

Contribution à la cytotaxinomie du genre *Pimpinella* L.

Autor(en): **Hunkeler, Claudine / Favarger, Claude**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **90 (1967)**

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-88973>

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.

INSTITUT DE BOTANIQUE, UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL

Directeur : Professeur Claude Favarger

CONTRIBUTION A LA CYTOTAXINOMIE
DU GENRE
PIMPINELLA L.

par

CLAUDINE HUNKELER et CLAUDE FAVARGER

AVEC 9 FIGURES, 3 TABLEAUX ET UNE CARTE

INTRODUCTION

Bien que plusieurs auteurs aient abordé déjà l'étude cytologique des taxa *Pimpinella major* (L.) Hudson et *P. saxifraga* L. sensu lato (inclus. *P. nigra* Willd.), qui constituent l'objet de la présente note, les résultats obtenus par nos devanciers sont loin d'être univoques. D'autre part aucune étude répondant aux exigences de la biosystématique moderne, et basée notamment sur de nombreuses populations récoltées « *in situ* », n'a été consacrée encore au groupe difficile des *P. saxifraga* et *P. nigra*. Le travail dont nous présentons ici les résultats ne prétend pas résoudre tous les problèmes, mais nous espérons qu'il jettera quelque lumière sur une situation actuellement assez confuse.

Voici tout d'abord les données que nous avons rassemblées dans la bibliographie :

TABLEAU I
AUTEURS ET ORIGINE DU MATÉRIEL

| Taxons | SCHULZ-GAEBEL 1930 | HAKANSSON 1933 | BAKSAY 1947 | GARDÉ et MALHEIROS- GARDÉ 1949 | POLYA 1949 | HAKANSSON 1953 | BELL et CONSTANCE 1960 |
|---|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------|
| <i>P. major</i> (L.) Hudson | $n = 9$ environs de Kiel * | | $n = 10$ Bankut (Hongrie) | | | $n = 9$ | |
| <i>P. saxifraga</i> L. (sensu lato) | $n = 9$ environs de Kiel * | | | $n = 9$ J. bot. | $2n = 18$ Debrecen (Hongrie) | | $2n = 40$ J. bot. |
| <i>P. saxifraga</i> L. ssp. <i>eusaxifraga</i> Thellung | | $n = 18$ Blekinge (Suède) | | | | $n = 18, 20$ | |
| <i>P. saxifraga</i> L. ssp. <i>nigra</i> Miller (Gaudin) | | $n = 9$ Kalmar (Suède) | | | | $n = 9$ | |

* Il est impossible de savoir par le travail de SCHULZ-GAEBEL si son matériel venait de la nature ou d'un jardin botanique.

L'examen de ce tableau soulève deux problèmes :

1^o *Les nombres de base.*

Aussi bien pour *P. major* que pour *P. saxifraga*, deux nombres de base ont été publiés, à savoir $x = 9$ et $x = 10$. Le premier de ces nombres a été déterminé par divers auteurs (2 pour *P. major*, 4 pour *P. saxifraga* sensu lato). Seuls BAKSAY (1947), pour *P. major*, HAKANSSON¹ (1933 et 1953) ainsi que BELL et CONSTANCE (1960), pour *P. saxifraga*, ont trouvé $x = 10$. Si l'on se fiait à la majorité des auteurs, on serait tenté de penser que $x = 9$ est le nombre de base le plus probable du genre *Pimpinella* (ou du moins de ce groupe d'espèces). La question qui se pose est de savoir si vraiment la même espèce linnéenne possède deux nombres de base, comme cela arrive parfois (cf. LÖVQVIST 1963) ou bien si l'un des nombres publiés ne résulte pas plutôt d'une erreur d'interprétation.

2^o *L'existence éventuelle de races chromosomiques chez P. saxifraga et la question des rapports entre les taxa P. saxifraga sensu stricto et P. nigra.*

L'examen du tableau I permet tout d'abord de conclure que l'espèce collective *P. saxifraga* L. sensu lato présente deux races chromosomiques, l'une diploïde, l'autre tétraploïde. Les travaux de HAKANSSON (*op. cit.*) apportent une précision supplémentaire. D'après ce que l'auteur a observé en Suède méridionale, la forme diploïde se confond avec la ssp. *nigra* qui en Suède est la moins répandue (une seule provenance examinée : Kalmar), alors que les plantes tétraploïdes se rapportent selon lui à la ssp. *eu-saxifraga*, beaucoup plus fréquente (plusieurs individus récoltés en une seule station de la province de Blekinge). HAKANSSON distingue la ssp. *nigra* à sa forte pubescence et à la propriété qu'offre la racine sectionnée de bleuir à l'air. Il reconnaît toutefois que parmi les plantes de la ssp. *eu-saxifraga* qu'il a examinées, certaines ressemblaient beaucoup à la ssp. *nigra* (« einige recht *nigra* ähnliche Pflanzen mit rosa Blüten, die sich aber von typischer *nigra* darin unterscheiden, dass ihre Wurzel sich an der Luft nicht verfärbte »).

Or, selon HEGI (1926), le taxon *P. nigra* Willd. = *P. saxifraga* ssp. *nigra* (Mill.) Gaudin est un des plus discutés qui soient. Non seulement son rang systématique a été très diversement apprécié par les auteurs (variété, sous-espèce, espèce), mais les caractères qui servent à le distinguer varient en importance suivant les auteurs. Pour les uns c'est une plante très poilue, dont la racine coupée se colore en bleu ; pour d'autres, il s'agit d'une plante de haute taille, à folioles particulièrement grandes. On pourrait donc se demander : 1^o si la détermination de HAKANSSON était bien correcte ; 2^o si les résultats qu'il a obtenus sur quelques plantes de la Suède méridionale peuvent être étendus à toutes les populations européennes des ssp. *eu-saxifraga* et *nigra*. Certains

¹ HAKANSSON, en fait, a compté aussi bien $x = 9$ que $x = 10$.

auteurs n'ont pas hésité devant une telle généralisation des résultats d'HAKANSSON, ainsi LÖVE (1951) et TISCHLER (1956). Enfin dans leur important ouvrage sur les nombres chromosomiques des plantes du N-W de l'Europe, LÖVE et LÖVE (1961) attribuent automatiquement les nombres diploïdes comptés par les auteurs tels que SCHULZ-GAEBEL (1930), POLYA (1949), GARDE et MALHEIROS-GARDE (1949) à *P. nigra*, et le nombre tétraploïde de BELL et CONSTANCE (*op. cit.*) à *P. saxifraga* sensu stricto, alors que rien dans les travaux de ces auteurs ne semble autoriser une pareille extrapolation. Ces auteurs en effet citent *P. saxifraga* sans autre précision. Il nous a donc paru intéressant de vérifier si la situation, telle qu'elle est présentée par LÖVE et LÖVE (*op. cit.*), correspondait bien à la réalité. A cette question est liée celle du statut taxinomique qu'il est convenable d'attribuer à *P. nigra*.

Enfin l'aspect géographique n'est pas à négliger lui non plus. En effet l'expérience nous a montré que dans de nombreux cas de taxa voisins, le nombre chromosomique offre une nette corrélation avec la distribution géographique. Or la plupart des études consacrées aux *Pimpinella* d'Europe centrale ont porté sur du matériel de jardin botanique. On ne sait donc rien de la distribution des races diploïdes et tétraploïdes de *P. saxifraga* sensu lato en Europe (à l'exception de la Suède méridionale), ainsi que le faisait remarquer TISCHLER (1956).

Les problèmes étant ainsi posés, nous passerons à l'exposé de nos recherches.

