CARTE, 1 FIGURE ET 2 PLANCHES

INTRODUCTION

Ranunculus auricomus s. l. a été l'objet de nombreuses études cytologiques. En 1927 déjà, BRAUN-BLANQUET décrivait une espèce des Grisons: *R. allemannii*. Depuis lors, l'espèce collective a été pulvérisée en un grand nombre de taxons, souvent élevés au rang d'espèces, mais qui, à l'échelle de l'Europe, semblent constituer un phénocline à peu près continu. En Suisse, c'est à KOCH (1933, 1939) que l'on doit la description de 12 espèces nouvelles. Un grand nombre d'autres unités ont été distinguées par cet auteur, cependant sans faire l'objet d'une publication effective.

Les études cytologiques antérieures [BÖCHER (1938) au Danemark, MARKLUND et ROUSI (1961) en Finlande et JANKUN et IZMAILOW (1964) en Pologne, etc.] ont révélé que la valence la plus couramment observée était tétraploïde ($2n = 32$ chromosomes). D'autres nombres chromosomiques ont cependant été recensés par ces auteurs dans le nord et l'est de l'Europe: $2n = 16, 24, 40, 44, 48$ et 64 . Mais peu d'études cytologiques ont été effectuées en Suisse pour ce groupe de Renoncules et aucune dans le canton de Neuchâtel. Seul HAEFLIGER (1943) a déterminé le nombre chromosomique de différents taxons décrits par KOCH (17 plus exactement), dont 3 présentaient une autre valence que la valence tétraploïde ($2n = 16, 40$ et 48).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Toutes les plantes ayant fait l'objet d'un contrôle cytologique ont été récoltées dans leurs populations naturelles et cultivées au Jardin botanique de Neuchâtel. L'examen des mitoses radiculaires, prétraitées par une solution saturée d' α -monobromonaphtalène, a été réalisé par écrasement entre lame et lamelle après coloration au carmin acétique.

La fertilité pollinique et carpellaire, la conformation de la corolle et la morphologie foliaire ont été étudiées sur des plantes cultivées côte à côte.

Les microspores, prélevées sur des anthères mûres, ont été colorées à la fuchsine acide selon HRISHI et MÜNTZING (1960).

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Caryologie

Nos observations cytologiques, regroupées dans le tableau I, sont également figurées sur la carte 1. Il en ressort que *R. auricomus* est représenté dans le canton de Neuchâtel (Suisse) par deux cytodèmes, respectivement tétraploïde et triploïde. Tous les triploïdes proviennent de trois populations hétéroploïdes situées le long du Doubs, à la frontière franco-neuchâteloise. Une métaphase de chaque cytodème observé est présentée sur la planche I.

TABLEAU I

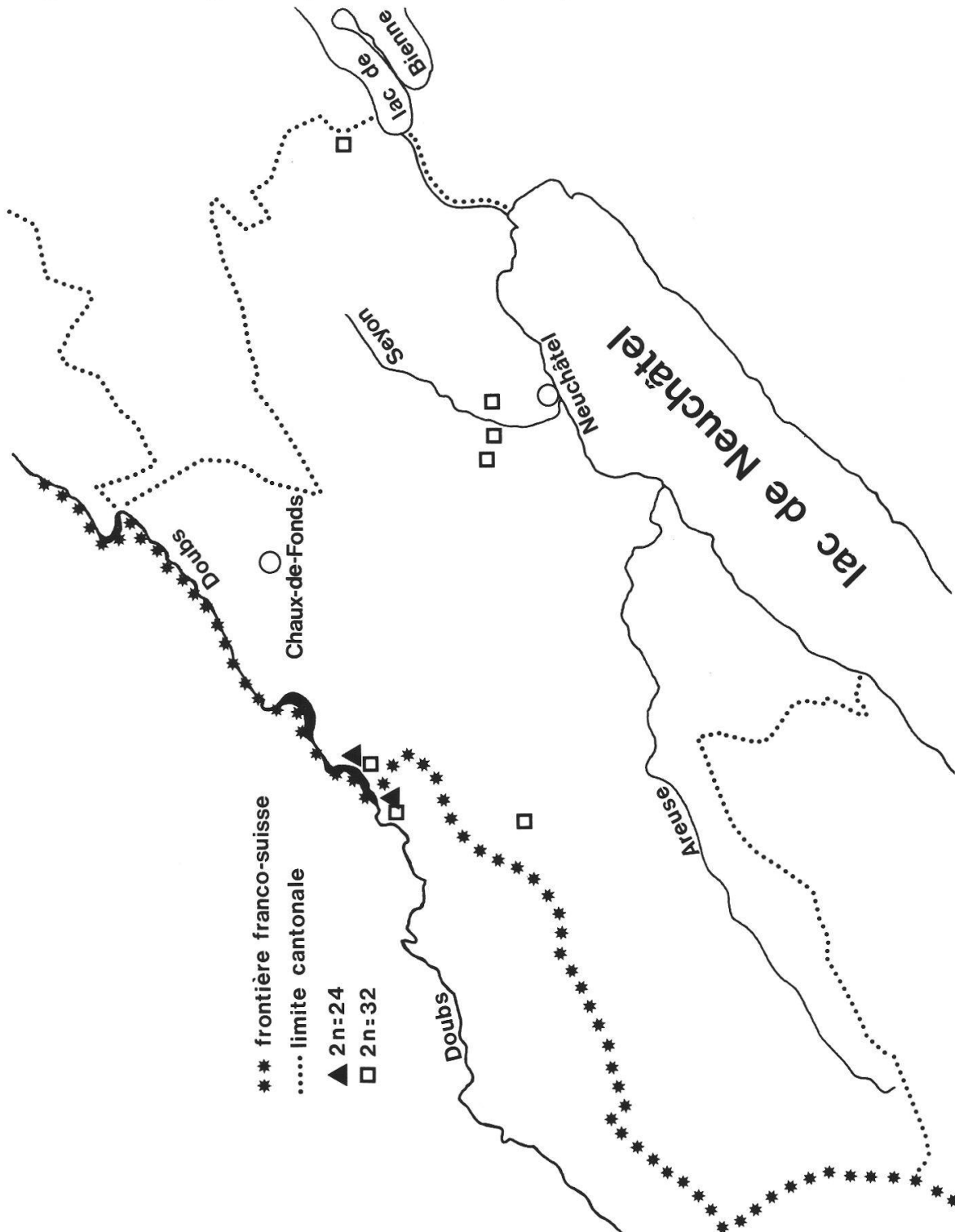
Ranunculus auricomus L. s. l. ($2n = 24$ et 32), liste du matériel étudié dans le canton de Neuchâtel (NE) et sur la rive française du Doubs

Région	Lieu de récolte	Altitude	Nombre d'individus étudiés	$2n$
France	Villers	750 m	16	24
			4	32
NE	Boudevilliers	750 m	6	32
NE	Creux-au-Loup	800 m	3	24
			18	32
NE	Fenin	600 m	2	32
NE	Landeyeux	600 m	1	32
NE	Les Brenets	750 m	18	24
			4	32
NE	Lignièrès	750 m	7	32
NE	Tourbière du Cachot	1100 m	11	32

Dans les populations mixtes de Villers et des Brenets, les triploïdes paraissent les plus fréquents, alors que la situation inverse semble prévaloir au Creux-au-Loup. L'échantillonnage, une vingtaine d'individus étudiés dans chacune de ces trois populations, reste insuffisant pour connaître la structure (abondance et distribution respective des deux cytodèmes) de ces populations.

Les mentions de triploïdes naturels chez *R. auricomus* sont rares. A notre connaissance, seul KALITA (*in* SKALINSKA et al. 1961), cité par JANKUN et IZMAILOW (1964), en a signalé un. Dans d'autres groupes d'espèces, en revanche, le phénomène paraît plus fréquent. HUBER (1988b) et VUILLE (1987) ont observé des individus triploïdes en assez grand

nombre chez *R. k pferi* Greuter et Burdet et chez divers hybrides entre *Ranunculus* appartenant aux sections *Ranuncella* et *Aconitifolii*. Chez *R. ficaria* s. l., les triploïdes sont encore plus répandus puisqu'ils ont été signalés en Angleterre par GILL et al. (1972) et MARCHANT et BRIGHTON



Carte 1. Répartition des cytodèmes triploïdes ($2n = 24$) et tétraploïdes ($2n = 32$) dans le canton de Neuchâtel. Seules deux des trois populations h t ropl ides des bords du Doubs ont été figur es pour ne pas surcharger la carte.

(1974), en Italie par LARSEN et LAEGAARD (1971) et MARCHI et al. (1975), en Pologne par POGAN et WCISLO (cf. en particulier 1975 et 1986). Enfin, en Suisse, TRÖHLER (1976) signale dans le canton de Berne plusieurs populations triploïdes homogènes et même deux populations, assez voisines, qui hébergent des individus diploïdes et triploïdes.

Les groupes d'espèces cités plus haut offrent comme caractère commun celui d'associer deux types de reproduction. La reproduction sexuée représente la règle chez les diploïdes, alors que l'aposporie et la pseudogamie prédominent chez les polyploïdes. Cependant, HUBER (1988a) a mentionné récemment la présence d'un individu triploïde chez une espèce diploïde et selon toute probabilité sexuée, *Callianthemum coriandrifolium* Rchb. (*Ranunculaceae*). Il s'agit là sans doute d'un phénomène isolé.