Matériel et méthode

Notre matériel consiste en plantes vivantes récoltées lors de nombreuses excursions en France, Suisse et Autriche. D'autres ont été cultivées à partir de graines venant de divers jardins botaniques dont le personnel procède à des récoltes dans la nature. La détermination du nombre chromosomique a été effectuée tantôt sur des pointes de racines ($2n$), tantôt sur des boutons floraux (n) et parfois sur ces deux types d'organes. Dans la plupart des cas, un échantillon de l'individu étudié a été séché et conservé comme témoin. Malheureusement les plantes dont les jeunes boutons ont été fixés dans la nature ne nous ont pas toujours permis de faire une étude morphologique précise, parce que les ombelles n'étaient pas encore suffisamment développées. Il en est bien entendu de même a fortiori d'une petite partie du matériel de graines reçu des divers jardins botaniques étrangers ; ces graines ont servi à des comptages sur les racines de plantules en germination ; elles ont toutes été semées au jardin aux fins de vérification ; toutefois certaines d'entre elles n'ont pas germé en terre.

Ces réserves font comprendre pourquoi nous serons obligés de rester prudents dans l'interprétation des rapports entre les caractères cytologiques et morphologiques des plantes appartenant au groupe de *P. saxifraga*, et cela d'autant plus que la variabilité morphologique est ici considérable.

La germination en laboratoire des akènes d'ombellifères offre quelques difficultés. D'après nos expériences, il est indispensable de procéder tout d'abord à une désinfection des fruits. Nous avons utilisé avec succès la méthode indiquée par GAUTHERET (1937), qui est basée sur les propriétés fongicides de l'ion Chlore. Les akènes désinfectés de *Pimpinella* ne germent pas à la température du laboratoire (environ 20°), sans un traitement préalable à l'état gonflé, à une température de 4 à 5° (post-maturation). Les essais effectués en 1964 et 1965 par l'un des auteurs (Cl. H.) nous ont permis de préciser la durée minimale de postmaturation nécessaire pour avoir un taux de germination de 100%. Celle-ci est de cinq semaines. Un séjour plus long au froid humide n'entraîne pas de modifications; toutefois après 18 semaines de postmaturation, le taux de germination s'abaisse quelque peu (70%). La germination se produit aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière ordinaire. Enfin le taux de germination nous a paru plus élevé au mois d'avril que durant les autres mois de l'année, ce qui semble impliquer l'existence d'un rythme endogène (BÜNNING 1948).

Pour nos observations cytologiques, nous avons utilisé presque exclusivement la technique des squashes au carmin acétique, après fixation à l'alcool acétique (3 : 1), qui donne avec notre matériel de bons résultats. Les chromosomes des divisions mitotiques étant assez longs et surtout très grêles, nous avons jugé utile de les raccourcir à l'8-hydroxy-quinoléine d'après TJIO et LEVAN (1950), en modifiant la température de la méthode originale, selon JACOBSEN (1957).

Observations cytologiques

Nous traiterons séparément les taxa étudiés et ferons chaque fois suivre l'exposé des résultats d'une brève discussion.

Pimpinella major (L.) Hudson

Voici le résumé de nos numérations chromosomiques (tableau II) :

TABLEAU II

| Provenances | n | $2n$ | N° témoins | N° fig. |
|------------------------------------|-----|------|------------|---------|
| SUISSE | | | | |
| Mont-Soleil | 10 | | 1 | |
| Les Rangiers | 10 | | 2 | |
| Cornol | 10 | | 3 | |
| Creux-du-Van | 10 | | 4 | |
| Creux-du-Van | | 20 | 5 | |
| Le Lieu | | 20 | — | |
| Bourg-Saint-Pierre | | 20 | 6 | |
| Gumen | 10 | | 7 | 1 |
| Klosters | 10 | | 8 | |
| Zernez | 10 | | 9 | |
| FRANCE | | | | |
| Le Reculet | 10 | | 10 | |
| Le Reculet | | 20 | 11 | 2 |
| ALLEMAGNE | | | | |
| Westhoffen, Rhin | | 20 | 12 | |
| AUTRICHE | | | | |
| Gailtaler Alpen | 10 | | 13 | |
| TCHÉCOSLOVAQUIE | | | | |
| Slovaquie orientale | 10 | | 14 | |
| Slovaquie septentrionale | | 20 | — | 3 |
| POLOGNE | | | | |
| Environs de Zakopane | | 20 | — | |

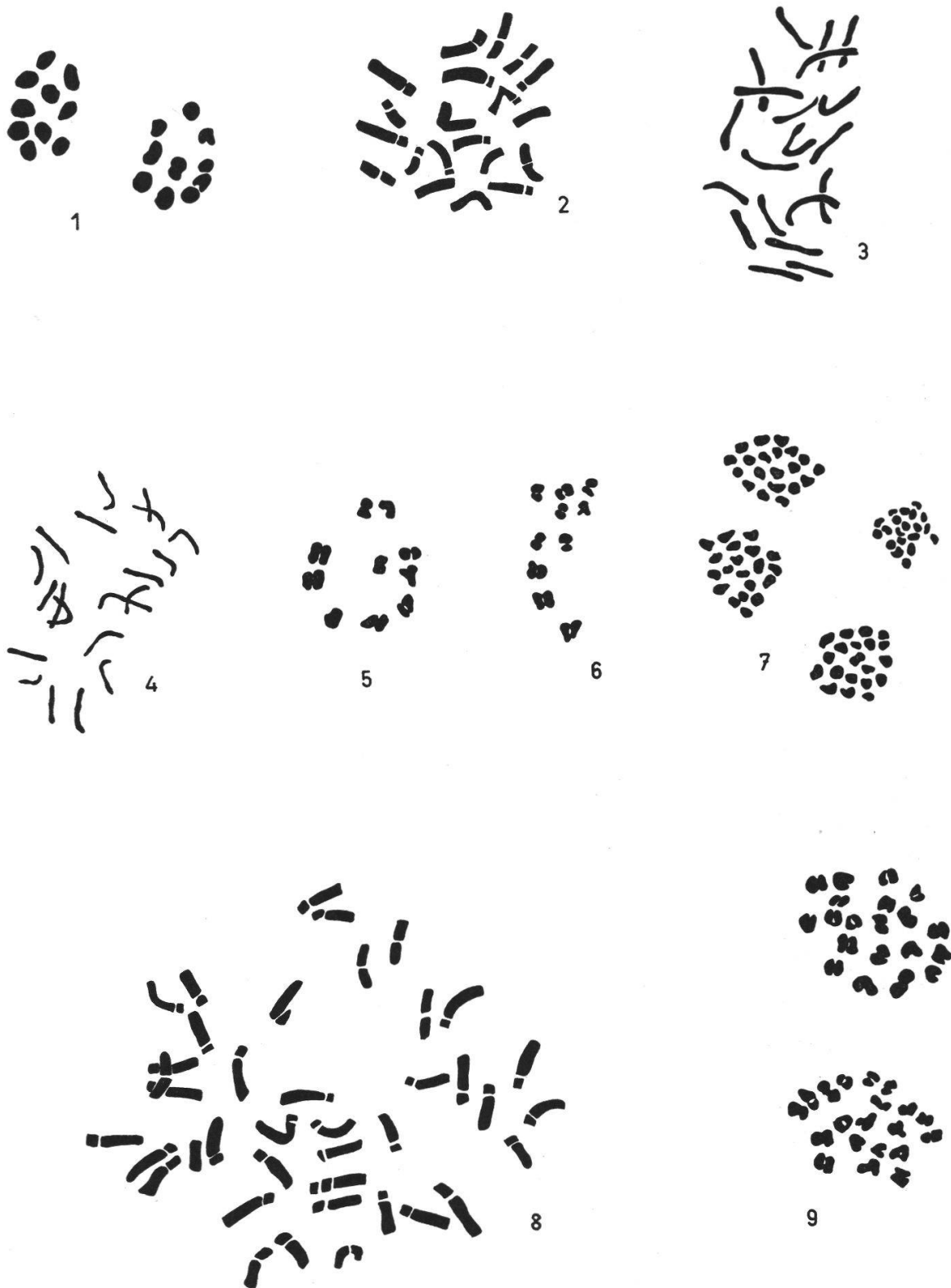
Discussion.