L'existence de deux races chromosomiques différentes implique-t-elle une hétérogénéité morphologique décelable sans avoir recours à l'analyse caryologique? Deux types d'investigations ont été conduites pour répondre à cette question. Elles concernent la morphologie foliaire et la conformation des fleurs d'une part, la fertilité pollinique et carpellaire d'autre part.

Morphologie foliaire

Le polymorphisme extrême des feuilles est à l'origine de la pulvérisation de l'espèce collective en petites espèces. L'apparente discontinuité dans la variation morphologique tient à la reproduction par aposporie des *R. auricomus* s. l. polyploïdes. Les populations comprennent un petit nombre de génotypes, peut-être même un seul, si bien que beaucoup d'entre elles pourraient ne représenter que des clones.

Si l'on en juge à la variabilité observée à l'échelle de la Suisse, les populations étudiées dans le canton de Neuchâtel paraissent relativement homogènes (pl. II, a et b). Force est de reconnaître que la différence est difficile à saisir, même si d'une manière générale les divisions du limbe

paraissent un peu plus large chez les triploïdes. Notons qu'à cet égard, la morphologie du diploïde *R. cassubicifolius* (pl. II, c), dont la station la plus proche se situe vers Bellelay (tourbière des Embreux, canton du Jura), contraste considérablement avec les populations neuchâteloises.

Un des paramètres utiles pour séparer certains taxons de l'espèce collective *R. auricomus* (*R. cassubicifolius* Koch et *R. allemanii* Br.-Bl., entre autres, VUILLEMIN non publié) consiste dans le sinus foliaire (fig. 1). Si nos observations laissent apparaître une différence au niveau des moyennes, ce critère reste insuffisant pour déconnaître les individus triploïdes et tétraploïdes. En effet, les mesures relatives aux deux races chromosomiques se chevauchent très largement.

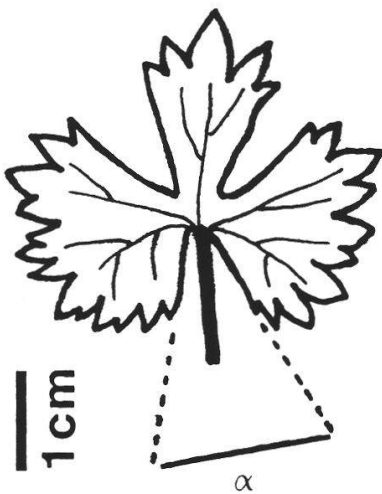
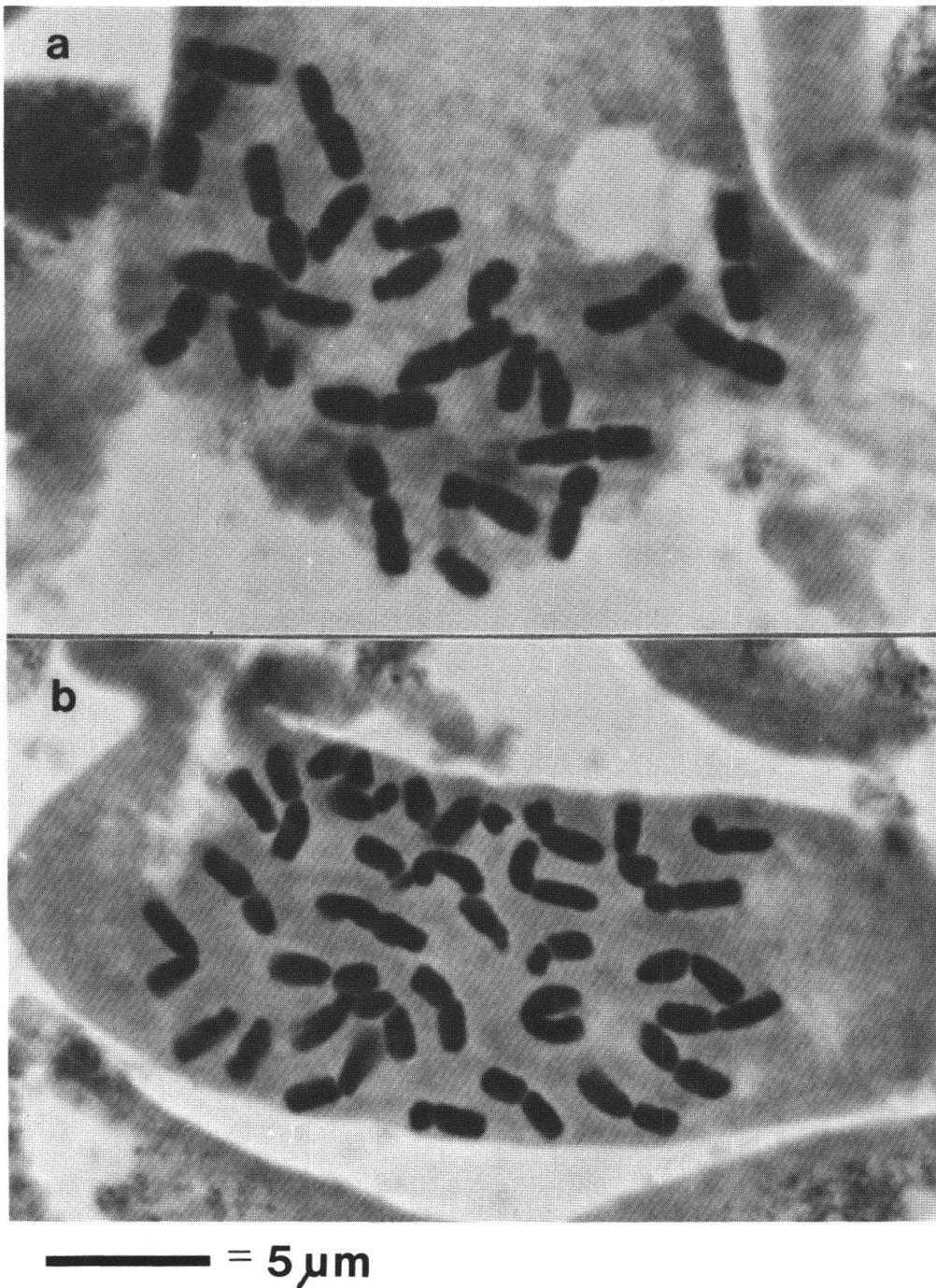


Fig. 1. Feuille basale d'un individu tétraploïde du Creux-au-Loup, α = angle déterminant le sinus foliaire.



Métaphases racinaires de deux individus du bord du Doubs. a: Villers ($2n = 24$), b: Creux-au-Loup ($2n = 32$).

Morphologie florale

Toutes nos observations relatives à la morphologie florale ont été réalisées sur des plantes cultivées dans des conditions identiques, au Jardin botanique, et dont la valence chromosomique avait été préalablement vérifiée.

Dans l'espèce collective, les taxons diploïdes se reconnaissent à leurs grandes fleurs régulières, alors que les polyploïdes offrent des fleurs médiocres à corolles irrégulières en raison de l'avortement d'un nombre variable de pétales. Les individus triploïdes du bord du Doubs sont pratiquement dépourvus de corolle puisque 85 % des fleurs sont apétales. Sur 121 fleurs recensées, seules 15 offraient un pétale et 3 autres deux pétales. Les individus tétraploïdes, en revanche, portent un nombre un peu plus élevé de pétales : seules 39 des 106 fleurs étudiées étaient apétales, alors que les autres offraient 1 à 3 pétales, exceptionnellement plus. Ici encore l'apétalie ne représente pas un caractère taxonomiquement fiable, mais permet tout au plus une présomption qui doit être confirmée par un contrôle cytologique.

Notons encore que les hybrides triploïdes obtenus expérimentalement par RÜTISHAUSER (1965) étaient dans leur majorité apétales.

Fertilité carpellaire et pollinique

La reproduction asexuée par pseudogamie et aposporie des polyploïdes chez le *R. auricomus* a pour corollaire une stérilité femelle et mâle assez accusée. Ainsi les têtes carpellaires n'offrent à maturité qu'un faible nombre de carpelles embryonnés et gonflés, considérés comme fertiles. Les autres carpelles, plats et réduits au péricarpe, sont recensés comme stériles. La fertilité moyenne (exprimée pour chaque tête carpellaire par le rapport nombre de carpelles fertiles sur le nombre total de carpelles) avoisine 35,4 % chez les triploïdes et 50 % chez les tétraploïdes (tableau II). Ces taux se rapprochent de ceux décrits par KÜPFER (1974) et par VUILLE (1987) chez les *Ranunculus* section *Ranuncella* polyploïdes, également aposporiques et pseudogames.