Sur des plantes de 15 provenances différentes (Jura, Alpes suisses et autrichiennes, Vosges, Basse-Engadine, Slovaquie, Tatras polonaises), nous avons toujours compté le nombre gamétique $n = 10$ (fig. 1) ou le nombre zygotique $2n = 20$ (fig. 2 et 3). Nos recherches apportent donc une confirmation au nombre déterminé par BAKSAY (1947) sur une plante de Hongrie. Sans qu'il soit possible d'en apporter la preuve, il paraît probable que les comptages de SCHULZ-GAEBEL (1930) et d'HAKANSSON (1933) reposent sur une erreur d'interprétation, imputable à la technique employée par ces auteurs (technique des coupes), à moins que ceux-ci ne soient tombés sur des individus aberrants.

Nous ferons observer d'autre part que chez *P. major* il ne semble pas y avoir de races chromosomiques, tous les individus examinés par nous étant diploïdes, et cela malgré l'amplitude écologique assez grande manifestée par cette espèce en Europe centrale. Si nous nous sommes efforcés d'étudier des plantes récoltées dans plusieurs types de stations, c'est pour tenter d'éclaircir un problème que nous avait posé le Dr E. Mayor. Ce dernier (Mayor 1902 in herb. NEU) avait découvert au Colombier de Gex (Jura français) un champignon parasite, le *Puccinia corvarensis* Bubák sur *P. major*. Cette rouille, d'ailleurs rare, n'est signalée sur des plantes de cette espèce que lorsque l'hôte phanérogamique croît sur un éboulis et jamais dans d'autres types de stations (prairie fraîche par exemple). Ces plantes d'éboulis représentent-elles un taxon distinct, et si c'est le cas, celui-ci diffère-t-il par son nombre chromosomique des populations de prairies ? Tel était le problème que nous désirions résoudre. Au point de vue morphologique, il faut convenir que nous n'avons pu déceler aucune différence entre les plantes d'éboulis et de prairie. L'aspect luisant des feuilles, si frappant dans un éboulis, se remarque aussi chez les individus de prairie ; il apparaît simplement moins lorsque la végétation est dense. Parmi les individus étudiés au point de vue cytologique (tableau II), ceux de Mont-Soleil, des Rangiers, du Creux-du-Van, de Zernez et de Gumen ont été récoltés dans des éboulis calcaires (*Sorbo-Aceretum*, *Phyllitido-Aceretum*, *Thlaspeetum rotundifolii*). D'autres individus (Klosters, Cornol) croissaient dans des prairies grasses du type *Arrhenateretum* ou *Trisetetum flavescens*. Aucune différence cytologique n'a été décelée entre ces populations. Nos recherches ne permettent donc pas de résoudre le problème posé par le Dr E. Mayor. Il est possible que les populations de *P. major* croissant sur éboulis représentent une race physiologique ou un écotype. Enfin il n'est pas exclu que le microclimat particulier d'une station où la végétation est très ouverte favorise le développement du champignon parasite.

Pimpinella saxifraga L. (sensu lato, incl. *P. nigra*)

Nous commencerons par donner nos résultats cytologiques sur l'espèce collective, sans attribuer encore nos échantillons à l'une ou l'autre des espèces ou sous-espèces (tableau III).



- Fig. 1. *P. major* (L.) Hudson. Gumen. $n = 10$, méiose : anaphase I.
- Fig. 2. *P. major* (L.) Hudson. Le Reculet. $2n = 20$, mitose : métaphase. Chromosomes raccourcis à l'8-hydroxyquinoléine.
- Fig. 3. *P. major* (L.) Hudson. Slovaquie. $2n = 20$, mitose : métaphase.
- Fig. 4. *P. saxifraga* L. ssp. *alpestris* (Spreng.) Vollmann. Wiener Schneeberg. $2n = 20$, mitose : prophase avancée.
- Fig. 5. *P. saxifraga* L. sensu lato. Ardez. $n = 10$, méiose : $\frac{1}{2}$ métaphase II.
- Fig. 6. *P. saxifraga* L. sensu lato. Zernez. $n = 10$, méiose : $\frac{1}{2}$ métaphase II.
- Fig. 7. *P. saxifraga* L. sensu lato. S-Cuol. $n = 20$, méiose : télophase II.
- Fig. 8. *P. saxifraga* L. sensu lato. Darzim (Lettonie). $2n = 40$, mitose : métaphase. Chromosomes raccourcis à l'8-hydroxyquinoléine.
- Fig. 9. *P. saxifraga* L. sensu lato. Š-Cuol. $n = 20$, méiose : métaphase II.

TABLEAU III

| Provenances | <i>n</i> | <i>2 n</i> | N ^o plantes | Morphologie | racine | N ^o fig. |
|---|----------|------------|---------------------------|---|--------|------------------------|
| FRANCE | | | | | | |
| Vallée d'Aussoue (Pyrénées) | 10 | | 1 | <i>saxifraga</i> * | | |
| Entraigues (Indre) | 10 | | 2 | <i>saxifraga</i> | (—) | |
| Saint-Sauveur (Alpes-Maritimes) | 10 | | 3 | nigra | (—) | |
| Saint-Martin Vésubie (Alpes-Maritimes) | 10 | | 4 | <i>saxifraga</i> * | (—) | |
| Ceillac (Queyras) | 10 | | 5 | <i>saxifraga</i> | (—) | |
| Col de la Croix-Haute | 10 | | 6 | <i>saxifraga</i> | (—) | |
| Maloy (Côte d'Or) | 10 | | 7 | intermédiaire | (—) | |
| Trigance (Var) | 10 | | 8 | <i>saxifraga</i> * | (—) | |
| Le Reculet (Ain) | 10 | | 9 | <i>saxifraga</i> * | | |
| Vosges | | 20 | 10 | <i>saxifraga</i> * | (—) | |
| SUISSE | | | | | | |
| Le Lieu | | 20 | 11 | intermédiaire | (—) | |
| Bôle | 10 | | 12 | <i>saxifraga</i> * | | |
| La Clusette | 10 | | 13 | <i>saxifraga</i> * | | |
| Chasseral | 10 | | 14 | <i>saxifraga</i> * | (—) | |
| Mont-Soleil | 10 | | 15 | <i>saxifraga</i> * | (—) | |
| Bourg-Saint-Pierre | | 20 | 16 | nigra | | |
| Nax | | 20 | 17 | intermédiaire | | |
| Derborence | 10 | | 18 | <i>saxifraga</i> * | (+) | |
| Tiefenkastel | 10 | | 19 | intermédiaire | (+) | |
| Tiefenkastel | 10 | | 20 | intermédiaire, <i>versus</i> <i>saxifraga</i> * | (+) | |
| Sargans | 10 | | 21 | intermédiaire | (+) | 5 |
| Savognin | 10 | | 22 | intermédiaire | (+) | |
| Pontresina | 10 | | 23 | <i>nigra</i> ? | (+) | |
| Pontresina | 10 | | 24 | <i>nigra</i> ? | (+) | |
| Zernez | 10 | | 25 | intermédiaire | (+) | |
| Ardez | 10 | | 26 | intermédiaire | (+) | 6 |
| S-cuol | 20 | | 27 | <i>nigra</i> | (+) | 7 |
| S-cuol | 20 | | 28 | <i>nigra</i> | (+) | 9 |
| ALLEMAGNE | | | | | | |
| Environs de Halle | | 20 | 29 | intermédiaire, <i>versus</i> <i>saxifraga</i> * | (—) | |
| Eisleben | | 20 | 30 | <i>saxifraga</i> | (—) | |
| AUTRICHE | | | | | | |
| Löfer | 10 | | 31 | <i>saxifraga</i> * | (—) | |
| Löfer | 10 | | 32 | <i>saxifraga</i> * | (—) | |
| Lienz | 20 | | 33 | saxifraga * | (—) | |

TABLEAU III (suite)

| Provenances | <i>n</i> | 2 <i>n</i> | N ^o plantes | Morphologie | racine | N ^o fig. |
|--|----------|------------|---------------------------|---|--------|------------------------|
| Gailtaler Alpen | 20 | 40 | 34 | intermédiaire | (—) | |
| Judenburg | 20 | | 35 | intermédiaire | (—) | |
| Melk | 20 | | 36 | <i>nigra</i> | (—) | |
| Kahlenberg (Vienne) . . | 20 | | 37 | <i>nigra</i> | (—) | |
| TCHÉCOSLOVAQUIE | | | | | | |
| Bohème centrale | 20 | | 38 | <i>nigra</i> | | |
| Iglau. | 20 | | 39 | <i>nigra</i> | (—) | |
| Moravie méridionale . . | 20 | | 40 | <i>nigra</i> | | |
| Slovaquie orientale . . . | 20 | | 41 | intermédiaire, <i>versus</i> <i>nigra</i> | (—) | |
| Mts Tatra (Slovaquie) . . | 20 | | 42 | <i>nigra</i> | (+) | |
| Krkonose | 10 | | 43 | <i>saxifraga</i> * | (—) | |
| HONGRIE | | | | | | |
| Budapest | 10 | | 44 | intermédiaire | (—) | |
| LETTONIE | | | | | | |
| Darzim | | 40 | 49 | <i>nigra</i> | | 9 |
| URSS | | | | | | |
| Environs de Leningrad | | 40 | 50 | <i>nigra</i> | | |
| AUTRICHE | | | | | | |
| Wiener Schneeberg . . . | | 20 | 51 | <i>alpestris</i> | | 4 |
| Debrecen (Hongrie) ** . . | | 18 | 45 | <i>alpestris</i> | | |
| Environs de Kiel (Allemagne) ** | 9 | | 46 | <i>alpestris</i> | | |
| Blekinge (Suède) ** . . . | 18, 20 | | 47 | <i>alpestris</i> | | |
| Kalmar (Suède) ** | 9 | | 48 | <i>alpestris</i> | | |

* *saxifraga* signifie ici *saxifraga* sensu stricto.
 ** Les nombres qui figurent ici ont été déterminés par les auteurs qui nous ont précédés.
 (+) la racine est devenue bleue, une fois coupée à l'air.
 (—) la racine n'est pas devenue bleue, une fois coupée à l'air.

Discussion.

1^o Le nombre de base.

Sur des plantes de 50 provenances différentes, nous avons toujours compté soit $n = 10$ (fig. 5 et 6) ou $2n = 20$, soit $n = 20$ (fig. 7 et 9) ou $2n = 40$ (fig. 8). Le nombre de base du *P. saxifraga* est donc $x = 10$, comme celui de *P. major*, et nous nous croyons autorisés à dire que le nombre $x = 9$, compté par divers auteurs, est erroné ou correspond à des individus aberrants.

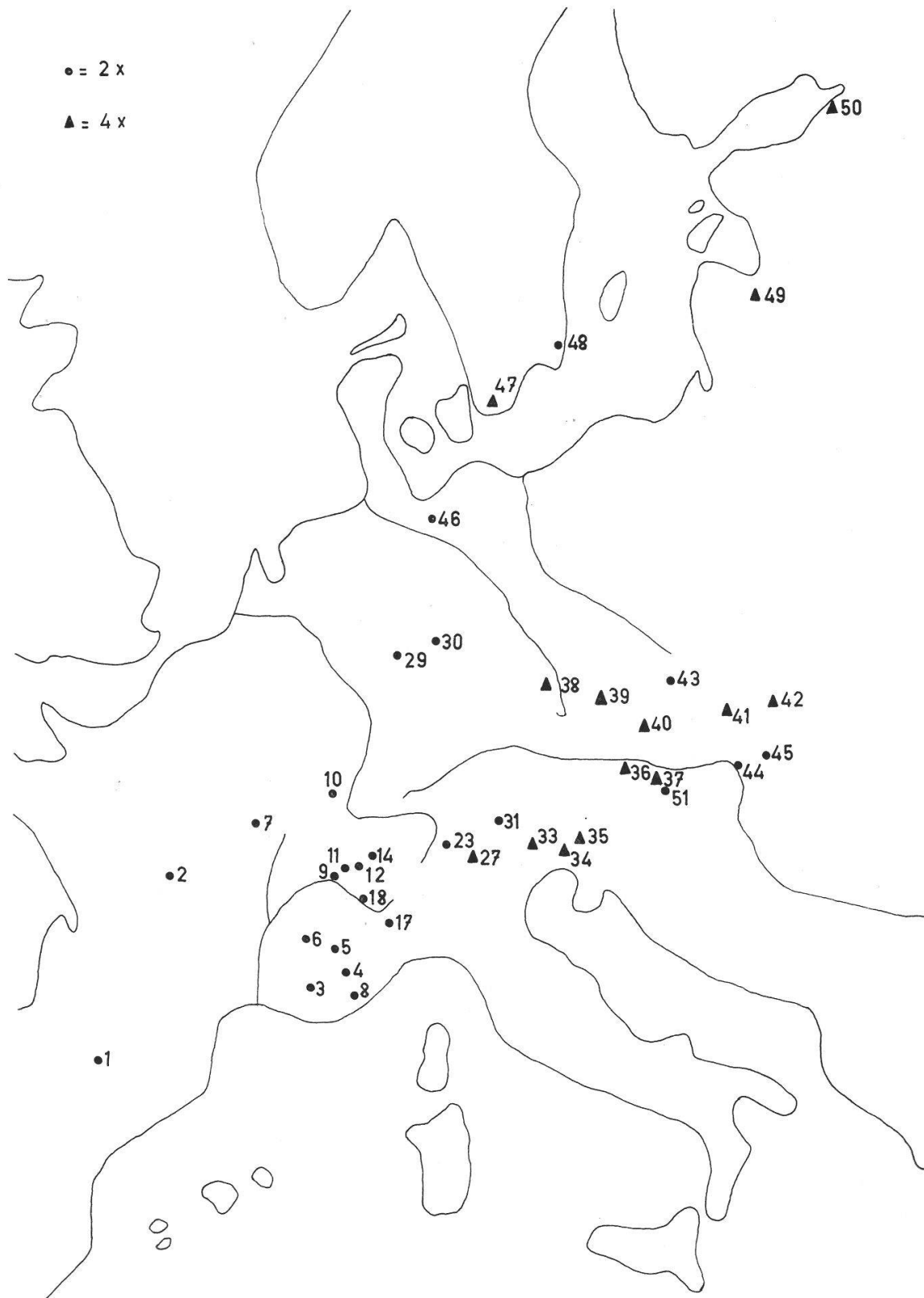
2^o Le problème géographique.