TABLEAU II

Fertilité des akènes des deux cytodèmes du *R. auricomus* présents au bord du Doubs

$2n$	Nombre de têtes carpellaires étudiées	% de carpelles fertiles			
		Min.	Max.	Moyenne	Ecart-type
24	52	16	63,3	35,4	11,1
32	16	32,6	71,4	50,1	10,1

La fertilité pollinique a été appréciée pour la quantité relative des grains de pollen bien conformés (grains sphériques tricolpés) et chromophiles à la coloration de HRISHI et MÜNTZING (1960). Les grains vides hyalins ou à cytoplasme peu abondant et très hétérogène, ainsi que les microcytes (grains dont le diamètre avoisine le cinquième des grains normaux), ont été recensés comme non viables. En revanche, le pouvoir germinatif des grains considérés comme fertiles n'a pas été vérifié.

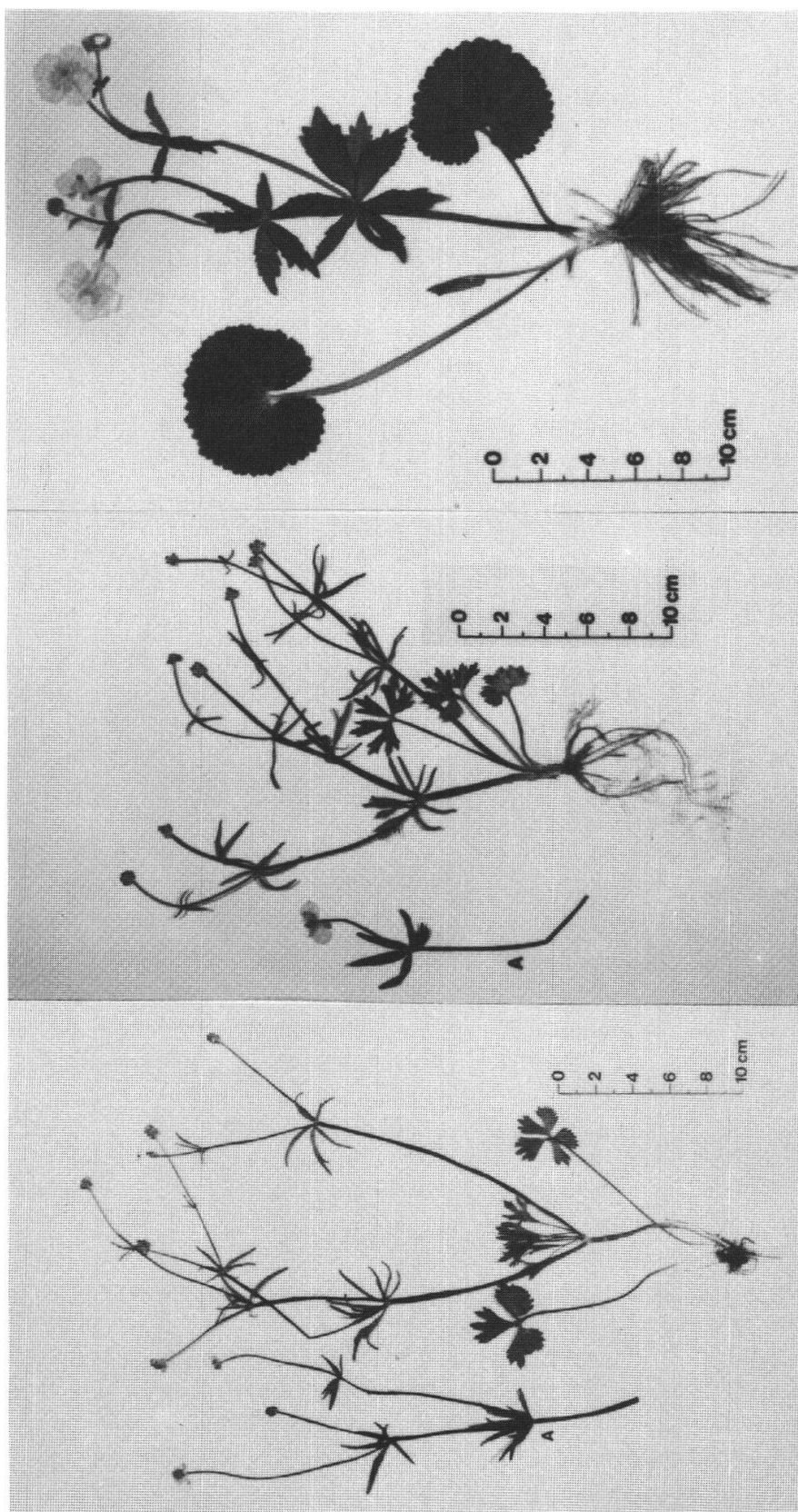
En 1938 déjà, BÖCHER avait mentionné pour du matériel danois une telle irrégularité pollinique. Des observations similaires ont été réalisées par HAEFLIGER (1943) sur *R. auricomus*, ainsi que par KÜPFER (1974) chez *R. kühleri* et *R. parnassifolius*. Nos observations relatives au pollen des tétraploïdes et, à titre comparatif, des diploïdes observés dans d'autres localités suisses (VUILLEMIN, à l'impression) confirment les données publiées par HAEFLIGER (1943). La fertilité des diploïdes dépasse 80 % pour avoisiner 100 %, alors que celle des tétraploïdes varie suivant les individus de 40 à 80 %. Aucune observation n'ayant jamais été publiée pour les triploïdes naturels, il paraissait intéressant de combler cette lacune. Ceci d'autant plus que RÜTISHAUSER (1965) n'a pas effectué d'analyse pollinique des 6 hybrides triploïdes obtenus expérimentalement. Compte tenu du nombre impair de génomes, des perturbations importantes de la méiose étaient attendues: elles devaient sans doute affecter considérablement la fertilité. Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau III.

TABLEAU III

Fertilité pollinique des deux cytodèmes du *R. auricomus* présents au bord du Doubs

$2n$	Nombre d'individus étudiées	% de microspores fertiles			
		Min.	Max.	Moyenne	Ecart-type
24	37	13,5	64,5	34,77	12,12
32	26	28,7	72,6	56,6	11,62

La fertilité moyenne des triploïdes (34 %), bien qu'inférieure à celle des tétraploïdes, n'est pas négligeable. Qui plus est, le diamètre des grains considérés comme viables ne diffère pas sensiblement dans les deux cytodèmes (respectivement 29,6 μm et 32 μm). Comme des différences significatives existent d'un individu à l'autre chez les deux cytodèmes, le critère palynologique ne paraît pas plus discriminant que les caractères foliaire et floral. Une conclusion identique avait été tirée par MARCHANT et BRIGHTON (1974) au sujet des « polyplotypes » de *Ranunculus ficaria*.



a Habitats des cytodèmes triploïde (a) et tétraploïde (b) du *Ranunculus auricomus* s. l. croissant côte à côte aux Brenets. A titre comparatif, on a figuré en c *Ranunculus cassubicifolius* Koch, diploïde, du Binzberg (SO) $2n = 16$.

Origine des triploïdes

La coexistence d'individus triploïdes et tétraploïdes au sein d'une même population soulève le problème de l'origine du polymorphisme cytologique. Trois processus simples sont en règle générale invoqués pour expliquer la naissance d'un triploïde. Elle peut intervenir :

- au sein d'une population diploïde par fusion d'un gamète non réduit avec un gamète normal, haploïde. Un phénomène de ce type a été signalé récemment par HUBER (1988a) chez une autre Renonculacée (*Callianthemum coriandrifolium* Rchb. = *Ranunculus rutaefolius* L.);
- plus rarement, dans une population hexaploïde, par parthénogenèse générative. L'aposporie liée à la pseudogamie dans le complexe *R. auricomus* (RÜTISHAUSER 1965) donnerait quelque vraisemblance à un tel processus;
- plus couramment par croisement entre deux cytodèmes, l'un diploïde, l'autre tétraploïde, processus démontré chez le *R. kühleri* et chez le *R. parnassifolius* indépendamment par HUBER (1988b) et par VUILLE (1987).

A l'inverse, la naissance d'un individu tétraploïde au sein d'une population triploïde impliquerait nécessairement la participation d'un gamète réduit haploïde que seuls les diploïdes sexués peuvent produire.

De toute évidence, aucune des conditions décrites ci-dessus n'est remplie au bord du Doubs. En dépit de contrôles caryologiques assez nombreux (63 individus étudiés), aucun individu diploïde ou hexaploïde n'a été découvert. Comme une filiation directe entre les deux cytodèmes triploïde et tétraploïde est exclue, le problème posé par l'origine des populations hétéroploïdes reste donc entier, aussi bien au niveau des processus impliqués que de leur âge, récent ou ancien.

Toutes les hypothèses ci-dessus présupposent le caractère autochtone de l'hétérogénéité cytologique, mais les populations hétéroploïdes pourraient bien résulter de l'apport fortuit de propagules allochtones. Chez *Ranunculus ficaria*, GILL et al. (1972) évoquent une telle éventualité et admettent la migration de l'une des races chromosomiques dans le territoire occupé primitivement par l'autre. Une opinion semblable est défendue par GADELLA (1977) pour une population mixte de Hollande.

L'hypothèse paraît vraisemblable à la lumière des exigences écologiques du *Ranunculus auricomus*. L'espèce collective comprend un ensemble de taxons méso-hygrophiles qui affectionnent les endroits marneux saturés en eau pendant la période de végétation, voire temporairement inondés. Les fréquentes inondations du Doubs pourraient apporter des akènes à partir des populations situées en amont. Comme le Doubs coule dans le Jura neuchâtelois d'ouest en est, c'est de populations plus occidentales, dans lesquelles persisteraient des individus diploïdes, que seraient issues les diaspores. La question mérite d'être examinée.