Comme le montre la carte de répartition¹ (carte 1) la distribution des populations diploïdes et tétraploïdes n'est pas quelconque.

Remarquons tout d'abord que les plantes diploïdes occupent la partie occidentale de l'aire européenne de *P. saxifraga* sensu lato, des Pyrénées et du Midi de la France (Var, Alpes-maritimes) à l'Autriche, à l'Allemagne occidentale et au S-W de la Suède. En outre, des diploïdes se rencontrent en Hongrie (Debrecen N^o 45, Budapest N^o 44) et dans la région des Sudètes (N^o 43). En comparant notre carte, évidemment incomplète puisqu'elle repose sur un nombre assez limité de populations, à celle de WEIDE (1962), basée sur la méthode géographico-morphologique de VON WETTSTEIN, on ne peut manquer d'être frappé par certaines coïncidences. Ainsi les localités 1 à 21, où nous n'avons décelé que des plantes diploïdes, sont toutes situées *en dehors* de l'aire que WEIDE attribue à *P. nigra*, pour autant qu'on puisse extrapoler les résultats de cet auteur, qui concernent uniquement l'Europe centrale. Cela paraît possible puisque WEIDE écrit (p. 262) à propos de *P. nigra* : « Die Art dringt nicht in den atlantisch beeinflussten Teil Mitteleuropas vor, ihre westliche Verbreitungsgrenze liegt östlich vor diesem Gebiet ». Les localités 29 et 30 sont situées à l'Est de la ligne tracée par WEIDE, mais à peu de distance de celle-ci. A l'Est de cette limite, WEIDE attribue à *P. saxifraga* sensu stricto, un petit territoire dans les Sudètes où se trouve notre localité 43 (diploïde), un domaine plus étendu en Slovaquie, un peu en marge duquel se situent les localités 44 et 45 (diploïdes), enfin un vaste territoire en Autriche, un peu au Nord duquel se trouve la localité 31 (diploïde). Autrement dit, et malgré un certain nombre de différences² qui tiennent à notre avis au fait que ni les prospections de WEIDE, ni les nôtres n'ont été exhaustives, la coïncidence nous paraît assez bonne pour qu'on puisse dire que l'aire attribuée par WEIDE à *P. saxifraga* sensu stricto et celle des populations diploïdes étudiées par nous se recouvrent en grande partie.

¹ Il ne s'agit pas — bien entendu — d'une carte de répartition complète, mais seulement de la distribution dans l'espace des individus dont le nombre chromosomique a été déterminé par nous. Les N^{os} 45 à 48 (tableau III) correspondent aux comptages effectués par les auteurs qui nous ont précédés.

² En Autriche, nos prospections ont été tout à fait insuffisantes. A côté des plantes tétraploïdes récoltées par nous au hasard d'un voyage en autocar, il y a certainement de nombreuses populations diploïdes dans les prairies sèches que nous n'avons guère pu visiter. En outre, en montagne, il y a la ssp. *alpestris* (N^o 51), également diploïde (voir ci-dessous).



Quant à l'aire occupée par *P. nigra* (selon WEIDE), elle comprend quatre territoires distincts. Le premier embrasse le N-E de l'Allemagne et le S-E de la Suède. Prolongé vers l'Est, ce territoire engloberait la Lettonie où se trouve notre localité 49 et la région de Leningrad (localité 50), qui toutes deux abritent des plantes tétraploïdes. Le second englobe la Bohême et la Moravie ainsi que la haute Hongrie et le Burgenland. Nos localités 36 à 40 (plantes tétraploïdes) sont toutes situées à l'intérieur ou à peu de distance de cette deuxième aire de *P. nigra*¹. Un troisième et petit territoire comprend une partie du canton des Grisons, sans doute d'après les indications de BRAUN-BLANQUET et RÜBEL (1934), puisque l'auteur ne cite aucun exsiccatum à l'appui. Or, d'après cet ouvrage, *P. saxifraga* var. *nigra* a été constatée en plusieurs localités de la Basse-Engadine, ce qui obligerait à étendre vers l'Est le cercle dessiné par WEIDE. Notre localité 27 tomberait alors à l'intérieur de ce cercle. Un quatrième territoire reconnu par WEIDE comprend la plus grande partie de la Hongrie ; ici on ne peut rien conclure, car nos localités 44 et 45 (diploïdes) tombent entre l'aire de *P. nigra* (au Sud) et celle de *P. saxifraga* (au Nord). Nous pensons qu'on peut les rattacher, ainsi qu'on l'a dit plus haut, à l'aire de *P. saxifraga* sensu stricto. Enfin notons une différence : nos localités 41 et 42 (tétraploïdes) sont situées en Slovaquie dans un territoire que WEIDE attribue à *P. saxifraga* sensu stricto.

Ainsi donc, en dépit de quelques divergences que nous avons tenu à souligner, on peut constater que la majorité des localités où nous avons décelé des plantes tétraploïdes sont comprises dans l'un ou l'autre des territoires que WEIDE attribue à *P. nigra*.

La conclusion qui se dégage de nos recherches cytogéographiques et de leur confrontation avec les résultats de WEIDE est que l'aire de nos plantes diploïdes correspond « grosso modo » à l'aire de *P. saxifraga* sensu stricto, tandis que celle de nos tétraploïdes recouvre approximativement celle de *P. nigra*.

Cette conclusion, surprenante si l'on songe aux résultats d'HAKANSON (*op. cit.*), généralisés par LÖVE (1951) et par LÖVE et LÖVE (1961), peut paraître suspecte en raison de son caractère paradoxal. Précisons que pour l'instant nous ne faisons que constater la coïncidence sur le plan géographique et réservons notre opinion quant au problème morphologique d'où dépendra aussi, en définitive, le jugement taxinomique².

Imaginons en suivant LÖVE (*op. cit.*) et TISCHLER (1956) que *P. saxifraga* sensu stricto soit le taxon tétraploïde. Cette espèce aurait alors une distribution exclusivement continentale, au centre et à l'Est de l'Europe, de la Basse-Engadine à l'URSS. Si d'autre part *P. nigra* était l'espèce diploïde, celle-ci habiterait avant tout l'Ouest et le S-W de l'Europe, et son territoire en Europe centrale se limiterait à la Hongrie, aux Sudètes et à une partie de l'Autriche. Non seulement cette conclusion

¹ Il est évidemment difficile de localiser des plantes d'après les indications assez vagues des jardins botaniques, telles que Moravie méridionale, Slovaquie orientale, etc.

² Il existe peut-être aussi une différence d'ordre chimique entre les deux taxa (cf. LAY 1965, p. 5).

serait en contradiction complète avec les résultats de WEIDE, mais elle serait en désaccord avec ce qu'on peut lire dans de nombreuses flores. Ainsi pour FOURNIER (1961) le *P. nigra* est un taxon dont la présence est douteuse pour la France. En Suisse la var. *nigra* de *P. saxifraga* est indiquée uniquement au Valais¹, au Tessin et aux Grisons d'après SCHINZ et KELLER (1914). En Allemagne du Sud, selon OBERDORFER (1962), *P. nigra* ne se rencontre que dans la province rhénane septentrionale, et encore cette indication est-elle suivie d'un point d'interrogation. Si donc *P. nigra* représentait le taxon diploïde comme l'affirme en particulier OBERDORFER (*op. cit.*) en se basant sur les auteurs mentionnés plus haut, il faudrait baptiser *nigra* toutes les plantes de l'Europe occidentale !

3° Le problème morphologique et la taxinomie.