Parmi les autres populations suisses que nous avons étudiées (VUILLEMIN à l'impression), le seul cytodème diploïde observé correspond au *R. cassubicifolius* Koch. Sa morphologie évoquée ci-dessus (pl. II, c)

contraste fortement avec celle des *R. auricomus* triploïde ou tétraploïde. Il représente une unité taxonomique bien circonscrite qui mérite d'être distinguée spécifiquement du linnéon. Or, à notre connaissance, *R. cassubicifolius* n'a jamais été mentionné ni dans le canton de Neuchâtel, ni même en France. Au cours de nos prospections le long du Doubs, nous n'avons pas observé un seul individu à morphologie affine de celle du *R. cassubicifolius*. De même, dans les herbiers consultés [Neuchâtel (NEU), Lausanne (LAU), Genève (G), Berne (BERN) et Zurich (ZT)], aucun des exiccata provenant des bords du Doubs ne correspondait à ce taxon. Même si l'absence d'une espèce dans une région donnée est difficile à établir en toute certitude, il nous paraît peu probable que *R. cassubicifolius* soit jamais décelé sur les rives franco-neuchâteloises du Doubs et a fortiori plus à l'ouest.

Il ne reste alors d'autre alternative que d'admettre la présence antérieure d'une deuxième souche parentale diploïde, disparue aujourd'hui, ou peut-être plus vraisemblablement encore de supposer la coexistence des deux cytodèmes dès l'installation du complexe *R. auricomus* au bord du Doubs. Le maintien des deux races chromosomiques dans les mêmes milieux témoignerait de leur valeur adaptative et de leur compétitivité identiques. Cette dernière remarque n'est pas gratuite, puisque les deux cytodèmes polyploïdes du *R. auricomus s. l.* se reproduisent par voie asexuée, d'où leur isolement génétique complet. De surcroît, la fertilité des individus triploïdes et tétraploïdes ne diffère pas sensiblement, ce qui leur confère sans doute une compétitivité égale.

Quelle que soit l'hypothèse retenue, le cas du *R. auricomus* ne serait pas isolé. Chez les *Ranunculus kűpferi* et *R. parnassifolius* (VUILLE 1987, HUBER 1988b) offrant la même reproduction pseudogame que le *R. auricomus*, des individus triploïdes, assez nombreux parfois, peuvent naître dans la zone où les aires des diploïdes et tétraploïdes sont contiguës. VUILLE (à l'impression) en a apporté la preuve expérimentale.

Chez le *Ranunculus ficaria*, enfin, TRÖHLER (1977), GILL et al. (1972) ont démontré l'existence de populations mixtes associant triploïdes et tétraploïdes, voire de populations apparemment homogènes triploïdes. Les polyploïdes, quelles que soient leurs valences chromosomiques, se révèlent plus agressifs que les diploïdes qui paraissent au contraire sporadiques et confinés dans de rares stations au nord des Alpes.

Remerciements

Je remercie le professeur Ph. Kűpfer de ses conseils et de son aide lors de la rédaction de ce manuscrit, M. E. Fortis de la réalisation des documents photographiques illustrant ce travail, ainsi que les autres personnes du laboratoire qui, à titre divers, m'ont facilité le travail.

Résumé

Plusieurs populations neuchâtelaises du *Ranunculus auricomus* L. s. l. ont été examinées du point de vue cytologique, palynologique et morphologique. Toutes les populations se sont révélées tétraploïdes ($2n = 32$), à l'exception de celles du bord du Doubs qui offraient en mélange et en proportion sensiblement égales des individus triploïdes et tétraploïdes. Aucun critère morphologique ou palynologique ne permet de séparer les deux cytodèmes sur le terrain. L'origine des populations hétéroploïdes est discutée.

Zusammenfassung

Mehrere Populationen von *Ranunculus auricomus* L. s. l. stammend aus dem Kanton Neuenburg (Schweiz) wurden karyologisch, palynologisch und morphologisch untersucht. Drei Populationen weichen von der allgemein gefundenen tetraploiden Chromosomenvalenz ($2n = 32$) ab. Sie liegen im Uferbereich des Doubs und beherbergen zu gleichen Teilen triploide und tetraploide Individuen, die sich weder nach morphologischen noch palynologischen Gesichtspunkten unterscheiden lassen. Die Herkunft der heteroploiden Populationen wird besprochen.

Summary

The cytological, palynological and morphological aspects of several populations of *Ranunculus auricomus* L. s. l. in the canton of Neuchâtel (Switzerland) were studied. All the populations proved to be tetraploid ($2n = 32$), with the exception of those bordering the river Doubs, where triploid and tetraploid individuals were found in more or less equal quantities and proportions. There is no morphological or palynological feature by which the two cytodemes can be differentiated in their natural surroundings. The origin of the heteroploid populations is discussed.

BIBLIOGRAPHIE

- BRAUN-BLANQUET, J. — (1927). Schedae ad Floram Raeticam exsiccata. X. Lieferung. *Chur*. p. 280, Nr. 950.
- BÖCHER, T. W. — (1938). Cytological studies in the genus *Ranunculus*. — *Dansk. Bot. Ark.* 9: 1-33.
- GADELLA, Th. W. J. — (1977). Diploid *Ranunculus ficaria* L. in the Netherlands. *Proc. Kon. Ned. Akad. Wet., Ser. C.* 80: 80-82.
- GILL, J. J. B., JONES, B. M. G., MARCHANT, C. J., McLEISH, J. et OCKENDON D. L. — (1972). The Distribution of Chromosome Races of *Ranunculus ficaria* L. in the British Isles. *Ann. Bot. (London)* 36: 31-47.
- HAEFLIGER, E. — (1943). Zytologische-embryologische Untersuchungen pseudogamer Ranunkeln der *Auricomus*-Gruppe. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 53: 317-382.
- HRISHI, N. J. et MÜNTZING, A. — (1960). Structural heterozygosity in *Secale Kuprijanovii*. *Hereditas* 46: 745-752.
- HUBER, W. — (1988a). Zytogenetische Beobachtungen an *Callianthemum coriandrifolium* Rchb. (*Ranunculaceae*). *Bot. Helv.* 98: 235-238.
- (1988b). Natürliche Bastardierungen zwischen weissblühenden *Ranunculus*-Arten in den Alpen. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich* 100: 1-160.

- JANKUN, A. et IZMAILOW, R. — (1964). Cytotaxonomical studies in the polymorphic species *Ranunculus cassubicus* L. *Acta Biol. Crac. Ser. Bot.* 7: 131-152.
- KOCH, W. — (1933). Schweizerische Arten aus des Verwandtschaft des *Ranunculus auricomus* L. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 42: 740-753.
— (1939). Zweiter Beitrag zur Kenntnis des Formenkreises von *Ranunculus auricomus* L. — *Ibid.* 49: 541-554.
- KÜPFER, Ph. — (1974). Recherche sur les liens de parenté entre la flore orophile des Alpes et celle des Pyrénées. *Boissiera* 23: 1-322.
- LARSEN, K. et LAEGAARD, S. — (1971). Chromosome studies of the Sicilian Flora. *Bot. Tidsskr.* 66: 249-268.
- MARCHANT, G. et BRIGHTON, Ch. — (1974). Cytological diversity and triploid frequency in a complex population of *Ranunculus ficaria* L. *Ann. Bot. (London)* 38: 7-15.
- MARCHI, P., CAPINERI, R. et D'AMATO, G. — (1975). Numeri cromosomici per la Flora Italiana; 208-218. *Inf. Bot. Ital.* 7: 377-389.
- MARKLUND, G. et ROUSI, A. — (1961). Outlines of evolution in the pseudogamous *Ranunculus auricomus* group in Finland. *Evolution* 15: 510-522.
- POGAN, E. et WCISLO, H. — (1975). Studies in *Ranunculus ficaria* L. III. Karyotype analysis. *Acta Biol. Crac., Ser. Bot.* 18: 79-99.
— (1986). Studies in *Ranunculus ficaria* L. VII. Additions to chromosome number. *Ibid.* 28: 87-92.
- RÜTISHAUSER, A. — (1965). Genetik des Pseudogamie bei *Ranunculus auricomus* s. l. W. Koch. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 75: 157-182.
- SKALINSKA, M., PIOTROWICZ, M. et SOKOLOWSKA-KULCZYCKA, A. — (1961). Further additions to chromosome numbers of Polish Angiosperms. *Acta Soc. Bot. Poloniae* 30: 463-489.
- TROEHLER, A. — (1976). Zytotaxonomische Untersuchungen an *Ranunculus ficaria* L. *Mitt. Naturforsch. Ges. Bern, Neue Folge* 33: 21-28.
- VUILLE, Ch. — (1987). Populations hybridogènes iso- et hétéroplœides chez les *Ranunculus* sect. *Ranuncella* (Spach) Freyn dans les Pyrénées. In: AMIGO J.-J., BAUDIÈRE A., MUSCAT A. (eds), *Colloque International de Botanique Pyrénéenne, La Cabanasse (Pyrénées-Orientales)*: 255-269.