Dans la quatrième colonne du tableau III, nous avons consigné l'aspect morphologique de nos témoins, après les avoir confrontés avec des exsiccata de l'Herbier de Neuchâtel, appartenant incontestablement à *P. saxifraga* sensu stricto et à *P. nigra*. On remarquera d'emblée qu'il y a un grand nombre d'échantillons d'allure intermédiaire. Ce sont, dans notre idée, les plantes qui associent des caractères de *P. saxifraga* sensu stricto avec des caractères de *P. nigra*. Par exemple le port de la plante et la forme des folioles de *P. saxifraga* sont associés à des ombelles à nombreux rayons (une vingtaine), caractère de *P. nigra* d'après WEIDE (Echantillon N° 29). Ou bien, au contraire, le port général de *P. nigra* coexiste avec des ombelles à rayons peu nombreux (moins de 15, Echantillon N° 22). Enfin certains échantillons ont des folioles d'allure intermédiaire et des ombelles dont les rayons sont au nombre d'une quinzaine, ce qui ne permet pas de les attribuer sûrement à l'un ou l'autre des deux taxa (Echantillon 7). La présence de nombreuses plantes d'allure intermédiaire n'a rien de très étonnant, car les caractères sur lesquels sont fondés les *P. nigra* et *P. saxifraga* sont plutôt d'ordre quantitatif. Ils n'ont pas de valeur *diagnostique* (cf. WHITE 1962) mais seulement *différentielle*. D'ailleurs le fait que *P. nigra* ait été considéré par nombre d'auteurs comme une simple variété de *P. saxifraga* montre bien que les différences qui séparent ces taxa sont assez légères.

Si l'on se limite (tableau III) aux échantillons que leur morphologie permet d'assigner nettement à l'une ou l'autre des deux « espèces », on constate que la grande majorité des plantes qui ont la morphologie de *P. saxifraga* sensu stricto sont diploïdes, et que la plupart des plantes qui ont les caractères morphologiques de *P. nigra* sont tétraploïdes. Il y a certes des transgressions, mais celles-ci sont peu nombreuses. Les individus « transgressifs » (qui sont mentionnés en caractères gras dans la quatrième colonne du tableau III) sont soit des plantes à morphologie de *P. saxifraga*, mais tétraploïdes (N° 33), soit des plantes à morphologie

¹ La présence de plantes tétraploïdes est à rechercher au Valais, en particulier dans la région de Martigny, où des plantes qui morphologiquement semblent appartenir à *P. nigra* ont été observées autrefois.

de *P. nigra*, mais diploïdes (N^{os} 3 et 16). En tenant compte de ces trois cas¹, nous pouvons dire que 5% seulement des plantes à morphologie de *P. saxifraga* se sont révélées tétraploïdes, tandis que 20% environ des plantes à morphologie de *P. nigra* étaient diploïdes.

Le moment nous paraît venu d'évoquer le caractère physiologique ou biochimique du bleuissement à l'air de la racine coupée, qui, selon les auteurs, permettrait de reconnaître *P. nigra*. Au tableau III, nous avons fait figurer nos observations à ce sujet². Nos recherches montrent que le caractère en question ne semble pas lié au degré de polyploïdie, puisque 36% des individus diploïdes et 30% des individus tétraploïdes présentaient une réaction positive.

Selon WEIDE (*op. cit.*) cette propriété chimique appartient aux ssp. *arenaria* et *nigra* de *P. nigra*, qui habitent des territoires où le climat accuse la plus forte continentalité (N-E de l'Allemagne, Moravie). Nous avons l'impression que le bleuissement à l'air de la racine coupée est une propriété de certains individus ou de certaines populations et qu'elle est en effet en relation avec le climat. Dans le S-W de l'Europe, nous n'avons rencontré aucun individu présentant ce phénomène. Celui-ci nous a paru particulièrement fréquent dans l'Est de la Suisse (Engadine). Nos recherches toutefois ne permettent pas de tirer une conclusion ferme, car dans certains cas, l'observation a été faite en nature, et dans d'autres cas, plus nombreux, sur des plantes cultivées à Neuchâtel. Or il se peut que la culture dans un climat plus humide, moins continental, empêche le caractère de se manifester. En conclusion les résultats de l'étude morphologique n'infirmes pas ceux auxquels conduit la comparaison des distributions géographiques ; ils sont plutôt de nature à les confirmer, encore que notre collection d'échantillons-témoins ne fût pas sans défaut, pour les raisons indiquées plus haut³. Certes, on peut déplorer qu'entre le nombre chromosomique et la morphologie, la coïncidence ne soit pas parfaite. En fait, elle n'est pas moins bonne ici que dans d'autres couples de taxa étudiés dans ce laboratoire, ainsi chez *Cerastium arvense* ssp. *strictum* et ssp. *commune* (SÖLLNER, 1954) ou bien chez *Chrysanthemum alpinum* f. *hutchinsiiifolium* et f. *cuneifolium* (CONTANDRIOPOULOS et FAVARGER 1959).

Le problème est de savoir où il convient de placer la limite entre les taxa. Doit-on accorder la préférence à la morphologie ou bien au nombre

¹ Les échantillons 23 et 24 ont peut-être aussi une morphologie de *P. nigra* et un nombre chromosomique diploïde, mais leurs ombelles étaient trop jeunes pour qu'on pût se prononcer en pleine connaissance de cause.

² Le signe (+) indique que l'individu examiné présentait le bleuissement ; le signe (—) qu'il ne le présentait pas.

³ Dans les études cytotoxinomiques, la préparation d'une collection représentative d'échantillons-témoins se heurte à certaines difficultés et demande beaucoup de temps et de soin. Ce travail, peut-être fastidieux, est pourtant d'une grande importance, si l'on veut éviter des discussions stériles et des points d'interrogation. Lorsque des plantes vivantes sont récoltées dans la nature, le témoin doit être séché sur place. Si le matériel provient d'une part de graines reçues et d'autre part de plantes vivantes fixées « in situ », la comparaison des plantes témoins cultivées au jardin et des plantes cueillies en nature est souvent difficile et soulève des objections. L'idéal est évidemment de cultiver côte à côte toutes les plantes qui ont fait l'objet d'un comptage chromosomique et de sécher les témoins en jardin botanique, pendant la même saison. Une telle méthode demande souvent plusieurs années.

chromosomique ? On ne peut donner à cette question de réponse générale et en quelque sorte automatique. Si l'on songe que l'espèce collective *Pimpinella saxifraga* est extrêmement polymorphe et que les différences morphologiques séparant les divers taxa subordonnés sont pour la plupart d'ordre quantitatif, il nous paraîtrait inopportun de donner ici un poids excessif à l'aspect morphologique.

Puisqu'il existe une corrélation nette entre la distribution géographique, telle qu'elle a été esquissée par WEIDE (*op. cit.*) et le nombre chromosomique, il nous semble qu'il faut accorder la préférence aux données cytologiques, même si dans quelques cas, d'ailleurs peu nombreux, elles sont en opposition avec l'aspect morphologique. Une frontière, basée sur la morphologie seule, ne peut manquer d'être floue et quelque peu subjective, du moment qu'entre les *P. saxifraga* sensu stricto et *P. nigra*, on observe d'assez nombreux individus d'aspect intermédiaire.

Par contre, une limite coïncidant avec la différence du nombre chromosomique a l'avantage d'être nette, sans compter qu'elle correspond probablement à une barrière génétique, au moins partielle, entre les taxa.

C'est pourquoi le taxon diploïde, seul présent dans l'Europe occidentale, et correspondant en général à la description qu'en donne WEIDE (*op. cit.*, pp. 248 et 251) représente pour nous *Pimpinella saxifraga* sensu stricto, tandis que le taxon tétraploïde, dont l'aire continentale, centro-européenne se prolonge vraisemblablement au N-E, jusqu'en URSS et qui répond le plus souvent à la diagnose de WEIDE¹ (pp. 248 et 261), est le *P. nigra*.

Il reste évidemment le problème délicat des plantes diploïdes à morphologie de *P. nigra*, que nous avons observées en particulier dans les Grisons, mais aussi en Valais et aux Alpes-maritimes. Leur existence montre qu'un certain nombre de caractères de *P. nigra* (forme des folioles, nombre des rayons de l'ombelle) résultent de mutations géniques et non d'une polyploïdie. Tout se passe comme si un certain biotype, rare et disséminé à l'Ouest, devenait plus fréquent au Centre de l'Europe. Dans cette région, ce biotype particulier a donné naissance, soit par autopolyploïdie, soit par allopolyploïdie avec d'autres biotypes de cette espèce polymorphe, à une race tétraploïde robuste et apte à la concurrence, qui a rapidement gagné du terrain en Europe centrale et orientale. Il faut reconnaître que l'authentique *P. nigra* a des caractères de polyploïde (taille élevée, folioles de grandeur exceptionnelle). Dans cette perspective, il nous semble que les biotypes diploïdes ayant l'allure du *P. nigra* que l'on rencontre dans l'Ouest de l'Europe doivent être considérés comme des « Annäherungsformen ». Certains correspondent probablement à la var. *cinerea* Lamotte du *P. saxifraga*, comme le pensait BURNAT (1906) à propos des échantillons du Col de Tende, qui figuraient dans l'herbier Thuret sous le nom de *P. nigra* Willd. Dans l'espèce collective *Cerastium arvense*, SÖLLNER (*op. cit.*) a montré qu'au Tessin méridional il y avait des plantes tétraploïdes appartenant à la ssp.

¹ Sauf que la racine coupée à l'air n'offre pas toujours une coloration bleue.

commune. Cela n'empêche pas que cette sous-espèce est octoploïde dans le reste du vaste territoire qu'elle occupe en Europe occidentale et que le nombre chromosomique constitue un très bon critère pour la distinguer de la ssp. *strictum* (tétraploïde).

Il resterait à expliquer pourquoi les auteurs qui nous ont précédés ont admis l'opinion inverse de celle présentée ici. Nous avons vu plus haut que cette opinion était partie des résultats de HAKANSSON (*op. cit.*), généralisés ensuite à l'ensemble des populations de *P. saxifraga*. Les résultats de l'auteur suédois ne peuvent être mis en doute. Nous nous demandons toutefois si HAKANSSON n'a pas donné trop d'importance au caractère du bleuissement de la racine coupée. La plante diploïde qu'il a observée à Kalmar était peut-être comparable à certains de nos échantillons des Grisons possédant le nombre chromosomique diploïde et la morphologie de *P. nigra* ; quant à ses plantes tétraploïdes, dont il reconnaît que certaines étaient très semblables à des *P. nigra* (sauf la coloration bleue de la racine), elles représenteraient pour nous de véritables *P. nigra*.

Enfin, étant donné l'existence des individus intermédiaires et « transgressifs » dont il a été question ci-dessus, il nous paraît exagéré de faire deux espèces distinctes des *P. saxifraga* et *P. nigra* ; la séparation géographique de ces deux taxa ne semble pas complète. Si dans la région atlantique ou subatlantique de l'Europe, on ne trouve que le *P. saxifraga* sensu stricto, il n'en est pas de même en Europe centrale. Aux Grisons, en Autriche, probablement aussi en Tchécoslovaquie, les deux taxa coexistent. Ils n'ont sans doute pas tout à fait la même écologie. Aux Grisons et en Autriche, il nous est apparu que *P. nigra* croissait fréquemment au bord des chemins, dans les stations modifiées par l'homme, autrement dit, se comportait un peu en plante rudérale, ce qui cadrerait bien avec l'origine plus récente d'un taxon polyploïde. *P. saxifraga* sensu stricto, par contre, est plus ou moins étroitement lié aux prairies sèches.

C'est pourquoi nous proposons de revenir à la division de l'espèce *P. saxifraga* en sous-espèces, telle qu'elle a été adoptée par HEGI (*op. cit.*) :

- 1° *P. saxifraga* L. ssp. *saxifraga* Thellung, qui, d'après le Code de la nomenclature, doit s'appeler *P. saxifraga* ssp. *saxifraga*. $2n = 20$; S-W, W, et centre de l'Europe (Europe orientale ?) ;
- 2° *P. saxifraga* L. ssp. *nigra* (Mill.) Gaudin, $2n = 40$; Centre et N-E de l'Europe.

Il reste le cas de la ssp. *alpestris* (Spreng.) Vollmann. Jusqu'ici, il ne semble pas que son nombre chromosomique ait été déterminé. Sur une plante, récoltée en 1964 par l'un de nous (Cl. F.) au Wiener Schneeberg, dans les Alpes autrichiennes (N° 51, cf. carte), nous avons compté $2n = 20$ (fig. 4). Pour autant que ce résultat puisse être généralisé, cette sous-espèce est donc diploïde, ce qui n'est pas très surprenant, si l'on songe à l'ancienneté relative de nombreuses phanérogames de l'étage alpin des Alpes (cf. FAVARGER 1962). Cela nous permet de compléter la liste précédente, en ajoutant :

3° *P. saxifraga* L. ssp. *alpestris* (Spreng.) Vollmann, $2n = 20$; Alpes (surtout orientales¹).

Certes, il nous est désagréable, de proposer un changement de nomenclature, sitôt après l'étude de WEIDE (1962). Nous tenons à dire que les résultats de cet auteur restent parfaitement valables; seul le rang des divers taxa devrait, à notre sens, être modifié. Ainsi ce qu'il nomme sous-espèce deviendrait variété et ainsi de suite.

Autres espèces de *Pimpinella*

Une confirmation du nombre de base ($x = 10$) nous est donnée par les comptages suivants effectués sur des pointes de racines : $2n = 20$ pour *P. anisum* L. et $2n = 20$ pour *P. villosa* Schousb.

Il s'agit là simplement d'une étude cytologique, sans aucune prétention taxinomique. C'est pour cette raison que nous nous bornons à signaler ces deux résultats.

Les résultats principaux de notre étude sont donc les suivants :

1. Les graines de *P. major* et *saxifraga* ont besoin pour germer d'une postmaturation au froid d'une durée de 5 semaines.

2. Le nombre chromosomique de base de ces deux espèces de *Pimpinella* est $x = 10$. Il en est de même des *P. anisum* L. et *P. villosa* Schousb. et de la ssp. *alpestris* (Spreng.) Vollmann.

3. L'espèce *P. major* est diploïde dans tous les territoires d'où les auteurs ont obtenu du matériel.

4. Dans l'espèce collective *P. saxifraga* L., la distribution géographique des populations diploïdes et tétraploïdes correspond à celle des taxa *P. saxifraga* et *P. nigra* Willd., telle qu'elle a été précisée par WEIDE (1962). Sur le plan morphologique, malgré quelques exceptions et d'assez nombreux intermédiaires, le taxon diploïde correspond grosso modo à *P. saxifraga* sensu stricto et le taxon tétraploïde à *P. nigra*. L'espèce collective paraît devoir être divisée ainsi :

P. saxifraga L. ssp. *saxifraga*, $2n = 20$ (S-W, W, Centre, E de l'Europe?).

P. saxifraga L. ssp. *alpestris* (Spreng.) Vollmann, $2n = 20$ (Alpes, surtout orientales).

P. saxifraga L. ssp. *nigra* (Mill.) Gaudin, $2n = 40$ (Centre et N-E de l'Europe).

5. Le bleuissement à l'air de la racine coupée de *P. saxifraga* n'est pas un critère permettant de distinguer toujours une plante diploïde d'une plante tétraploïde.

¹ La présence de cette sous-espèce dans les Alpes occidentales nous paraît sujette à caution.

Résumé

Une étude qui a porté sur environ 75 individus différents appartenant aux espèces *P. major* (L.) Hudson et *P. saxifraga* L. a permis d'apporter une contribution à la cytotaxinomie et la cytogéographie du genre *Pimpinella* L. Le nombre chromosomique de base de ces deux *Pimpinella* est $x = 10$. L'espèce *P. major* est diploïde dans tous les territoires d'où les auteurs ont obtenu du matériel. L'espèce collective *P. saxifraga* possède deux « races chromosomiques », qui par leur distribution géographique et, malgré quelques exceptions ou formes intermédiaires, par leur morphologie, correspondent aux taxa *P. saxifraga* sensu stricto (pour la forme diploïde) et *P. nigra* (pour la forme tétraploïde) de WEIDE (1962). Nous avons compté $2n = 20$ pour *P. alpestris* (Spreng.) Vollmann, ce qui constitue un résultat nouveau.

Zusammenfassung

Eine Untersuchung die ungefähr 75 verschiedene Individuen die zu den Arten *Pimpinella major* (L.) und *Pimpinella saxifraga* L. gehören erlaubte es einen Beitrag zur Zytotaxinomie und zur Zytogeographie der Gattung *Pimpinella* L. zu leisten. Die Grundzahl von *P. major* und *P. saxifraga* sensu lato ist $x = 10$. Die Art *P. major* ist diploid in allen Gegenden von wo die Autoren Material erhalten konnten. Die Sammelart *P. saxifraga* besitzt zwei « Chromosomenrassen », welche trotz einiger Ausnahmen oder Zwischenformen, durch ihre geographische Verteilung und ihre Morphologie der Art *P. saxifraga* sensu stricto (diploid) und der Art *P. nigra* Willd. (tetraploid) von WEIDE entsprechen. Wir zählten $2n = 20$ für *P. saxifraga* L. ssp. *alpestris* (Spreng.) Vollmann, was ein neuartiges Ergebnis darstellt.

Summary

The study of about 75 individual plants of *Pimpinella major* (L.) Hudson and *P. saxifraga* L. has enabled AA. to make a contribution to the cytotaxonomy and cytogeography of the genus *Pimpinella* L. The basic chromosome number of *P. major* and *P. saxifraga* s. l. is $x = 10$. *P. major* is diploid in all the areas from which material was examined. The collective species *P. saxifraga* has 2 chromosomic races, whose geographical distribution and, in spite of a few exceptions and intermediate forms, whose morphology corresponds with the taxa *P. saxifraga* s. s. (diploid) and *P. nigra* Willd. (tetraploid) from WEIDE. For *P. saxifraga* L. ssp. *alpestris* (Spreng.) Vollmann, it is reported here for the first time that $2n = 20$.

BIBLIOGRAPHIE

- BAKSAY, L. — (1957). The chromosome number and cytotaxonomical relations of some plant species. *Ann. Hist. Nat. Musei Nat. Hungarici* (series nova) 8 : 169-174.
- BELL, C. et CONSTANCE, L. — (1960). Chromosome numbers in *Umbelliferae* II. *Am. Jour. Bot.* 47 : 24-32.
- BRAUN-BLANQUET, J. et RUBEL, E. — (1932). Flora von Graubünden. 1695 pp., *Berne*.
- BUNNING, E. — (1948). Entwicklungs- und Bewegung Physiologie des Pflanze. Lehrbuch der Pflanzenphysiologie II et III. 464 pp., *Berlin*.
- BURNAT, E. — (1906). Flore des Alpes-Maritimes, vol. IV. 330 pp., *Genève et Bâle*.
- CONTANDRIOPOULOS, J. et FAVARGER, C. — (1959). Existence de races chromosomiques chez *Chrysanthemum alpinum* L. Leur répartition dans les Alpes. *Rev. gén. bot.* 66 : 341-357.
- FAVARGER, C. — (1962). Polyploïdie et histoire de la flore alpine. *Mittel. Naturf. Ges. Bern* 19 : 5-6.
- FOURNIER, P. — (1961). Les quatre flores de France. Nouveau tirage, 1105 pp., *Paris*.
- GARDE, A. et MALHEIROS-GARDE, N. — (1949). Contribuição para o estudo cariologico da familia *Umbelliferae* I. *Agron. Lusit.* 2 : 91-140.
- GAUTHERET, R. J. — (1937). Remarques sur les stérilisations des graines par l'hyochlorite de calcium. *C. R. Soc. biol.* 126 : 408-409.
- HAKANSSON, A. — (1933). Beitrage zur Polyploidie der Umbelliferen. *Hereditas* 17 : 246-248.
- (1953). Some chromosome numbers in *Umbelliferae*. *Bot. not.* 106 : 301-307.
- HEGL, G. — (1926). Illustrierte Flora von Mittel-Europa, tome III, 1562 pp., *München*.
- JACOBSON, P. — (1957). The sex chromosome in *Humulus*. *Hereditas* 43 : 357-370.
- LAY, B. — (1965). Zur Chromatographie von *Pimpinella major*, *Panax* Giseleg, *Crataegus oxyacantha*, *Tussilago farfara* und *Mentha piperita*. Thèse, 103 pp., *München*.
- LOVE, A. — (1951). Taxonomical evaluation of polyploids. *Caryologia* 3 : 263-284.
- LOVE, A. et LOVE, D. — (1961). Chromosome numbers of central and north-west European Plant species. *Op. Bot.* 5, suppl. bot. not., 581 pp.
- LOVKVIST, B. — (1962). Taxonomic problems in Aneuploid complexes. Symposium on biosystematics. *Regnum Vegetabile* 27 : 51-57.
- OBERDORFER, E. — (1962). Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. 2^e édit., 998 pp., *Ludwigsburg*.
- POLYA, L. — (1949). Chromosome numbers of some Hungarian plants. *Acta Geobot. Hung.* 6 : 124-137.
- SCHINZ, H. et KELLER, R. — (1914). Flora der Schweiz. II Teil : Kritische Flora. 582 pp., *Zürich*.

- SCHULZ-GAEBEL, H. H. — (1930). Entwicklungsgeschichtlich-zytologische Studien an der Umbelliferen. *Beitr. Biol. Pflanzen* 18 : 345-398.
- SOLLNER, R. — (1954). Recherches cytotoxinomiques sur le genre *Cerastium*. *Bull. Soc. Bot. suisse* 64 : 221-254.
- TISCHLER, G. et WULF, H. — (1956). Angewandte Pflanzenkaryologie. 1227 pp., Berlin.
- TJIO, J. H. et LEVAN, A. — (1950). The use of oxyquinoline in chromosome analysis. *Ann. est. exper. de Aula Dei* 2 : 21-64.
- WEIDE, H. — (1962). Systematische Revision der Arten *Pimpinella saxifraga* L., und *Pimpinella nigra* Willd. in Mitteleuropa. *Fedd. Rep.* 64 : 240-268.
- WHITE, F. — (1962). Geographic Variation and Speciation in Africa to Diospyros. *Systematic association publication (Taxonomy and Geography)* 4 : 71-103.
-